PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

MER-hoofdrapport

Ministerie van Klimaat en Groene Groei

7 FEBRUARI 2025

Witteveen + Bos

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Project	Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) - Eemshaven
Opdrachtgever	Ministerie van Klimaat en Groene Groei
Titel	MER-hoofdrapport
Organisatie	RHW - Combi RHDHV & W+B
Werkpakket	2.4 Hoofdrapport MER
Onderdeel	GEN - General
Soort	RP - Report
Discipline	MR - MER
Status	A1 - Client accepted
Voortgangspercentage	100%
Projectnummer	BI9148
Document Referentie	BI9148-RHW-2.4-GEN-RP-MR-031743
Datum	7 februari 2025

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Postbus 24087
3511 SW Utrecht
Nederland
www.witteveenbos.com

Royal HaskoningDHV Nederland B.V.
Postbus 1132
3818 EX Amersfoort
Nederland
www.royalhaskoningdhv.nl

INHOUDSOPGAVE

1 BESCHRIJVING VAN HET PROGRAMMA PAWOZ-EEMSHAVEN 7

1.1 Aanleiding voor het Programma 7
1.2 Doelstelling van het Programma 10
1.3 Plangebied 11
1.4 Wat er voorafging aan het Programma 11
1.5 Samenhang met andere projecten en programma's 12
1.6 Relatie Programma, MER en IEA 12
1.7 Leeswijzer MER-hoofdrapport PAWOZ 13

2 BESLUITEN, MER-PLICHT, WETTEN EN BELEID 15

2.1 Besluitvorming over PAWOZ 15
2.2 Mer-procedure bij de besluitvorming 16
2.3 De rol van het MER en de IEA bij het bepalen van de mogelijke routes 16
2.4 Wat er voorafging aan de publicatie van dit MER 18
2.4.1 Kennisgeving voornemen en voorstel voor participatie 19
2.4.2 Notitie Reikwijdte en Detailniveau 19
2.4.3 Notitie Routeontwikkeling 20
2.4.4 Opstellen en indienen MER en IEA en het Programma 20
2.5 Vervolgstappen in de procedure na publicatie van dit MER 21
2.6 Vervolgbesluiten 21
2.6.1 Projectbesluiten en vergunningen 21
2.6.2 Project-mer voor vervolgbesluiten 22
2.7 Beleid, wetten en regels 22

3 HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELINGEN 23

3.1 Huidige situatie op de Noordzee 23
3.2 Huidige situatie van het Waddengebied 24
3.3 Huidige situatie op land 25
3.4 Natuurbescherming 26
3.5 Autonome ontwikkelingen 27

4 VOORNEMEN 31

4.1 Elektrische verbindingen 32
4.1.1 Platforms op zee 33
4.1.2 Kabelsystemen op zee 33
4.1.3 Kabelsystemen op land 34
4.1.4 Transformatorstation of convertorstation 35
4.2 Waterstofverbindingen 35
4.2.1 Platforms op zee 36
4.2.2 Leidingen op zee 36
4.2.3 Leidingen op land 37
4.2.4 Aanlandingsstations en afsluiterlocaties 38
4.3 Tunnelsysteem tussen Ballonplaat en Eemshaven 38
4.3.1 Intredepunt Noordzee 38
4.3.2 Tunnelbuizen 39
4.3.3 Aanlandingspunt op land 39

5 ROUTES EN STATIONS 40

5.1 Uitgangspunten routeontwikkeling 40
5.2 Resultaat route-ontwikkelingsproces 41
5.3 Noordzee 43
5.3.1 (zoekgebieden) Platforms 43
5.3.2 Noordzeeroutes 43
5.4 Waddengebied 44
5.4.1 II: Oude Westereems route 46
5.4.2 V: Boschgat route 46
5.4.3 VII: Schiermonnikoog Wantij route 47
5.4.4 VIII: Ameland Wantij route 47
5.4.5 IX: Zoutkamperlaag route 47
5.4.6 X: Tunnel route 48
5.5 Vasteland 49
5.5.1 Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel 49
5.5.2 Overzichtskaart landroutes kabelsystemen en leidingen 50
5.5.3 Landroutes kabelsystemen 52
5.5.4 Zoekgebieden transformator- en converterstations 53
5.5.5 Landroutes waterstofleidingen 54
5.5.6 Aanlandingsstations en afsluiterlocaties 54

6 METHODIEK MILIEUEFFECTBEOORDELING 56

6.1 Van thema's naar beoordelingsaspecten en criteria 56
6.2 Beoordelingskader 57
6.2.1 Bodem en Water op zee 57
6.2.2 Bodem en Water op land 58
6.2.3 Natuur 58

6.2.4 Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie 60
6.2.5 Scheepvaart en Veiligheid 60
6.2.6 Gebruiksfuncties 61
6.2.7 Leefomgeving 62
6.3 Beoordelingsmethodiek 63
6.4 Bandbreedtemethode 63
6.5 Werelderfgoed beoordeling 64
6.6 Circulariteit 64
6.7 Klimaatadapatie en Biodiversiteit 65

7 MILIEUEFFECTSHEETS ROUTES EN STATIONSLOCATIES 66

8 LEEMTEN IN KENNIS, MONITORING EN EVALUATIE 67

8.1 Leemten in kennis 67
8.2 Aanzet tot monitoring en evaluatie 69

9 BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN VAN HET MILIEUONDERZOEK 71

9.1 Noordzeeroutes en (zoekgebieden) platforms 71
9.2 Waddenzeeroutes 72
9.3 Landroutes 77
9.4 Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel 78
9.5 Zoekgebieden transformator- en converterstations 79
9.6 Zoekgebieden waterstof aanlandingsstations 79
9.7 Cumulatie 80
9.8 Aandachtspunten voor vervolgbesluiten 81

10 AFKORTINGEN- EN BEGRIPPENLIJST 82

11 REFERENTIES 90

Laatste pagina 90

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Wettelijk- en Beleidskader	9
II	Notitie Routeontwikkeling	782
III	Heritage Impact Assessment	153
IV	Circulariteit	45

1

BESCHRIJVING VAN HET PROGRAMMA PAWOZ-EEMSHAVEN

Dit is het milieueffectrapport (MER) van het Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven. Het is de bedoeling dat er nieuwe windparken op de Noordzee noordelijk van de Waddeneilanden komen. De energie van die toekomstige windparken moet in de buurt van de Eemshaven worden aangesloten op het energienet. In het MER zijn de milieueffecten onderzocht van meerdere routes voor kabelsystemen en waterstofleidingen vanaf toekomstige windparken op de Noordzee, door het Waddengebied en het vasteland naar de Eemshaven. Het MER zorgt ervoor dat de minister van Klimaat en Groene Groei de milieueffecten goed meeneemt in het besluit over het Programma.

1.1 Aanleiding voor het Programma

Ons klimaat verandert, voor velen is dit inmiddels herkenbaar. Klimaatverandering waarmee onze maatschappij te maken heeft is een proces dat niet nieuw, maar al decennialang bekend is. De gevolgen worden steeds duidelijker. Vanuit de Europese Unie en het Rijk zijn doelen gesteld. Deze zijn voor Nederland vastgelegd in het Klimaatakkoord van 28 juni 2019. Hierin staan tussentijdse doelen voor 2030 en het einddoel voor 2050. Het halen van deze doelen beperkt klimaatverandering en de (toekomstige) gevolgen daarvan. De uitstoot door de verbranding van fossiele brandstoffen is één van de veroorzakers van klimaatverandering. Daarom is het tussentijdse doel in het Klimaatakkoord om voor 2030 55 % minder CO_2-uitstoot te hebben, en om in 2050 klimaatneutraal te kunnen zijn. In plaats van fossiele brandstoffen moet de Nederlandse energie duurzaam worden opgewekt, met bijvoorbeeld windenergie en zonne-energie.

Verder is in het huidige regeerprogramma van 13 september 2024 benadrukt dat wij als Nederland minder afhankelijk willen worden van andere landen voor de levering van onze energie en (kritieke) grondstoffen. Wij willen de kansen van de klimaat- en energietransitie verzilveren. Om groen te groeien, onze welvaart te behouden en onze energieonafhankelijkheid te vergroten moet Nederland nú de juiste keuzes maken.

Ook heeft Nederland zich binnen internationale afspraken, zoals het Parijse Klimaatakkoord van 12 december 2015 en de eigen nationale Klimaatwet van 2 juli 2019, vastgelegd op het halen van doelen voor het verduurzamen van de eigen energievoorziening. Jaarlijks wordt het behalen van deze doelen gemonitord in de Klimaatnota. De realisatie van wind op zee is essentieel om deze wettelijk gestelde doelen te behalen. Deze wettelijke gestelde doelen zijn vastgelegd in de Klimaatwet van 2 juli 2019.

De Nederlandse Noordzee is een goede plek om windenergie op te wekken. Dat komt omdat de zee niet erg diep is en de grondgesteldheid gunstig is, waardoor windturbines makkelijk zijn te plaatsen. Daarnaast waait het meestal hard op de Noordzee, waardoor er veel duurzame energie kan worden opgewekt. Ook zijn er industriële bedrijven langs de kust die duurzame energie nodig hebben. De bijdrage van het Programma is om het aansluiten van windenergiegebieden op zee mogelijk te maken en daarmee de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen en van andere landen te verminderen.

Boven de Waddeneilanden komen nieuwe windparken op de Noordzee. Dat zijn in elk geval het windpark Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW, 700 Megawatt) en het windpark Doordewind (DDW, 4 Gigawatt). De Nederlandse overheid heeft plannen om in de toekomst nog meer windparken op zee te ontwikkelen. Energie vanuit deze nieuwe windparken moet ook aan land worden gebracht.

De energie van deze windparken moet naar het landelijke hoogspanningsnet van TenneT of het Waterstofnetwerk Nederland van Gasunie in de buurt van de Eemshaven worden gebracht. Dit kan met elektriciteitskabels (hierna: kabelsystemen) of, als de stroom op zee wordt omgezet naar waterstof, met waterstofleidingen (hierna: leidingen). Het Rijk onderzoekt nu, samen met de omgeving, op welke routes en locaties het mogelijk is om kabelsystemen, leidingen en bijbehorende stations aan te leggen, te gebruiken en te onderhouden om de windenergie naar de Eemshaven te brengen. En welke route(s) de voorkeur hebben om eerst te worden gebruikt.

Daarbij is het belangrijk om goed te onderzoeken wat de effecten zijn van allerlei routes en stationslocaties, en hoe deze verschillen bij gebruik van verschillende aanlegtechnieken. De besluitvorming over welke routes zijn te gebruiken en in welke volgorde, vindt plaats in het Programma Aansluiting Wind Op Zee – Eemshaven (hierna: PAWOZ).

Kabelsystemen en leidingen
Wanneer kabelsystemen worden bedoeld die geen elektriciteitskabels zijn, dan worden deze voluit geschreven (bijvoorbeeld telecom kabels). Als leidingen worden bedoeld die geen waterstofleidingen zijn, dan worden deze voluit geschreven (bijvoorbeeld: gasleidingen).

Om de windenergie naar de Eemshaven te brengen, moeten de kabelsystemen en leidingen door het Waddengebied. Het doorkruisen van het Waddengebied is één van de grootste uitdagingen van PAWOZ. De Waddenzee is namelijk een kwetsbaar en uniek gebied. Zo verandert de bodem van de Waddenzee voortdurend door het getij en de wind. Het heeft de status van UNESCO Werelderfgoed en Natura 2000-gebied. En daarvoor gelden speciale regels. Verder heeft de Waddenzee een belangrijke functie voor recreatie, visserij en de scheepvaart en er liggen andere kabels en leidingen.

Het is ingewikkeld om de kabelsystemen, leidingen of bijbehorende stations aan te leggen op de Noordzee, de Waddeneilanden en het vasteland. Dit komt door de bestaande waarden en gebruiksfuncties, zoals de landbouwgronden in Noord-Nederland.

In de Verkenning Aanlanding Wind op Zee 2030 (VAWOZ 2030 (Witteveen+Bos, 2021)) kwam naar voren dat de Eemshaven de meest logische plek is om de kabelsystemen van windparken noordelijk van de Waddeneilanden aan te sluiten op land. In de Eemshaven is namelijk veel vraag naar windenergie. Ook is de Eemshaven via een energienetwerk goed verbonden met de rest van Nederland. Daardoor kan de energie die in de regio (tijdelijk) niet kan worden gebruikt verder Nederland in worden gebracht. In het tekstkader hieronder is dit verder uitgelegd. Met de locatie Eemshaven worden in PAWOZ de (nieuwe) hoogspanningsstations in en rondom de Eemshaven en het Waterstofnetwerk in Noord-Nederland bedoeld. De aansluiting ligt niet altijd precies in de Eemshaven zelf, maar wel in de buurt van de Eemshaven.

Waarom de Eemshaven?
Voorafgaand aan PAWOZ zijn meerdere onderzoeken gedaan naar mogelijke locaties voor de aanlanding van energie van windparken op de Noordzee boven de Waddeneilanden. Er is voor gekozen om de energie van de windparken TNW en DDW naar de omgeving van de Eemshaven te transporteren. Waarom deze keuze?

Eerder is er voor het windpark TNW onderzoek (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019) gedaan naar een mogelijke aansluiting van kabelsystemen op drie locaties, namelijk richting Burgum, Eemshaven of Vierverlaten. Uit dat onderzoek blijkt dat er op de locaties Vierverlaten en Burgum geen grote vraag naar duurzame energie is (of gepland staat). Op beide locaties is de aansluitcapaciteit onvoldoende om de toekomstige windparken aan te kunnen sluiten en de energie over het landelijke netwerk verder te transporten. Ook moeten de routes altijd na het doorkruizen van het Waddengebied ook nog door andere waardevolle landschappen. Bij aansluiting op de Eemshaven moeten mogelijk ook waardevolle landschappen (waaronder grootschalige agrarische percelen) worden doorkruist, maar er is wel sprake van een grote vraag naar windenergie voor het verduurzamen van de aanwezige industrie. Daarom heeft de Eemshaven van deze drie locaties de voorkeur.

De locaties Den Helder en Emden (in Duitsland) zijn eveneens als mogelijke locaties (Royal HaskoningDHV, 2021) onderzocht. Dat onderzoek liet zien dat er in Den Helder niet op tijd een hoogspanningsnet met voldoende aansluit- en transportcapaciteit kan worden gerealiseerd. Deze locatie valt daarom af. Uitgangspunt van het Rijk is dat in Nederland opgewekte windenergie in Nederland moet worden gebruikt. Daarom valt de aanleg van grensoverschrijdende elektrische- en waterstofverbindingen af. Ook is er maar beperkte ruimte in Duitsland vanwege al bestaande kabels en leidingen van en naar Duitse windparken. Daarom valt ook Emden af als aansluitlocatie.

De regio Noord-Nederland heeft de voorkeur (Regio Noord-Nederland, 2020) voor een zo direct mogelijke aansluiting in de Eemshaven. Deze voorkeur is bevestigd in de kamerbrief (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2021) over de verkenning aanlanding wind op zee 2030. De regio en de minister hebben de volgende redenen voor de voorkeur voor de Eemshaven:

- de vraag naar duurzame energie in de Eemshaven en omgeving is groot, waardoor vraag en aanbod naar energie op elkaar aansluiten. De aansluiting van windenergie op de Eemshaven biedt kansen voor de lokale industrie om (versneld) te verduurzamen. Daarmee wordt ook de CO_2-uitstoot van de industrie verminderd, wat één van de doelen uit het Klimaatakkoord is;
- in de buurt van de Eemshaven is de provincie Groningen bezig met een open planproces om de Oostpolder te ontwikkelen. Binnen dit gebied van 600 hectare wordt onder andere gekeken of het mogelijk is ruimte te bieden aan nieuwe bedrijven die gericht zijn op energie, zoals waterstoffabrieken, batterijfabrieken en datacenters. Zulke bedrijven willen in de toekomst kunnen aansluiten op duurzame energie;
- in de Eemshaven is, in tegenstelling tot andere locaties in Noord-Nederland, de energie-infrastructuur al grotendeels aanwezig om de windenergie waar nodig op het landelijke energienet naar de rest van Nederland te krijgen. Extra investeringen om deze infrastructuur te ontwikkelen zijn op deze locatie dus beperkt nodig;
- het kabinet heeft in haar reactie op de Parlementaire enquête aardgaswinning (Tweede Kamer Der Staten-Generaal, 2023) in Groningen aangekondigd (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2023a) dat zij gehoor geeft aan de oproep van de Provincie Groningen om tenminste 33 % van de nog aan te leggen capaciteit voor windenergie op zee te willen laten aanlanden in de provincie Groningen. Voorwaarden hiervoor zijn een goede ruimtelijke inpassing en de uitkomsten van het lopende onderzoek naar aanlandingsmogelijkheden in de Eemshaven (PAWOZ).

1.2 Doelstelling van het Programma

Het doel van PAWOZ is om te onderzoeken waar voldoende ruimte is om kabelsystemen, leidingen en de bijbehorende stations in de Noordzee, het Waddengebied en op land aan te leggen. Het gaat in elk geval om de ruimte voor het aansluiten van windparken TNW en DDW, waarbij het streven is om deze in 2031 aan te sluiten. En verder is onderzocht hoeveel ruimte er nog meer is voor toekomstige aansluitingen. Hierbij is de scope voor dit onderzoek vastgezet op een maximum van 10,7 GW aan elektrische verbindingen en drie leidingen voor het transport van waterstof.

Op elke route zijn er uitdagingen, omdat er bepaalde regels gelden en er andere gebruikers zijn. Per route is onderzocht hoeveel beschikbare ruimte er is. Deze informatie vormt input voor het Programma. In het Programma worden de routes geprioriteerd.

Dit betekent dat de ene route de voorkeur krijgt boven een andere route. Als TNW en DDW worden ontwikkeld, dan worden routes uit PAWOZ gebruikt om de windparken aan te sluiten. Voor andere toekomstige windparken worden routes uit PAWOZ meegewogen met de routes uit pVAWOZ. PAWOZ draagt zo bij aan het aansluiten van windparken op zee en daarmee aan het terugbrengen van de Nederlandse CO_2-uitstoot en de energietransitie van Nederland.

Opgave aangewezen en toekomstige windenergiegebieden

Opgave voor het windenergiebied DDW
Windenergiegebied Doordewind (DDW) gaat bestaan uit twee windkavels, DDW-1 en DDW-2. Beide krijgen een capaciteit van 2 GW. In dit MER zijn beide toekomstige windkavels voor de eenvoud samengenomen. Het wordt aangeduid als 'Windpark DDW' met een capaciteit van 4 GW. DDW wordt met twee gelijkstroom (DC)-kabelsystemen (van elk 2 GW) aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet.

Opgave voor het windenergiebied TNW
Windpark Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW) krijgt een capaciteit van 700 MW. Het windpark is in maart 2023 aangewezen als een demonstratieproject voor waterstof voor 500 MW en moet met een leiding worden aangesloten op het Waterstofnetwerk Nederland. In het nog lopende onderzoek Hergebruik aardgasleidingen voor waterstoftransport (HGH2) wordt gekeken of het mogelijk is om daarvoor bestaande gasleidingen op zee te hergebruiken. In dit MER is onderzocht of het mogelijk is om een nieuwe leiding aan te leggen. Dit is voor het geval dat het met bestaande leidingen niet lukt. Er wordt gekeken of de resterende 200 MW met een elektrische verbinding kan worden gekoppeld aan DDW.

Als alternatief is onderzocht of TNW met twee wisselspanning (AC)-kabelsystemen (van elk 350 MW) kan worden aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet. Dit alternatief kan worden gebruikt als het niet mogelijk blijkt om een bestaande leiding te hergebruiken of een nieuwe leiding aan te leggen of als blijkt dat het demonstratieproject om andere redenen niet door kan gaan.

Toekomstige windenergiegebieden
Het is nog niet besloten welke gebieden er in de toekomst, na windenergiegebieden TNW en DDW, worden gereserveerd voor windenergie en waar de energie van deze parken gaat aanlanden. Het Programma Verbindingen Aanlanding Wind Op Zee 2031-2040 (pVAWOZ) onderzoekt de aanlanding van de toekomstige windparken. pVAWOZ gebruikt de resultaten van PAWOZ om te bepalen of en via welke routes toekomstige windgebieden kunnen aansluiten op de Eemshaven.

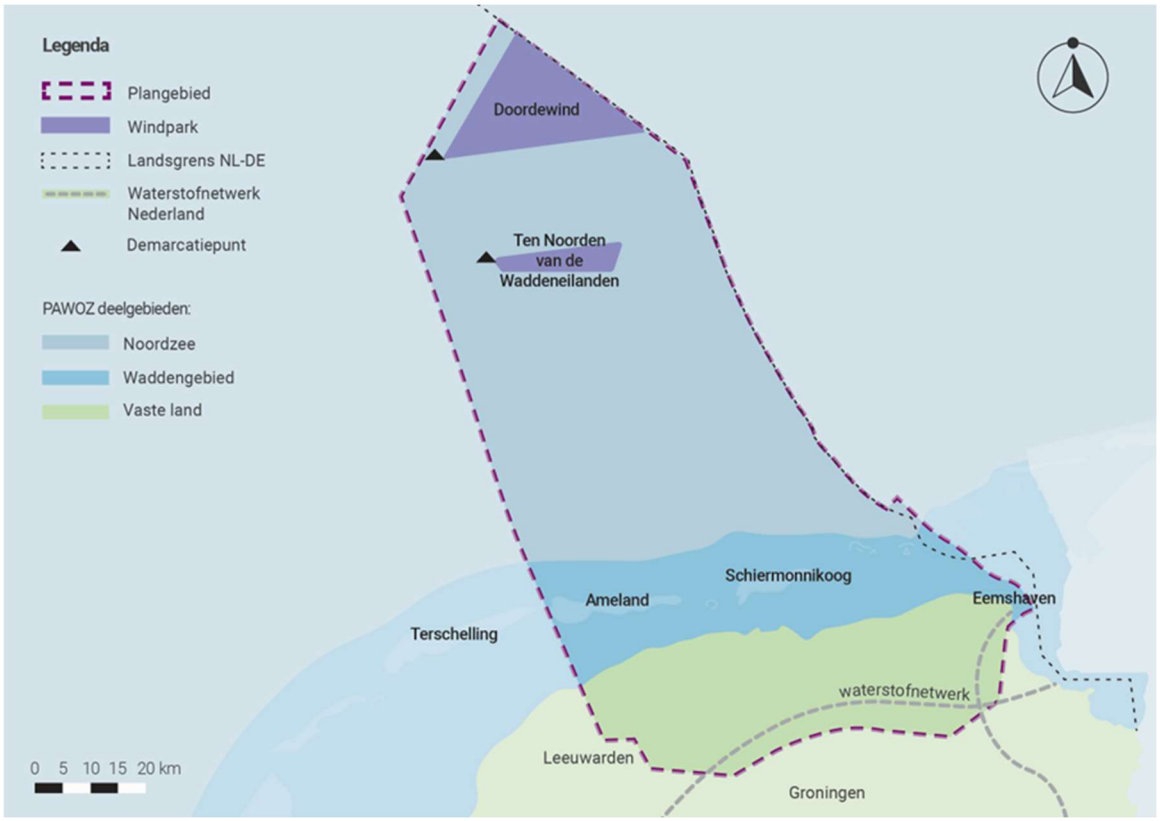
1.3 Plangebied

Afbeelding 1.1 geeft de routes aan en het gebied waarin de routes zijn onderzocht. Dit wordt het plangebied van PAWOZ genoemd. Het plangebied ligt tussen de geplande windparken TNW en DDW in het noorden, de stad Leeuwarden in het westen, de zuidkant van het Waterstofnetwerk Nederland in het zuiden en het Eems-Dollard Verdraggebied in het oosten. Het plangebied is verdeeld in drie deelgebieden: de Noordzee, het Waddengebied en het vasteland. De Waddeneilanden en de kust van het vasteland zijn onderdeel van het Waddengebied.

Demarcatie PAWOZ - pVAWOZ

Tussen de onderzoeken voor PAWOZ en pVAWOZ is gewerkt met zogenaamde demarcatiepunten. Omdat de onderzoeken van deze programma's gelijktijdig plaatsvinden is afgesproken tot waar PAWOZ een route onderzoekt en waar pVAWOZ start. Het demarcatiepunt is dus het punt waar de te onderzoeken routes van PAWOZ en pVAWOZ op elkaar aansluiten. Voor kabelsystemen ligt het demarcatiepunt ten westen van windgebied DDW. Voor leidingen ligt het demarcatiepunt ten westen van windgebied TNW.

Afbeelding 1.1 Het plangebied van PAWOZ



1.4 Wat er voorafging aan het Programma

Het startpunt voor PAWOZ zijn de resultaten van drie onderzoeken die in de afgelopen jaren zijn gedaan naar de mogelijkheden om windenergie in Noord-Nederland aan land te brengen. Dit zijn:

- 'Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden' (NOZ TNW (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019): de aansluiting van 700 MW (0,7 GW) met kabelsystemen;
- 'Verkenning Aanlanding Wind op Zee 2030' (VAWOZ 2030 (Rijksdienst voor ondernemend Nederland, 2019): de aansluiting van 4 GW met kabelsystemen;
- 'Onderzoek Innovatie Doorkruising Waddengebied (Royal HaskoningDHV, 2021)': het doorkruisen van het Waddengebied met kabelsystemen en leidingen.

In deze onderzoeken zijn verschillende routes onderzocht om de windparken TNW en DDW met kabelsystemen aan te sluiten op het landelijk hoogspanningsnet. Het Onderzoek Innovatie Doorkruising Waddengebied hield er ook rekening mee dat de windenergie op zee wordt omgezet in waterstof en de energie met leidingen aan land moet worden gebracht. De routes uit deze drie onderzoeken vormen de basis voor de routes die in het concept-NRD zijn opgenomen. Deze is ter inzage gelegd en daarna pas vastgesteld. PAWOZ onderzoekt de routes die op basis hiervan zijn ontwikkeld.

1.5 Samenhang met andere projecten en programma's

Er lopen ook allerlei andere projecten en programma's op de Noordzee, het Waddengebied, en het vasteland. Deze projecten en programma's kunnen invloed hebben op de onderzoeken en uitkomsten van PAWOZ. En andersom. Daarom is het belangrijk om de samenhang goed in beeld te hebben.

Een van die programma's is het programma VAWOZ 2031-2040 (pVAWOZ (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024a). pVAWOZ is het vervolg van VAWOZ 2030 (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2023) en onderzoekt nieuwe aansluitpunten voor windparken op zee die in de periode tussen 2031 en 2040 kunnen worden aangelegd. pVAWOZ gaat over de vraag hoe en via welke route toekomstige windparken op zee kunnen worden aangesloten op land. In PAWOZ wordt de keuze gemaakt over de aansluiting van de windparken DDW en TNW in de buurt van de Eemshaven. PAWOZ legt dus mogelijk al beslag op een aantal routes. Eventuele routes die overblijven kunnen in pVAWOZ worden gebruikt voor de aansluiting van toekomstige windparken. Het besluit hierover gebeurt niet in PAWOZ, maar in pVAWOZ omdat daarin een afweging wordt gemaakt tussen verschillende routes en aanlandlocaties.

Andere projecten en programma's waarmee PAWOZ een relatie heeft:
- Verkenning Aanlanding Wind Op Zee (VAWOZ) 2030;
- Programma Energiehoofdstructuur (PEH);
- Programma Infrastructuur Duurzame Energie (PIDI) 2022;
- de Cluster Energiestrategie van Noord Nederland (CES);
- Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050 (II3050-2);
- Noordzeeakkoord (NZA) (2020);
- Windenergie Infrastructuurplan Noordzee (WIN);
- Integraal Beleidskader natuur Waddenzee (nog niet gepubliceerd);
- Nationaal Waterstof Programma (NWP);
- Hergebruik aardgasleidingen voor waterstoftransport (HGH2) (lopend onderzoek);
- het landelijke en provinciale Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie & Klimaat (MIEK en pMIEK);
- Regionale Energiestrategieën in de provincies Groningen en Friesland (RES).

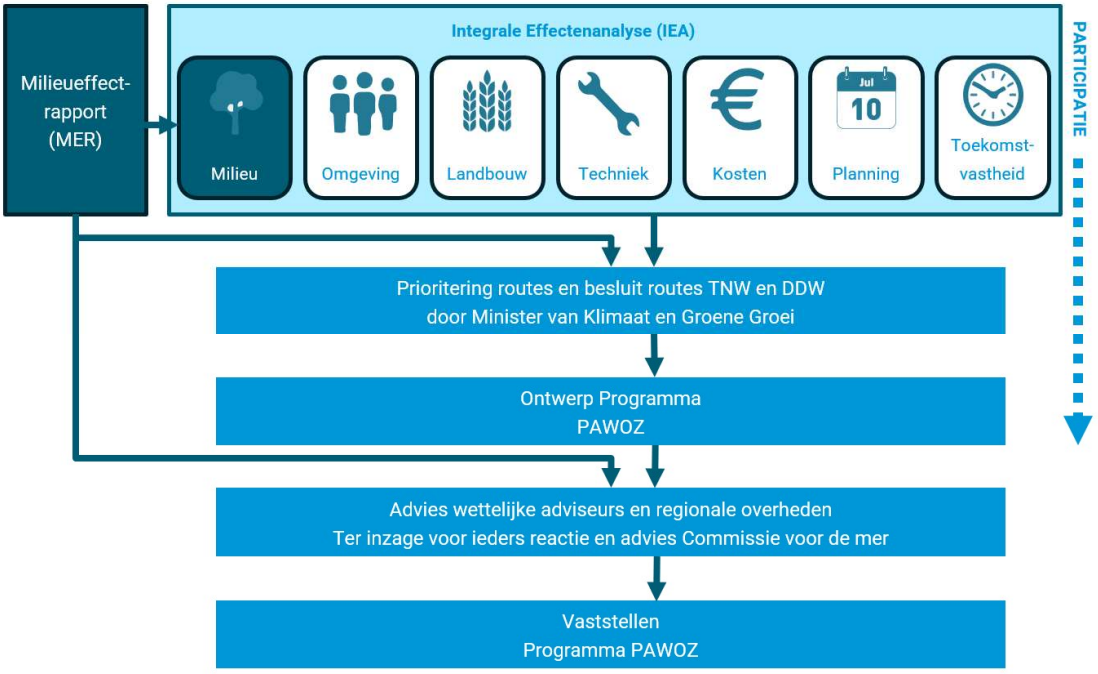
Deze projecten en hun samenhang met PAWOZ zijn verder beschreven in het IEA -deelrapport Toekomstvastheid.

1.6 Relatie Programma, MER en IEA

In het **Programma** voor PAWOZ wordt een besluit genomen over welke routes gebruikt kunnen worden voor de aansluiting van de windparken TNW en DDW. Het Programma zegt ook welke routes de voorkeur hebben om eerst gebruikt te worden voor de aansluiting van toekomstige windparken. En in het Programma worden voorwaarden meegegeven voor de ontwikkeling van de routes en stations. Zoals de aanlegtechniek en de maximale hoeveelheid kabelsystemen en leidingen die kunnen worden aangelegd op een route.

Als onderbouwing van het Programma zijn het voorliggend **Milieueffectrapport (MER)** en de **Integrale Effectenanalyse (IEA)** geschreven. Afbeelding 1.2 geeft de relatie tussen het Programma, het MER en de IEA weer.

Afbeelding 1.2 Relatie Programma, MER en IEA



In het MER en de IEA staan de resultaten van allerlei onderzoeken om de effecten van de kabelsystemen, leidingen en stations te beoordelen. Centraal daarbij staan vragen als:

- waar kunnen de kabelsystemen en leidingen nu en in de toekomst worden gelegd?
- zijn de routes technisch haalbaar?
- zijn de routes vergunbaar?
- is een tunnel als route haalbaar?
- wat zijn de gevolgen voor het milieu per route?
- welke effecten heeft het voor omgevingspartijen zoals de grondeigenaren, de landbouw en de bewoners?

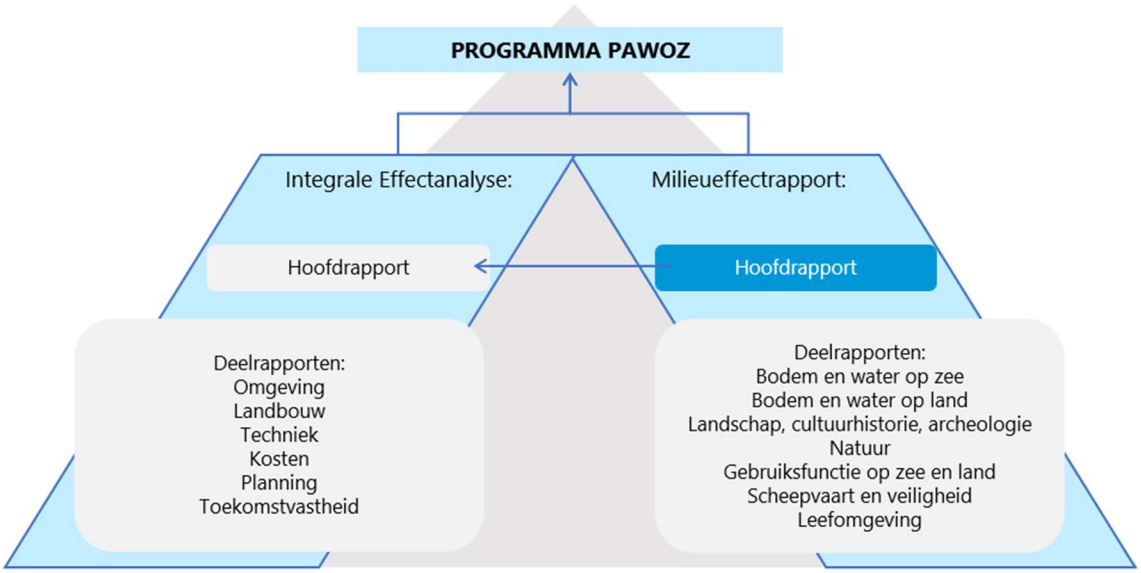
Voor een programma zoals PAWOZ is het verplicht om een MER op te stellen. De aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations kan namelijk gevolgen hebben voor het milieu. In voorliggend MER zijn de resultaten van het onderzoek naar de gevolgen voor het milieu beschreven.

De aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations kan ook gevolgen hebben voor de mensen die in het gebied wonen en de landbouw en visserijsector. Om die belangen ook goed mee te nemen in PAWOZ zijn de effecten op de omgeving in beeld gebracht in de IEA. In de IEA is ook gekeken naar de technieken die worden gebruikt, de effecten op landbouw, de kosten per route, de planning en de toekomstvastheid, dat wil zeggen hoeveel ruimte er nog is voor andere kabels en leidingen. Het thema Landbouw is opgenomen in de IEA als reactie op een zienswijze van LTO en om het belang van landbouw te benadrukken door het thema een herleidbare plek te geven binnen PAWOZ.

1.7 Leeswijzer MER-hoofdrapport PAWOZ

Het MER van PAWOZ bestaat uit een publiekssamenvatting, voorliggend hoofdrapport en zeven deelrapporten. In het hoofdrapport staan de hoofdlijnen over de milieueffecten voor de besluitvorming over het Programma. In de deelrapporten staan de effectbeschrijvingen en beoordelingen van alle thema's.

Afbeelding 1.3 Positie van dit hoofdrapport in de rapportagestructuur van de IEA en het MER



De eerste hoofdstukken van dit hoofdrapport geven het kader van het MER. Hoofdstuk 2 gaat in op de merplicht van PAWOZ, de benodigde besluiten, het bevoegd gezag en de beleid-, wet- en regelgeving. Hoofdstuk 3 bespreekt de huidige situatie en de toekomstige ontwikkelingen in het plangebied.

De volgende hoofdstukken leggen uit wat er eigenlijk gaat gebeuren. Hoofdstuk 4 beschrijft de onderdelen van het nieuwe elektriciteitsnet, waterstofnetwerk en het tunnelsysteem. In dit hoofdstuk staat ook een korte beschrijving van de aanlegwerkzaamheden. Hoofdstuk 5 beschrijft welke routes en stationslocaties er zijn onderzocht.

In Hoofdstuk 6 staat de aanpak van de uitgevoerde milieuonderzoeken. En in Hoofdstuk 7 staat het resultaat van de milieuonderzoeken voor de routes en stations op de Noordzee, de Waddenzee en het vasteland.

Hoofdstuk 8 legt uit welke aannames er zijn gedaan voor zaken waar we nu nog onvoldoende kennis over hebben. En wat de invloed van meer kennis kan zijn op de effectbeoordeling van dit MER. Dit hoofdstuk geeft ook een aanzet voor eventuele monitoring waarmee de werkelijk optredende gevolgen gemeten kunnen worden.

Ten slotte geeft Hoofdstuk 9 een samenvatting van de belangrijkste bevindingen van het MER en beschrijft het vervolgproces over de besluitvorming van PAWOZ.

PAWOZ gaat over een technische ontwikkeling en de effecten daarvan. Hoewel dit hoofdrapport voor een breed lezerspubliek is geschreven, zijn hier en daar toch technische termen gebruikt. Deze termen zijn in de tekst uitgelegd. Achter in het rapport staat een woordenlijst met een uitleg van de technische termen en afkortingen. Daarna is een bronnenlijst opgenomen.

In Bijlage I staan het algemene wettelijke en beleidskader. Bijlage II is de Notitie Routeontwikkeling. In Bijlage III staat de Heritage Impact Assessment. Bijlage IV is een notitie over de biodiversiteit en circulariteit van PAWOZ.

2

BESLUITEN, MER-PLICHT, WETTEN EN BELEID

De mogelijke routes door de Noordzee, het Waddengebied en het vasteland en de stationslocaties worden vastgelegd in het Programma voor PAWOZ. De procedure voor de milieueffectrapportage wordt doorlopen voor de vaststelling van het Programma. Veel ruimte op zee en het vasteland is al in gebruik, of heeft een beschermde status zodat gebruik niet is toegestaan. Daarom staat de ruimtevraag centraal bij het bepalen van de mogelijke routes en stationslocaties. In dit hoofdstuk is uitgelegd wie er bevoegd gezag is voor het Programma. En hoe in de milieueffectrapportage-procedure onderzoek is gedaan naar de milieueffecten en de kansen en risico's per route met het oog op mitigerende maatregelen en compensatie.

2.1 Besluitvorming over PAWOZ

De naam Programma Aansluiting Wind op Zee – Eemshaven geeft aan dat het om een programma gaat. Een programma is een nieuw instrument onder de Omgevingswet. In dit geval legt het programma de ruimte vast, waarin het voornemen is gepland. Deze ruimte is een deel van de Noordzee, de Waddenzee en het vasteland in Noord-Nederland. Dit gebeurt op een hoog abstractieniveau. Dat betekent dat er alleen wordt vastgelegd wat er in een bepaalde ruimte gaat gebeuren. Na het Programma volgt een project-mer voor de vervolgbesluiten. Hierin wordt de precieze ruimte voor de aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations vastgelegd.

PAWOZ is kaderstellend voor alle projecten waarbij kabelsystemen en/of leidingen vanaf windparken op zee naar de Eemshaven worden aangelegd. Dit betekent dat PAWOZ de ruimte en uitgangspunten voor deze projecten vaststelt. Dit gaat in elk geval om de geplande windparken TNW en DDW. In de toekomst kunnen er ook nog andere windgebieden op zee worden aangewezen, die worden aangesloten op de Eemshaven.

Wie neemt het besluit?
PAWOZ gaat over een groot plangebied met verschillende kenmerken en belangen. De keuzes gaan over het gebruik van de beschikbare ruimte en zijn van invloed op natuur, scheepvaart, landbouw, visserij, leefbaarheid en de economie in het gebied.

Over het Programma en de keuzes daarin wordt uiteindelijk een besluit genomen. De minister van Klimaat en Groene Groei stelt in overleg met het Bestuurlijk Overleg Waddengebied formeel het Programma vast. In het Bestuurlijk Overleg Waddengebied zitten verschillende nationale en regionale overheden en belangengroepen. Ze werken samen aan besluiten over regionale ontwikkelingen in het gebied.

2.2 Mer-procedure bij de besluitvorming

Wat er in PAWOZ wordt vastgelegd, kan effecten hebben op het milieu en de leefomgeving. Daarom is het voor PAWOZ verplicht om een milieu-effectrapportageprocedure (mer) te doorlopen en een milieueffectrapport (MER) te maken. Dat staat in de Omgevingswet. De mer-procedure bestaat uit een aantal wettelijke voorgeschreven stappen. Omdat het gaat om een programma, gaat het om een plan-MER. Dit plan-MER en de bijbehorende deelrapporten bevatten informatie op een detailniveau dat hoort bij het niveau van een programma. De resultaten van het MER worden meegenomen bij opstellen van het Programma. De minister van Klimaat en Groene Groei is initiatiefnemer en bevoegd gezag voor het Programma en deze mer-procedure.

Waarom een mer-plicht?

In de Omgevingswet staat wanneer het verplicht is om de mer-procedure te doorlopen en een MER te maken. Dat moet als een programma kaders stelt voor projecten die grote milieueffecten kunnen hebben. Of als er een Passende Beoordeling voor de gevolgen op Natura 2000-gebieden moet worden gemaakt.

PAWOZ is mer-plichtig om de volgende redenen:

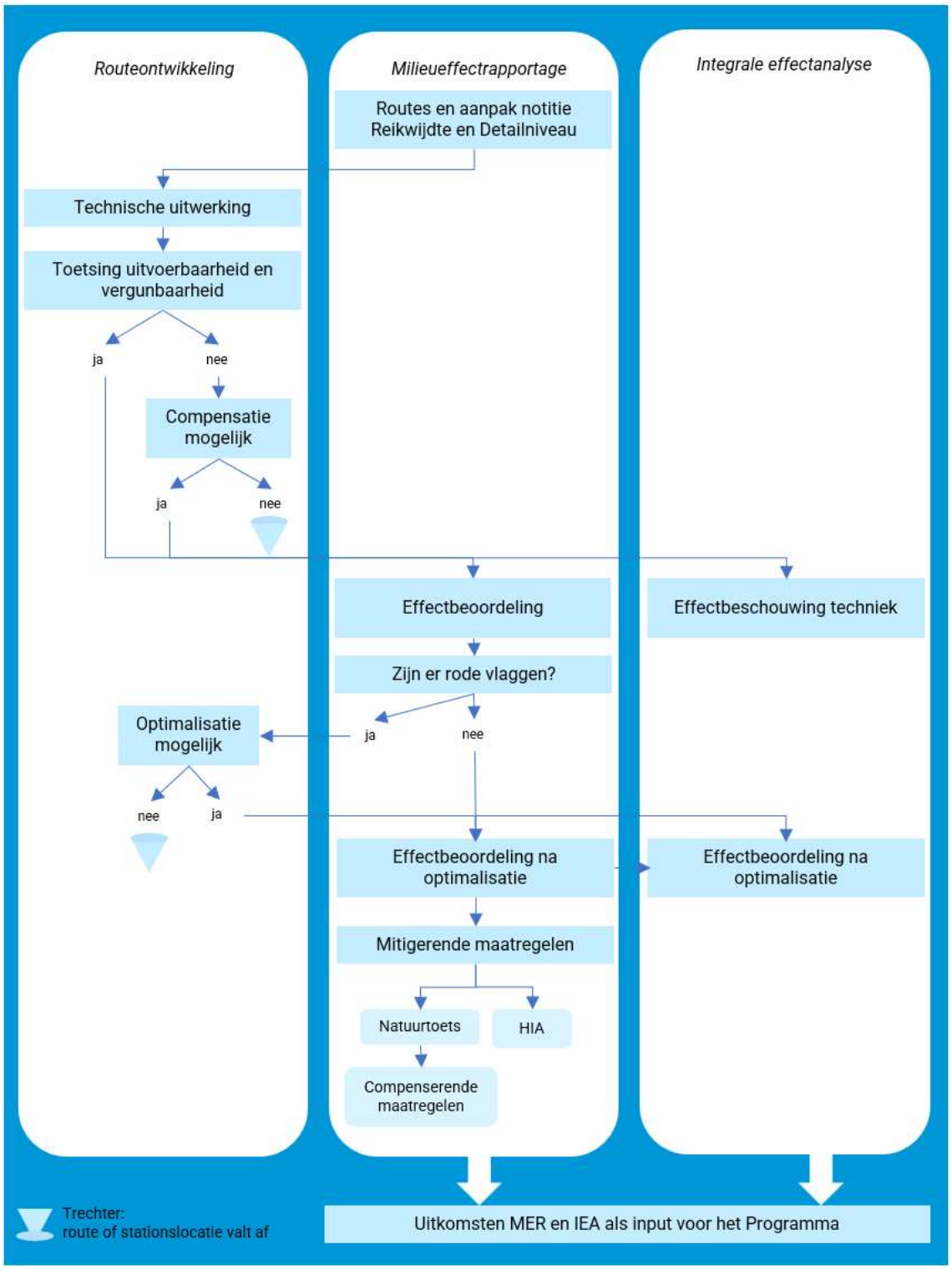
- PAWOZ is kaderstellend voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen. Deze vallen onder de categorie J8 en J9 uit bijlage V van het Omgevingsbesluit;
- de vervolgbesluiten van PAWOZ, zoals projectbesluiten en vergunningen, kunnen grote milieueffecten hebben (artikel 16.36 lid 1 van de Omgevingswet);
- voor PAWOZ moet een Passende Beoordeling worden gedaan, omdat er effecten kunnen optreden op Natura 2000 gebieden (artikel 16.36 lid 2 van de Omgevingswet).

Er zijn ook activiteiten binnen PAWOZ die een mer-beoordelingsplicht hebben. Dat geldt bijvoorbeeld voor de bemalingen en de landaanwinning voor het tunnelsysteem. Deze vallen onder categorie K1 en J13 uit bijlage V van het Omgevingsbesluit. Een mer-beoordeling betekent dat moet worden onderzocht of de effecten zo groot kunnen zijn dat er een mer-procedure moet worden doorlopen.

2.3 De rol van het MER en de IEA bij het bepalen van de mogelijke routes

In het processchema in Afbeelding 2.1 staan de stappen die zijn doorlopen in de mer-procedure, IEA en routeontwikkeling. In die stappen zijn de mogelijke routes en stationslocaties voor het Programma bepaald. Onderweg zijn verschillende routes en een stationslocatie afgevallen.

Afbeelding 2.1 Processchema van de doorlopen stappen in de routeontwikkeling, mer en IEA in de trechtering van routes voor het Programma



Bij het opstellen van een MER en het vaststellen van een programma moeten ‘redelijke alternatieven’ worden onderzocht. Wanneer een alternatief op voorhand niet haalbaar is (technisch niet uitvoerbaar en/of vergunbaar) hoeft deze niet te worden onderzocht. In het route-ontwikkelingsproces is voor elke route een ‘robuust ontwerp’ gemaakt. Een robuust ontwerp betekent dat het zowel technisch uitvoerbaar als vergunbaar lijkt op basis van de beschikbare informatie.

De routes zijn eerst technisch uitgewerkt in de Notitie Routeontwikkeling (NRO). Dat wil zeggen: welke aanlegtechniek wordt ingezet op welk deel van de route. Er worden alleen bewezen en beschikbare technieken gebruikt. Daardoor kan dat wat wordt ontworpen, later ook echt worden gemaakt.

Daarna is in de NRO onderzocht wat de effecten van de aanlegtechnieken op de zeebodem en de natuurwaarden in het Waddengebied zijn. Er is, op advies van de Commissie mer, eerst naar deze twee onderwerpen gekeken, omdat deze effecten doorslaggevend kunnen zijn voor de vergunbaarheid van de routes in het Waddengebied. Als blijkt dat een route onvergunbaar lijkt op basis van de beschikbare informatie, dan is die route afgevallen (getrechterd) voor verder onderzoek.

Waarom zijn de effecten op de zeebodem en natuurwaarden doorslaggevend?
Dat komt door de bijzondere natuurwaarden van de Waddenzee en de speciale regels die daarvoor gelden (UNESCO-werelderfgoed en Natura 2000-gebied). Om vast te stellen of er wel een vergunning kan worden verleend, is voor elke Waddenzeeroute gekeken of het mogelijk is om maatregelen te nemen waarmee effecten op de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied helemaal worden voorkomen. Als dat niet mogelijk is, dan is gekeken of er compensatie van de effecten mogelijk is op andere plekken. Dat heeft te maken met de Passende Beoordeling en de ADC-toets die in zo'n geval moeten worden gedaan (zie paragraaf 6.2.3).

De routes die overbleven, zijn in het MER verder onderzocht en beoordeeld op de overige natuureffecten, en op effecten op bodem, water, landschap, cultuurhistorie, archeologie, veiligheid, leefomgeving, scheepvaart en de overige gebruiksfuncties. De routes zijn in de Integrale Effectanalyse (IEA) ook onderzocht op techniek. Tijdens de eerste ronde effectbeoordeling was voor dit thema voldoende informatie bekend om dit mee te kunnen nemen. Als er in deze eerste ronde effectbeoordeling sterk negatieve effecten werden gevonden, de zogenaamde rode vlaggen, dan is gekeken of het mogelijk is om de route of de aanlegtechniek aan te passen. Zo zijn de routes geoptimaliseerd en is onderzocht of er zicht is op compensatie van het negatieve effect (zie paragraaf 6.2.3). Ook in deze stap zijn routes afgevallen (getrechterd) als er geen oplossingen konden worden gevonden voor de rode vlaggen.

De uiteindelijk overgebleven, geoptimaliseerde routes zijn in het MER en de IEA nog eens beoordeeld in een tweede ronde effectbeoordeling. De routes zijn in het MER op dezelfde effecten beoordeeld als in de eerste effectbeoordeling. De routes zijn in de IEA onderzocht op techniek, landbouw, kosten, planning, toekomstvastheid en omgeving. Als er negatieve effecten kunnen optreden, zijn er mitigerende maatregelen voorgesteld om die effecten te beperken. Ook in dit proces zijn routes en een stationslocatie afgevallen, omdat geen mitigerende maatregelen gebruikt kunnen worden om de negatieve effecten te beperken. De overgebleven routes en stations zijn ten slotte in een Natuurtoets (bestaande uit een Passende Beoordeling en soortentoets) beoordeeld op de effecten op Natura 2000 en beschermde soorten (zie paragraaf 6.2.3). In Hoofdstuk 18 Compensatie van deelrapport Natuur is gekeken naar de mogelijkheden voor compensatie van negatieve effecten op Natura 2000. In een werelderfgoed beoordeling (in het Engels: heritage impact assessment, HIA) zijn de effecten op de erfgoedwaarden van het UNESCO werelderfgoed beoordeeld. Zo zijn de resultaten van de mer-procedure en de IEA gebruikt voor het bepalen van de mogelijke routes die uiteindelijk in het Programma zijn opgenomen.

2.4 Wat er voorafging aan de publicatie van dit MER

In elke stap van de mer-procedure heeft overleg met de regionale belangenpartijen plaatsgevonden. De inbreng vanuit de omgeving is meegenomen bij het uitwerken en onderzoeken van routes in het MER en de IEA. Beschikbare informatie is zo veel als mogelijk vroegtijdig gecommuniceerd en online gepubliceerd op de PAWOZ Website (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2024b). In het IEA-deelrapport Omgeving zijn de vraagstukken, die zijn opgehaald in het participatieproces, beschreven.

2.4.1 Kennisgeving voornemen en voorstel voor participatie

Het bevoegd gezag heeft in een openbare kennisgeving bekend gemaakt dat voor PAWOZ de besluitvorming wordt gestart. Daarin staat wie welke mogelijkheid heeft om samen te werken aan de ontwikkeling van het Programma en de bijbehorende onderzoeken. Dat wordt participeren genoemd.

Van 15 april 2022 tot en met 27 mei 2022 hebben het Voornemen en het Voorstel voor participatie van PAWOZ ter inzage gelegen. In die periode was het mogelijk om een reactie te geven door een zogenaamde zienswijze in te dienen. Op 21 april 2022 was er een online informatiebijeenkomst.
Op het Voornemen en Voorstel voor participatie zijn 13 reacties binnengekomen. Deze reacties zijn gebundeld in een inspraakbundel. De antwoorden hierop staan in de Nota van Antwoord. De Nota van Antwoord, de inspraakbundel, het Voornemen en het Voorstel tot participatie zijn te vinden op de website van Bureau Energieprojecten (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024b).

2.4.2 Notitie Reikwijdte en Detailniveau

Concept NRD
De eerste stap van de mer-procedure was het opstellen van de conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau (concept-NRD). Dit is de onderzoeksagenda voor PAWOZ. Hierin staat welke routes worden onderzocht en welke onderzoeken worden gedaan in het MER en de IEA. Tijdens de NRD-fase zijn meerdere bijeenkomsten georganiseerd voor verschillende belanghebbenden.

Adviezen en zienswijzen
De minister heeft met deze notitie adviezen en zienswijzen ingewonnen van adviseurs, betrokken instanties, de Commissie mer, belanghebbende partijen en andere belanghebbenden. Een belanghebbende is iemand die bij dit Programma een bepaald belang heeft, bijvoorbeeld een overheid, (maatschappelijke) organisatie, grondeigenaar, agrariër of bewoner.

Van 30 september 2022 tot en met 10 november 2022 heeft de concept-NRD ter inzage gelegen. Iedereen kon in deze periode een reactie indienen op de concept-NRD. Er zijn in totaal 29 reacties binnengekomen.

Advies Commissie mer
Bevoegd gezag heeft de Commissie mer gevraagd een werkgroep te vormen voor PAWOZ en te adviseren over de concept-NRD. Op 28 november 2022 heeft de Commissie mer advies uitgebracht over de concept-NRD en de zienswijzen meegenomen in haar advies. Het advies is beschikbaar op de website van de Commissie mer (Commissie mer, 2022).

Commissie mer
De Commissie mer heeft de inhoud van de NRD, de NRO, het MER en de IEA beoordeeld. In de Commissie mer zitten onafhankelijke deskundigen uit het bedrijfsleven, de wetenschap en kennisinstellingen. Zij kijken of de noodzakelijke informatie voor de besluitvorming aanwezig is. Dat wil zeggen of alle belangen voldoende zijn meegenomen en of de onderzoeken goed zijn uitgevoerd en de juiste conclusies zijn getrokken.

Definitieve NRD
De minister heeft de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) voor PAWOZ vastgesteld op 30 januari 2023 (zie officiële bekendmaking van de vaststelling (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2023b)). De definitieve NRD en de Nota van Antwoord zijn te vinden op de website van Bureau Energieprojecten (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024b).

2.4.3 Notitie Routeontwikkeling

Notitie Routeontwikkeling Deel 1 en Deel 2
In de Notitie Routeontwikkeling (NRO) is het proces van routeontwerp beschreven. Hierin zijn de routes uit de NRD verder uitgewerkt en is bepaald welke routes wel en niet technisch uitvoerbaar en vergunbaar zijn.

In de definitieve NRD zijn 4 routes in de Noordzee, en 8 routes voor kabelsystemen en 10 routes voor leidingen in het Waddengebied naar voren gekomen als mogelijke routes om te onderzoeken. In de NRO is gekeken naar de techniek en effecten van deze routes op de ecologie en morfologie in het Natura 2000-gebied Waddenzee.

Er is een eerste inschatting gemaakt of kabelsystemen en leidingen op de routes aangelegd kunnen worden en of ze vergunbaar lijken. Tijdens de NRO-fase zijn meerdere bijeenkomsten georganiseerd voor verschillende belanghebbenden.

Op basis van het onderzoek in de NRO zijn verschillende routes afgevallen omdat deze niet uitvoerbaar of vergunbaar lijken te zijn. Dit geldt voor de Meeuwenstaart-, Horsborngat- en Geul Rottums-routes. De Boschgat route valt af voor de waterstofleiding, maar de kabelsystemen worden hier nog wel onderzocht. De overgebleven routes zijn verder onderzocht in het MER en de IEA.

Review Waddenacademie en Commissie voor de milieueffectrapportage
De Notitie Routeontwikkeling Deel 1 en Notitie Routeontwikkeling Deel 2 zijn getoetst door de Waddenacademie en de Commissie mer. De adviezen van de Commissie mer zijn beschikbaar op de website van de Commissie mer (Commissie mer, 2022).

Op 3 augustus 2023 heeft de Commissie mer advies uitgebracht over de Notitie Routeontwikkeling Deel 1. De Commissie adviseert om voor de afgevallen routes beter te beargumenteren wat het effect is op de beschermde natuur in het Natura 2000-gebied Waddenzee, en of er mogelijkheden zijn voor compensatie.

Naar aanleiding van het advies is de Notitie Routeontwikkeling Deel 2 aangevuld met de redenen waarom de afgevallen routes negatieve effecten hebben op de beschermde natuur in het Natura 2000-gebied Waddenzee. Ook is beschreven waarom er geen mogelijkheden zijn voor compensatie van deze effecten. Op 23 november 2023 heeft de Commissie mer advies uitgebracht over de Notitie Routeontwikkeling Deel 2. De Commissie mer gaf aan dat de Notitie Routeontwikkeling Deel 2 de essentiële milieu-informatie om een besluit te kunnen nemen over welke routes in het MER onderzocht kunnen worden.

2.4.4 Opstellen en indienen MER en IEA en het Programma

Eerste ronde effectbeoordeling MER en IEA
In het MER en de IEA zijn de milieueffecten en de overige effecten van de aanleg, het gebruik en het onderhoud van kabelsystemen, leidingen en stations op de overgebleven routes uit de NRO onderzocht. De effecten zijn beoordeeld in een eerste ronde effectbeoordeling.

Notitie Routeontwikkeling Deel 3
In de NRO Deel 3 zijn optimalisaties gezocht voor de routes waar in de eerste ronde effectbeoordeling sterk negatieve effecten (rode vlaggen) zijn gevonden. Naar aanleiding van deze onderzoeken zijn opnieuw routes afgevallen en gewijzigd om de effecten van de aanleg van kabelsystemen of leidingen te beperken.

Milieueffectrapport en Integrale Effectanalyse
De effecten van de geoptimaliseerde routes en stations zijn opnieuw beoordeeld in het MER en de IEA. Hieruit blijkt waar en op welke thema's er negatieve effecten ontstaan en welke kansen en risico's er gelden als er kabelsystemen, leidingen of stations op de routes worden aangelegd. Tijdens deze fase zijn meerdere bijeenkomsten georganiseerd voor verschillende belanghebbenden. Het MER en de IEA zijn door het bevoegd gezag gebruikt ter ondersteuning van de besluitvorming in het Programma.

Programma

De minister van Klimaat en Groene Groei stelt het Programma vast. Daarin staat welke routes en stationslocaties gebruikt gaan worden voor de aansluiting van de windparken TNW en DDW. In het Programma staat ook de prioritering van de routes en stationslocaties die voor de aansluiting van toekomstige windparken kunnen worden gebruikt.

2.5 Vervolgstappen in de procedure na publicatie van dit MER

Ter inzage van het ontwerpprogramma en toetsing van het MER en de IEA

De minister van Klimaat en Groene Groei legt het ontwerpprogramma ter inzage, met het MER en de IEA. Ze raadpleegt de wettelijke adviseurs en betrokken instanties over de inhoud van het MER, de IEA en het te nemen ontwerpbesluit. Iedereen kan een zienswijze indienen gedurende een periode van 6 weken. De Commissie mer toetst of het MER en de IEA alle relevante informatie bevat voor de besluitvorming en neemt ook de zienswijzen mee in haar advies.

Besluitvorming

Vervolgens stelt de minister van Klimaat en Groene Groei het Programma definitief vast. Bij het definitief vaststellen staat in een Nota van Antwoord hoe de adviezen en zienswijzen zijn gebruikt. Vervolgens wordt het vaststellingsbesluit bekend gemaakt. In het Programma worden de verschillende stappen van de projectprocedure om tot een projectbesluit te komen verder toegelicht.

Geen mogelijkheid tot beroep

Het Programma is zelfbindend. Dit betekent dat het Programma alleen geldt voor het bestuur dat het heeft vastgesteld. Hierdoor kan niet in beroep worden gegaan tegen het vaststellen van het Programma.

2.6 Vervolgbesluiten

2.6.1 Projectbesluiten en vergunningen

PAWOZ onderzoekt op welke routes er voldoende ruimte is voor de aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations. En met welke voorwaarden er kabelsystemen, leidingen en stations kunnen worden aangelegd.

De minister van Klimaat en Groene Groei maakt vervolgens de afweging voor het daadwerkelijk gebruiken van routes en stationslocaties voor windparken TNW en DDW en welke routes er nog meer mogelijk zijn. Zodra is besloten welke route(s) worden gebruikt voor TNW, DDW en toekomstige windparken, kan een projectprocedure starten voor de aanleg van kabelsystemen of leidingen tussen toekomstige windparken en de Eemshaven. Dit is de procedure om te komen tot een projectbesluit. In het Programma worden de verschillende stappen van de projectprocedure om tot een projectbesluit te komen verder toegelicht.

Een projectbesluit is een verdere uitwerking van wat er in de vastgestelde ruimte van het Programma precies gaat gebeuren. In een projectbesluit wordt een concrete route van een windpark naar de Eemshaven vastgelegd en in meer detail uitgewerkt. Het projectbesluit legt daarmee de basis voor bijvoorbeeld vergunningen die nodig zijn voor de aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations.

PAWOZ is kaderstellend voor alle projecten waarbij kabelsystemen of leidingen vanaf windparken op zee naar de Eemshaven worden aangelegd. Dat betekent dat het projectbesluit moet voldoen aan dat wat is afgesproken in het Programma.

2.6.2 Project-mer voor vervolgbesluiten

Voor een projectbesluit en de vergunningen die nodig zijn voor de aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations geldt ook een mer-plicht. Er moet opnieuw een mer-procedure worden doorlopen, in dit geval een zogenaamde project-mer. In een project-mer worden de milieueffecten in meer detail onderzocht.

Anders dan bij het Programma, is de initiatiefnemer voor het projectbesluit en het project-mer de partij die de kabelsystemen of leidingen aanlegt. Voor de aanleg van kabelsystemen is wettelijk vastgelegd dat dit TenneT is, als beheerder van het landelijke hoogspanningsnet. Op 2 december 2022 heeft de minister aan de Tweede Kamer laten weten dat hij Gasunie wil aanwijzen om het waterstofnetwerk op zee te ontwikkelen (kamerbrief 2 december 2022 (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2022)). Dat heeft de minister in 2024 bevestigd (kamerbrief 6 juni 2024 (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024a). Het gaat hier om leidingen. De definitieve aanwijzing van Gasunie kan plaatsvinden na de wijziging van de Gasrichtlijn in de Energiewet.

De minister van Klimaat en Groene Groei en de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties zijn het bevoegd gezag voor het projectbesluit en het project-mer. Zij stellen het projectbesluit vast.

2.7 Beleid, wetten en regels

PAWOZ draagt bij aan het aansluiten van windparken op zee en daarmee aan het terugbrengen van de Nederlandse CO_2-uitstoot en de energietransitie van Nederland. Daarmee past PAWOZ binnen de geldende beleidskaders en Europese en Nederlandse wetgeving voor klimaatdoelstellingen en CO_2-reductie. De Omgevingswet vormt het belangrijkste kader voor de uitgangspunten en randvoorwaarden voor de aanleg, het gebruik en het onderhoud van kabelsystemen, leidingen en stations. Maar ook andere (inter)nationale afspraken, wetten en regels over ruimtelijke ordening, milieu, natuur, veiligheid, archeologie en cultuurhistorie zijn van toepassing. Het is belangrijk dat PAWOZ en het MER voldoen aan de randvoorwaarden uit deze wet- en regelgeving en beleidsdocumenten. In Bijlage I zijn de belangrijkste wetten en beleidsdocumenten die gelden voor PAWOZ genoemd. In de verschillende deelrapporten staat het thematische beleid en de wetten en regels waaraan de effecten zijn beoordeeld.

3

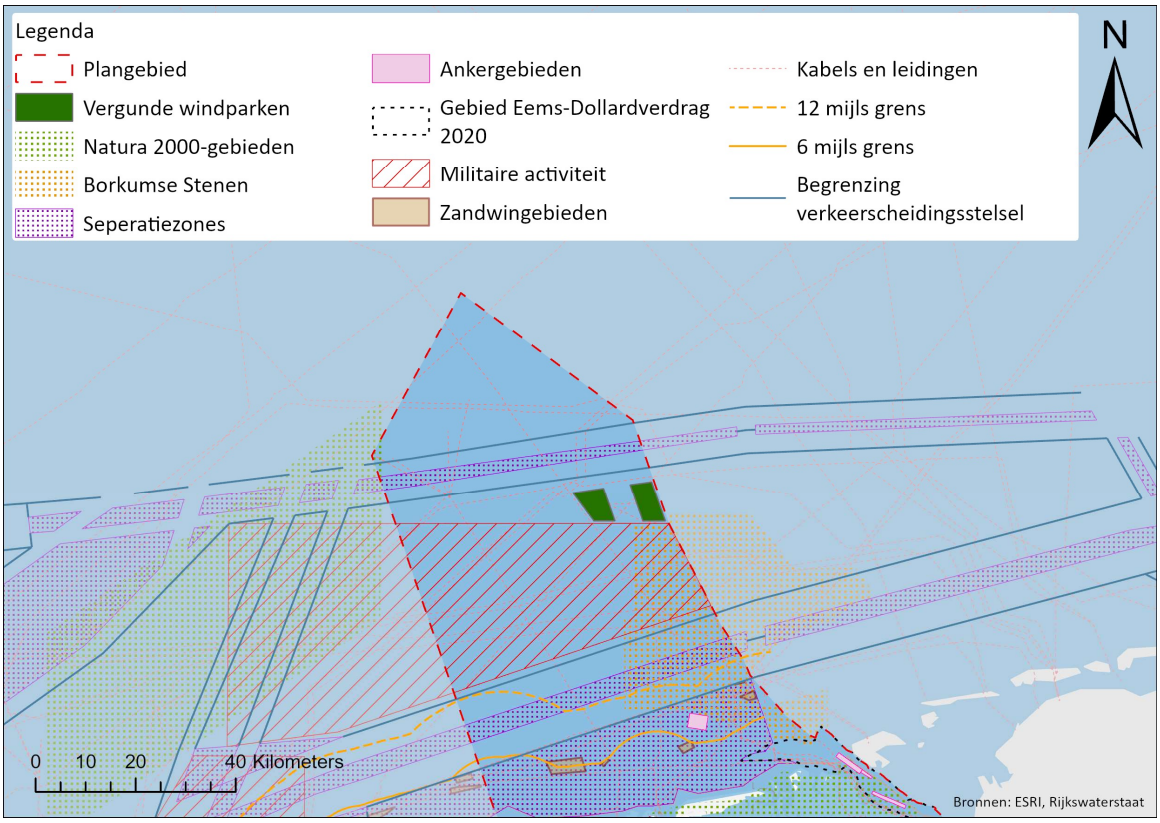
HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELINGEN

In een MER worden de effecten bepaald ten opzichte van een situatie in de toekomst, waarbij de het voornemen niet doorgaat. Dit is de situatie waarbij er geen kabelsystemen, leidingen en stations worden aangelegd om windparken op de Noordzee aan te sluiten op de Eemshaven. Dat wordt de referentiesituatie genoemd. De referentiesituatie bestaat uit de huidige situatie (hoe is het nu?) en alle ontwikkelingen waarvan al zeker is dat ze gaan plaatsvinden (wat gebeurt er in de toekomst?), de zogenoemde autonome ontwikkelingen. In dit MER is daarbij gekeken naar het zichtjaar 2040. In dit hoofdstuk staan de hoofdlijnen van de huidige situatie en autonome ontwikkelingen van PAWOZ. In de deelrapporten van het MER is per thema de bijbehorende huidige situatie en autonome ontwikkeling beschreven.

3.1 Huidige situatie op de Noordzee

In Afbeelding 3.1 staan de belangrijke waarden en functies op de Noordzee in het plangebied van PAWOZ.

Afbeelding 3.1 Huidige situatie op de Noordzee



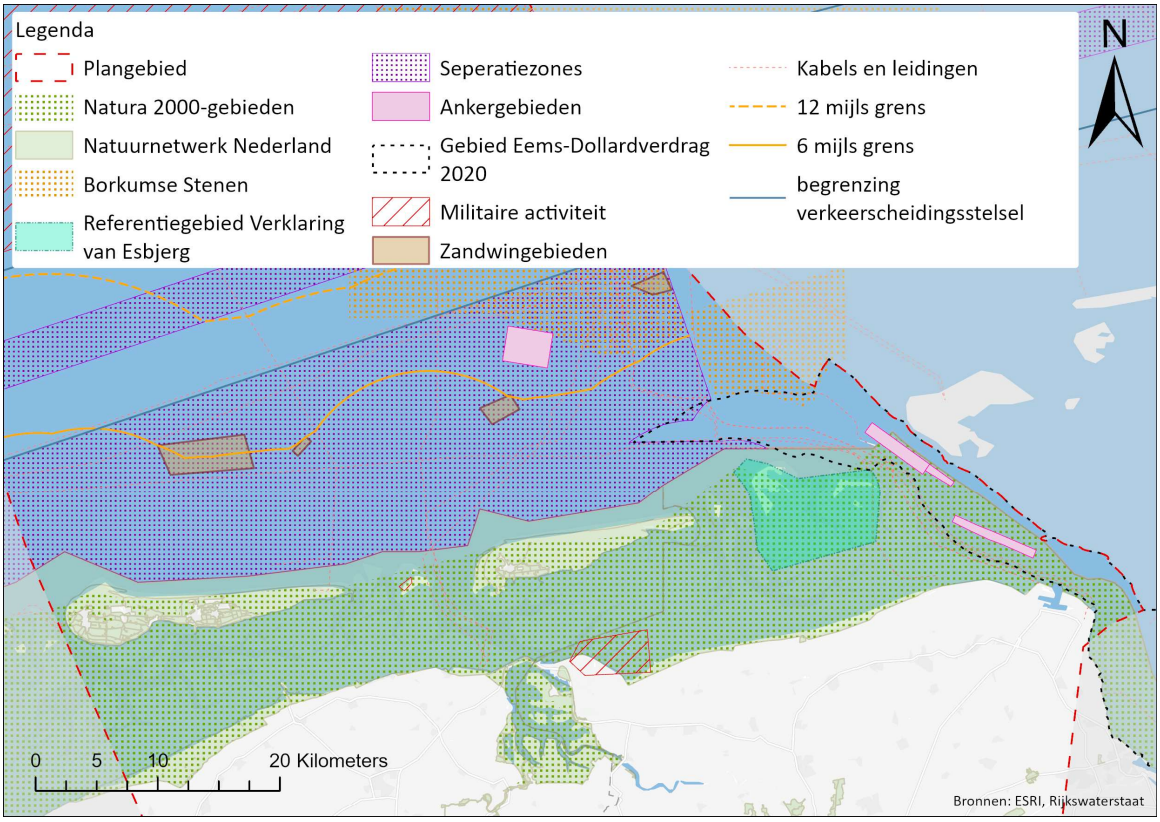
Het gedeelte van de Noordzee dat in het plangebied valt, wordt voor verschillende doeleinden gebruikt. Zo is er een militair oefengebied waar vliegtuigen en schepen schietoefeningen uitvoeren. Door het plangebied lopen twee belangrijke scheepvaartroutes en het gebied wordt gebruikt voor de visserij en de pleziervaart. Er liggen verschillende kabels en leidingen onder en over de zeebodem. Ook liggen er scheepswrakken en andere archeologische waarden verspreid op en in de zeebodem.

Ten westen, net buiten het plangebied, ligt het Natura 2000-gebied Friese Front. Dit is een beschermd natuurgebied met een hoge biodiversiteit en bodemleven door de overgang van ondiepe naar diepere wateren. Het gebied 'Borkumse Stenen' ligt in het oosten van het plangebied. De zeebodem in dit gebied ligt vol met restanten van vroegere gletsjers, zoals grind en grote stenen. Hierdoor is het een broedplaats voor bijzondere dieren. Daardoor heeft het een hoge biodiversiteit.

3.2 Huidige situatie van het Waddengebied

Dit MER gebruikt voor het Waddengebied de definitie uit de Agenda voor het Waddengebied 2050 (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2020). Dat betekent dat het Waddengebied bestaat uit het Natura 2000-gebied de Waddenzee (inclusief de Eems-Dollard), de Waddeneilanden, het Natura 2000-gebied de Noordzeekustzone grenzend aan de Waddeneilanden, en de kust van de provincies Noord-Holland, Fryslân en Groningen. Belangrijke waarden en functies van in het Waddengebied zijn weergegeven in Afbeelding 3.2.

Afbeelding 3.2 Huidige situatie in het Waddengebied



Het Nederlandse Waddengebied (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2022) is in 2009 aangewezen als Natura 2000-gebied, waarmee het beschermd is onder de Omgevingswet. De Waddenzee is één van de laatst overgebleven, grootschalige, bij eb droogvallende, ecosystemen waar natuurlijke processen blijven werken. In en rondom de Waddenzee liggen meerdere diepe en ondiepe getij geulen.

De Waddenzee en de kustzone zijn relatief ondiep en hebben een vlakke kust. Er komen veel verschillende dieren en plantensoorten voor. Vanwege de unieke geologische en ecologische waarden is het Waddengebied in 2009 ook aangewezen als UNESCO werelderfgoed en is de Outstanding Universal Value (Wadden Sea World Heritage, n.d.) erkend.

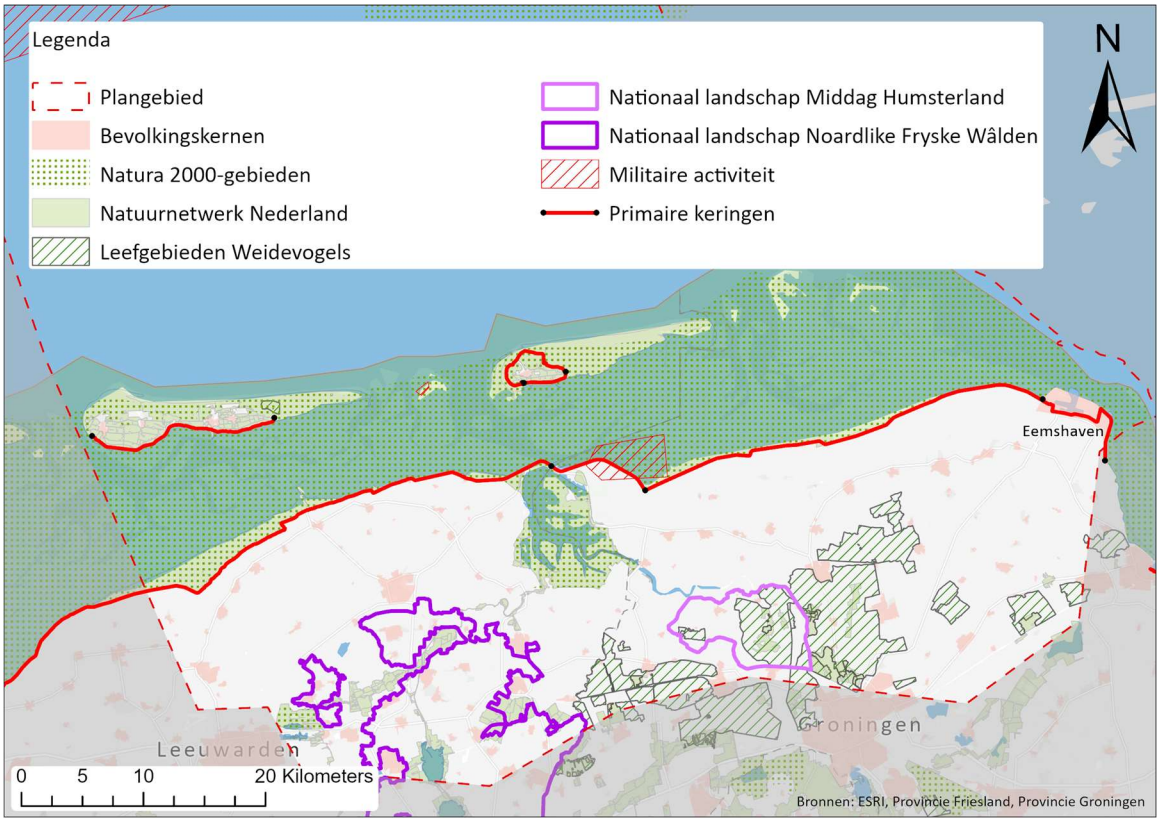
In het plangebied liggen verschillende vaargeulen die onder andere door de veerdiensten naar de Waddeneilanden (Ameland en Schiermonnikoog) worden gebruikt. Deze vaargeulen worden op diepte gehouden door baggervaartuigen. De Waddenzee wordt gebruikt door de beroepsvisserij en de pleziervaart. Er zijn wadlooproutes. Een deel van het militaire oefengebied Marnewaard ligt in het plangebied. Ook liggen er kabels op de zeebodem voor de energievoorziening, datakabels en water- en gasleidingen naar de Waddeneilanden.

Een onderdeel van het Waddengebied is de Eemsmonding. Dit is het gebied waar de rivier de Eems de Waddenzee en Noordzee instroomt. Hier liggen vaargeulen voor scheepvaart van bijvoorbeeld Emden of Delfzijl richting zee. Dit scheepsverkeer vaart met name via de Westereems. De grens van Nederland en Duitsland loopt door de Eemsmonding. Over hoe deze precies loopt verschillen Nederland en Duitsland al heel lang van mening. Om te zorgen voor een gemeenschappelijk beleid in dit gebied is er een verdrag opgesteld dat door beide landen is ondertekend. Hierin zijn tussen Nederland en Duitsland afspraken gemaakt over het gemeenschappelijk beheer en gebruik van het gebied. In dit verdrag staat dat Duitsland het bevoegd gezag is over scheepvaartveiligheid. De aanleg van kabelsystemen en leidingen heeft mogelijk effect op de scheepvaart. Daarom moet er een uitvoeringsvergunning Strom- und Schifffahrtpolizeiliche Genehmigung worden aangevraagd bij de Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS).

3.3 Huidige situatie op land

Het plangebied valt in het noordelijke deel van de provincies Fryslân en Groningen, met daarin de gemeenten Noardeast-Fryslân, Het Hogeland en de Eemsdelta. Woonkernen, zoals Dokkum, Pieterburen, Usquert, Uithuizen en Uithuizermeeden, liggen in het agrarisch gebied. De hoogwaardige landbouwgronden worden vooral gebruikt voor het telen van pootaardappelen. Verder landinwaarts liggen de gemeenten Westerkwartier, Dantumadiel en Tytsjerksteradiel. Afbeelding 3.3 geeft de belangrijke gebruiksfuncties en waarden op land weer.

Afbeelding 3.3 Huidige situatie op land



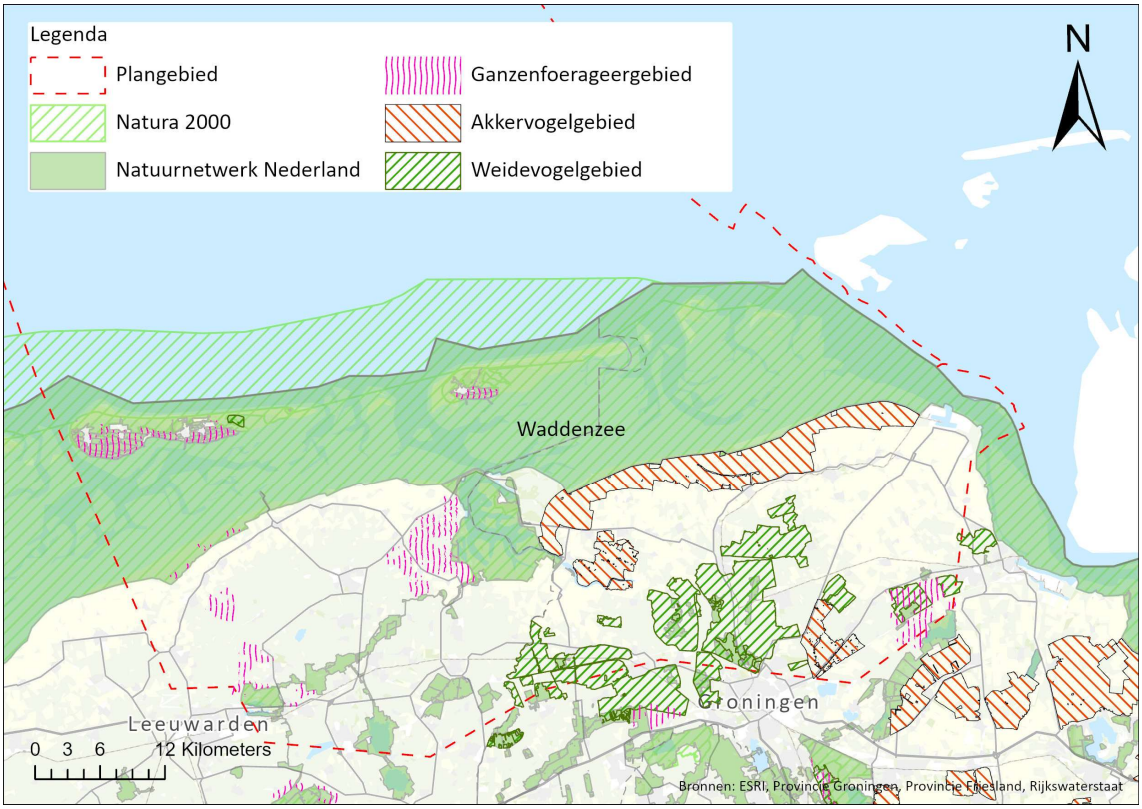
De Eemshaven is een belangrijke werklocatie in Noord-Groningen met veel bedrijvigheid. In de Eemshaven liggen bijvoorbeeld veerterminals, elektriciteitscentrales en datacentra. Zie voor een uitgebreide toelichting het tekstkader in paragraaf 1.2.

Het plangebied staat bekend om zijn natuur en cultuurhistorische landschap. Het Natura 2000-gebied Lauwersmeer ligt in het plangebied. Ook liggen er verschillende weidevogelgebieden en akkervogelgebieden waarvoor provinciale beschermingsregels gelden. In het plangebied ligt het Nationaal Landschap Middag-Humsterland. Dit Groningse landschap staat bekend om de archeologische waarden die er te vinden zijn, zoals een historisch sloten-, wegen en dijkenpatroon en oude zeedijken.
Ook het Nationaal Landschap Noardlike Fryske Wâlden valt deels in het plangebied. In dit Friese coulisselandschap worden kleine weiden van elkaar gescheiden door houtwallen en heggen.

3.4 Natuurbescherming

In de vorige paragrafen zijn de natuurgebieden in het plangebied al genoemd en op de kaarten van de deelgebieden aangegeven. Omdat de natuurbescherming zo belangrijk is voor de effectbeoordeling van de routes en stations staan in Afbeelding 3.4 de Natura 2000-gebieden, gebieden van het natuurnetwerk Nederland (NNN), ganzenfoerageergebieden, akkervogelgebieden en weidevogelgebieden waar in het MER naar is gekeken.

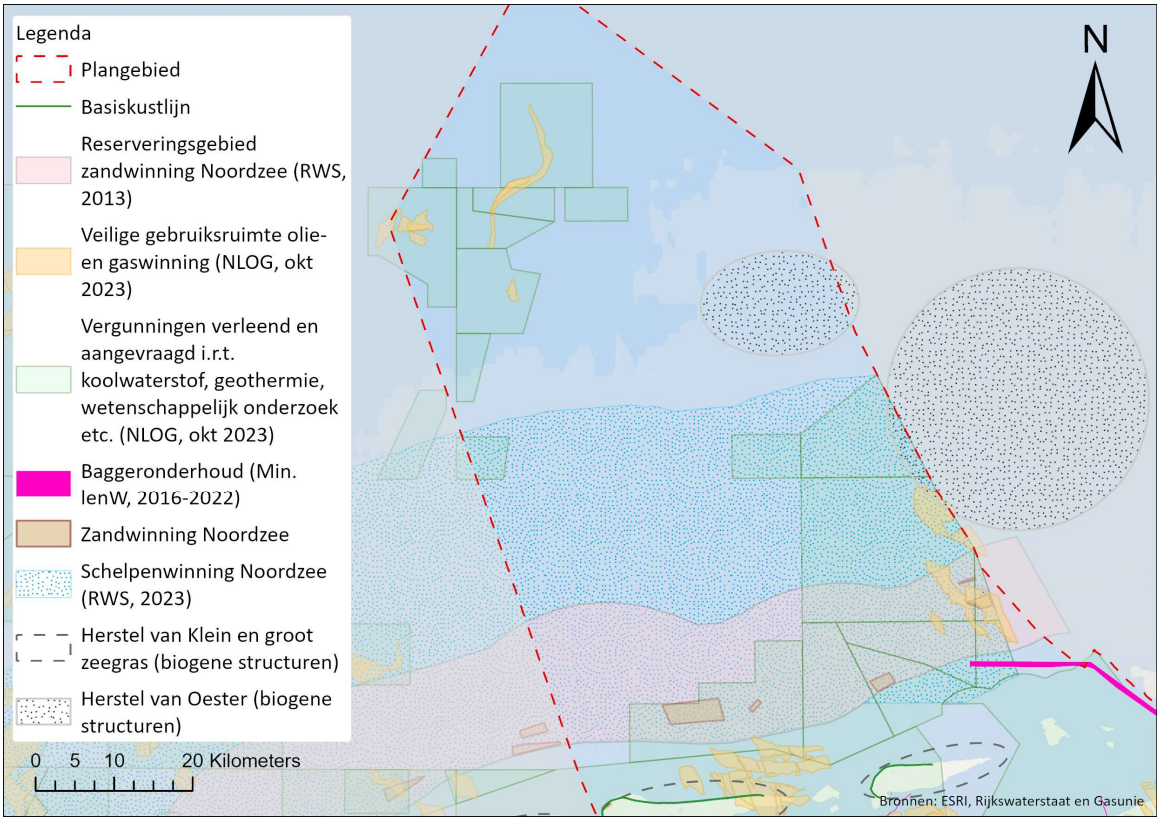
Afbeelding 3.4 Beschermde natuurgebieden in het plangebied



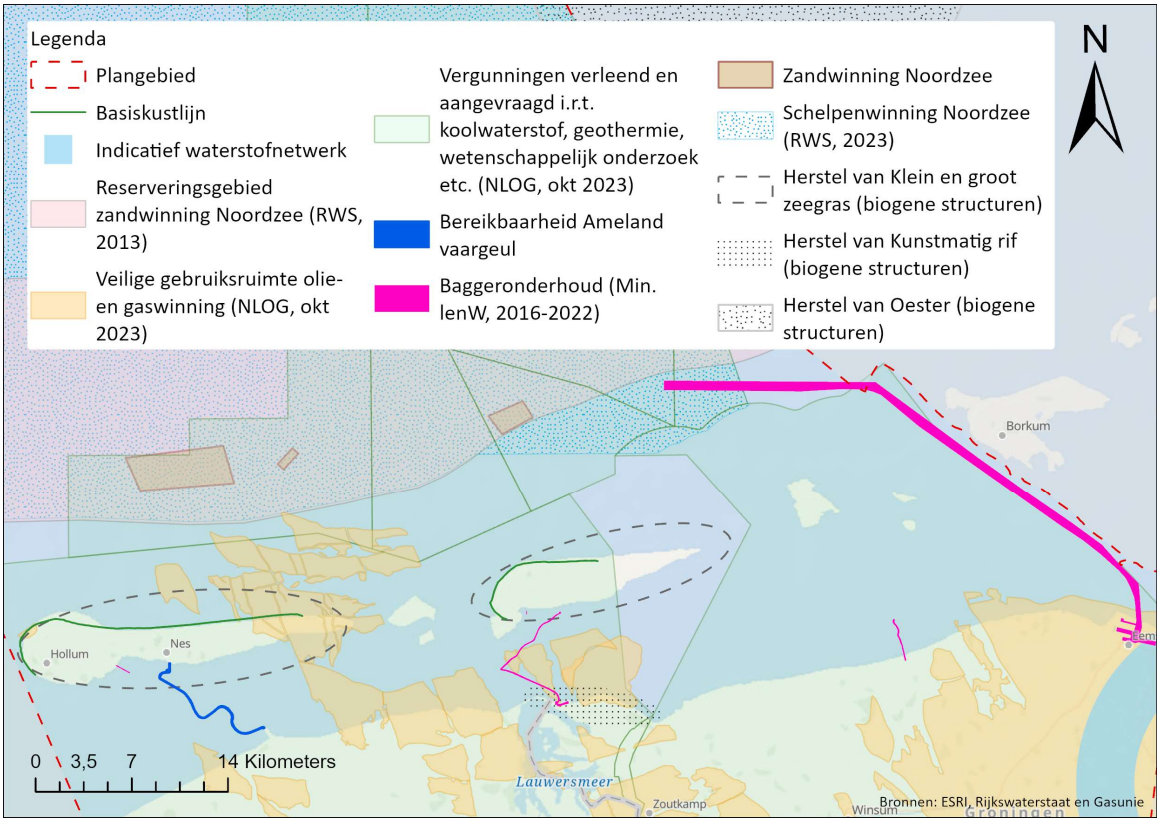
3.5 Autonome ontwikkelingen

Autonome ontwikkelingen zijn plannen en projecten waarover al een besluit is genomen, maar die nog niet zijn gerealiseerd. Deze gaan dus in de toekomst plaatsvinden. In de onderstaande kaarten en tabellen zijn de relevante autonome ontwikkelingen op de Noordzee, het Waddengebied en het vasteland beschreven. Relevante autonome ontwikkelingen hebben effecten op hetzelfde gebied of op dezelfde functies en beoordelingsaspecten als PAWOZ. In de deelrapporten is aangegeven hoe deze ontwikkelingen zijn meegenomen in de milieustudies. In PAWOZ zijn autonome ontwikkelingen meegenomen die bekend waren op de peildatum 2 februari 2024.

Afbeelding 3.5 Autonome ontwikkelingen op de Noordzee



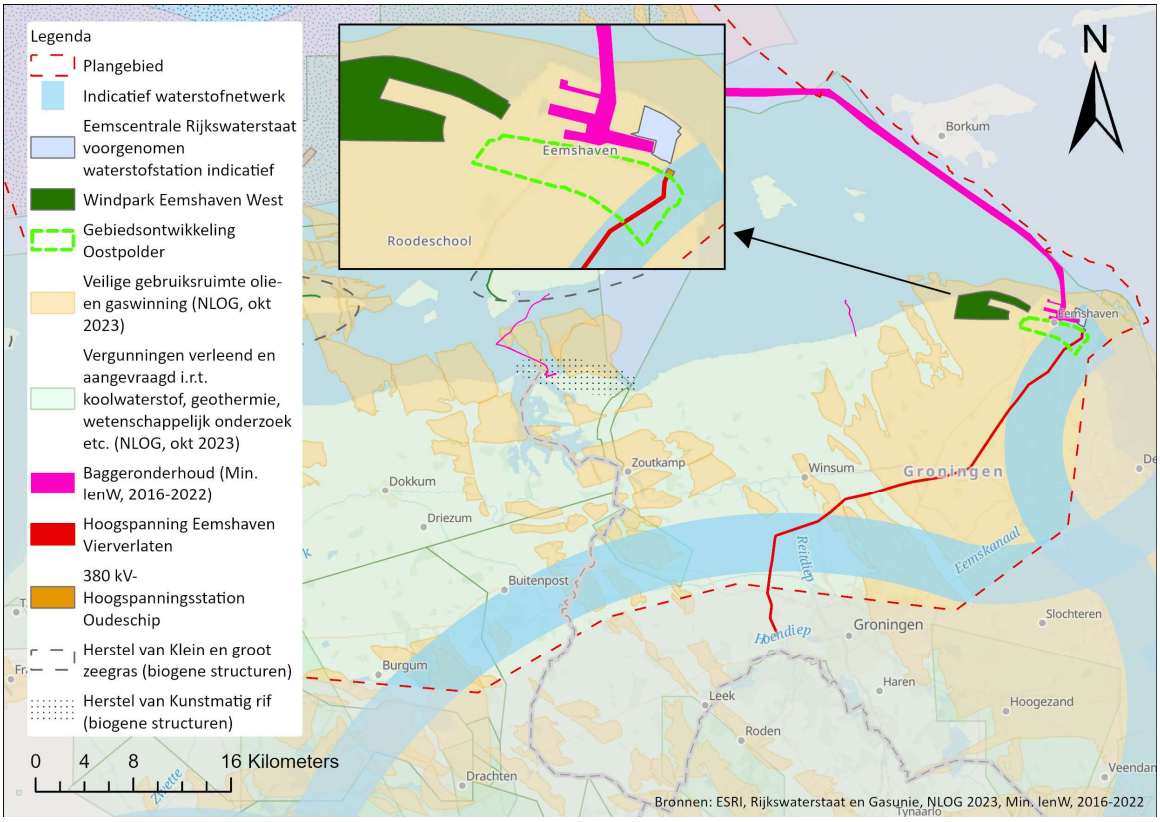
Afbeelding 3.6 Autonome ontwikkelingen in het Waddengebied



Tabel 3.1 Overzicht van de autonome ontwikkelingen op de Noordzee en in het Waddengebied

Ontwikkeling	Beschrijving
Wind op Zee	In 2018 was het doel om tot en met 2030 windenergiegebieden in gebruik te nemen voor een capaciteit van ongeveer 10,7 GW. In 2020 is de CO_2-reductiedoelstelling voor 2030 aangescherpt. Hierdoor heeft het kabinet begin 2022 aangegeven rond 2030 een capaciteit van ongeveer 21 GW te willen realiseren (bron). Het Kabinet Schoof heeft als ambitie opgenomen dat er in 2050 50 GW gerealiseerd moet zijn (bron).
Vervolgonderzoek bereikbaarheid Ameland 2030	Tijdens dit onderzoek is er onderzocht hoe Ameland na 2030 bereikbaar blijft. De focus van dat onderzoek lag op de veerverbinding en de aansluitende infrastructuur op het eiland en aan het vasteland. Het advies luidt om een verkenning te starten binnen het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (MIRT).
Zandwinning Noordzee	Het gebied zeewaarts van de doorgaande NAP -20 m lijn en landwaarts van de 12-nautische mijlgrens is aangewezen als reserveringsgebied voor zandwinning. Binnen dit reserveringsgebied zijn nieuwe zoekgebieden voor zandwinning aangewezen.
Schelpenwinning Noordzee	Gespecialiseerde bedrijven winnen op de Noordzee schelpen uit sedimentlagen die voornamelijk bestaan uit de resten van afgestorven schelpdieren. Ze worden voor uiteenlopende doelen gebruikt, bijvoorbeeld in drainagesystemen en voor verharding van paden.
Veilige gebruiksruimte gas- en zoutwinning onder de Waddenzee	Onder de Waddenzee wordt gas en zout gewonnen. Binnen het plangebied vindt gaswinning plaats, onder andere door de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM). De overheid stelt per locatie waar gas- of zoutwinning plaatsvindt een veilige gebruiksruimte vast waarbinnen de bodemdalingssnelheid als gevolg van de winning moet blijven. De gebruiksruimtes worden tenminste 5-jaarlijks bijgewerkt.
Basiskustlijn	Nederland heeft van nature een eroderende kust; er verdwijnt meer zand dan dat er wordt aangevoerd. Hierom is de basiskustlijn vastgesteld. Wanneer de kust op een locatie structureel achter de basiskustlijn ligt wordt de kust lokaal aangevuld met zand. Daarnaast wordt zand toegevoegd om het kustfundament mee te laten stijgen met de stijgende zeespiegel.
Baggeronderhoud	In de Waddenzee worden baggerwerkzaamheden uitgevoerd om de geulen en havens op voldoende diepte voor de scheepvaart te houden. Sinds 2022 wordt er geen zand meer gewonnen in de Waddenzee.
Uitvoering van de 2e tranche Programma Eems-Dollard 2050	Dit omvat verschillende projecten in de 2e tranche van Programma Eems-Dollard 2050 die uitgevoerd worden vanaf 2021 zoals: de MIRTverkenning Eemszijlen, de aanleg van de Brede Groene Dijk en de inrichting van de Kleine en Groote Polder.
Maatregelen verlagen troebelheid Eems-Dollard	De slibconcentratie in de Eems-Dollard is onnatuurlijk hoog. Lokaal kan het doorzicht sterk afnemen door deze extreem troebele condities. In het Programma Eems-Dollard 2050 (ED2050) en het Supplement Natura 2000-beheerplan wordt onderzocht en worden experimenten uitgevoerd om de troebelheid te verminderen.
Herstel van biogene structuren	De kwaliteit van de droogvallende platen en de voedselbeschikbaarheid voor vogels is afgenomen door mechanische schelpdiervisserij in het verleden. Daarnaast is het areaal zeegrasvelden in de Nederlandse Waddenzee sterk afgenomen. Hierdoor is het totaal aan biogene structuren op de droogvallende platen lager dan gewenst. In de komende jaren worden experimenten in de Waddenzee uitgevoerd die gericht zijn op het herstel van mosselbanken en zeegras.

Afbeelding 3.7 Autonome ontwikkelingen op land



Tabel 3.2 Overzicht van de autonome ontwikkelingen op land

Autonome ontwikkeling	Beschrijving
Windpark Eemshaven West	De ontwikkeling van een windpark ten westen van de Eemshaven. Gedeputeerde Staten hebben de ontwerpbesluiten in december 2023 vastgesteld.
Gebiedsontwikkeling Oostpolder	De provincie Groningen is van plan een gebied van 600 hectare bruto ten zuiden van de Eemshaven te ontwikkelen als het duurzame stopcontact van Nederland met een duurzaam, groen en innovatief bedrijventerrein. De definitieve beslissing over de gebiedsontwikkeling Oostpolder vindt naar verwachting plaats in de zomer van 2025.
380/110kV-hoogspanningstation Oostpolder door TenneT	In het meest oostelijke deel van de Oostpolder, grenzend aan de N33 en de Oude Tjariet, komt een 380/110kV hoogspanningsstation. TenneT gaat hier energie afkomstig van windmolens op zee omzetten voor verspreiding op het stroomnet. Naar verwachting wordt dit station in 2032-2034 gerealiseerd.
380 kV-hoogspanningsstation Oudeschip	Momenteel loopt er een onderzoek naar de uitbreiding van het hoogspanningsstation Oudeschip. De plannen zijn om 2,7 GW extra vermogen voor de aansluiting van PAWOZ en een extra klantaansluiting toe te voegen. De uitbreiding is naar verwachting medio 2026 gereed.
Elektrolyser Eemshaven (Eemshydrogen)	RWE wilt een elektrolyser voor de productie van groene stroom realiseren in de Eemshaven. De omgevingsvergunning is op 5 juli 2022 door de provincie Groningen afgegeven. De productie van waterstof zou naar verwachting kunnen beginnen in 2025.
Ontwikkeling van het Waterstofnetwerk Nederland door de Gasunie	Gasunie-dochter HyNetwork Services (HNS) ontwikkelt het nationale waterstofnetwerk. Vanaf 2025worden gefaseerd de vijf grote industriële clusters met elkaar, de waterstofopslag en het buitenland verbonden. Ongeveer 80 % van het waterstofnetwerk wordt ontwikkeld door hergebruik van bestaande aardgasleidingen; de overige 20 % wordt nieuw aangelegd. Aan de oostkant van het plangebied (Oostpolder richting Veendam en zuidelijker) wordt het Waterstofnetwerk Noord Nederland ontwikkeld. Het gaat om de aanleg van een waterstofleiding waar de oostelijk gelegen waterstofroutes van PAWOZ op aansluiten. De westelijke PAWOZ-waterstofroutes sluiten aan op het voorziene Wieringermeer-Groningen tracé van het Waterstofnetwerk Nederland (bron: https://www.hynetwork.nl/kennisbank/artikel/uitrolplan).

4

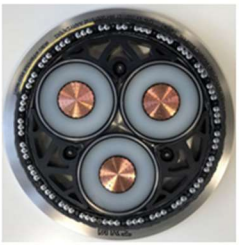
VOORNEMEN

Het voornemen voor PAWOZ is om energie van windparken op zee boven de Waddeneilanden aan te sluiten op het landelijke hoogspanningsnet van TenneT of het Waterstofnetwerk Nederland van Gasunie in de buurt van de Eemshaven. Er is ook onderzocht of een tunnelsysteem kan worden gebruikt om onder het grootste deel van het Waddengebied door te gaan. Dit hoofdstuk beschrijft de hoofdlijnen van het elektriciteitsnet, het waterstofnetwerk, en het tunnelsysteem. Een uitgebreidere toelichting van het voornemen en de aanlegtechnieken staat in de Notitie Routeontwikkeling in Bijlage II.

Kabelsystemen en leidingen, wat is het verschil?
Windparken op zee genereren veel energie. Die energie moet naar land worden gebracht. Dit kan met kabelsystemen, of, als de stroom op zee wordt omgezet naar waterstof, via leidingen. Naast het verschil in de vorm van energie die kabelsystemen en leidingen transporteren, zijn er ook fysieke verschillen.

Kabelsystemen: De energie wordt getransporteerd in de vorm van elektriciteit. Er zijn twee soorten kabelsystemen die grote hoeveelheden elektriciteit kunnen transporteren: 700 MW wisselstroom (AC) en 2 GW gelijkstroom (DC).

- een AC-kabelsysteem op zee bestaat uit twee wisselstroom 220 kV kabelcircuits met een diameter van elk circa 30 cm. Ieder AC-kabelsysteem op zee bevat drie aders (fasen) per kabelcircuit en een glasvezelverbinding;
- een DC-kabelsysteem op zee bestaat uit één kabelcircuit (bundel) met vier kabels: drie aparte aders met een diameter van elk circa 20 cm: een pluspool-kabel (+525 kV), een minpool-kabel (-525 kV), een metallic return en een glasvezelverbinding;
- een AC- of DC-kabelsysteem op land bestaat uit dezelfde onderdelen als het AC- of DC-kabelsysteem op zee. Een DC-kabelsysteem wordt op land niet gebundeld aangelegd;
- AC-kabelsystemen tussen een transformator-/converterstations en hoogspanningsstations worden niet gebundeld aangelegd.



AC-kabelsysteem op zee

DC-kabelsysteem op zee

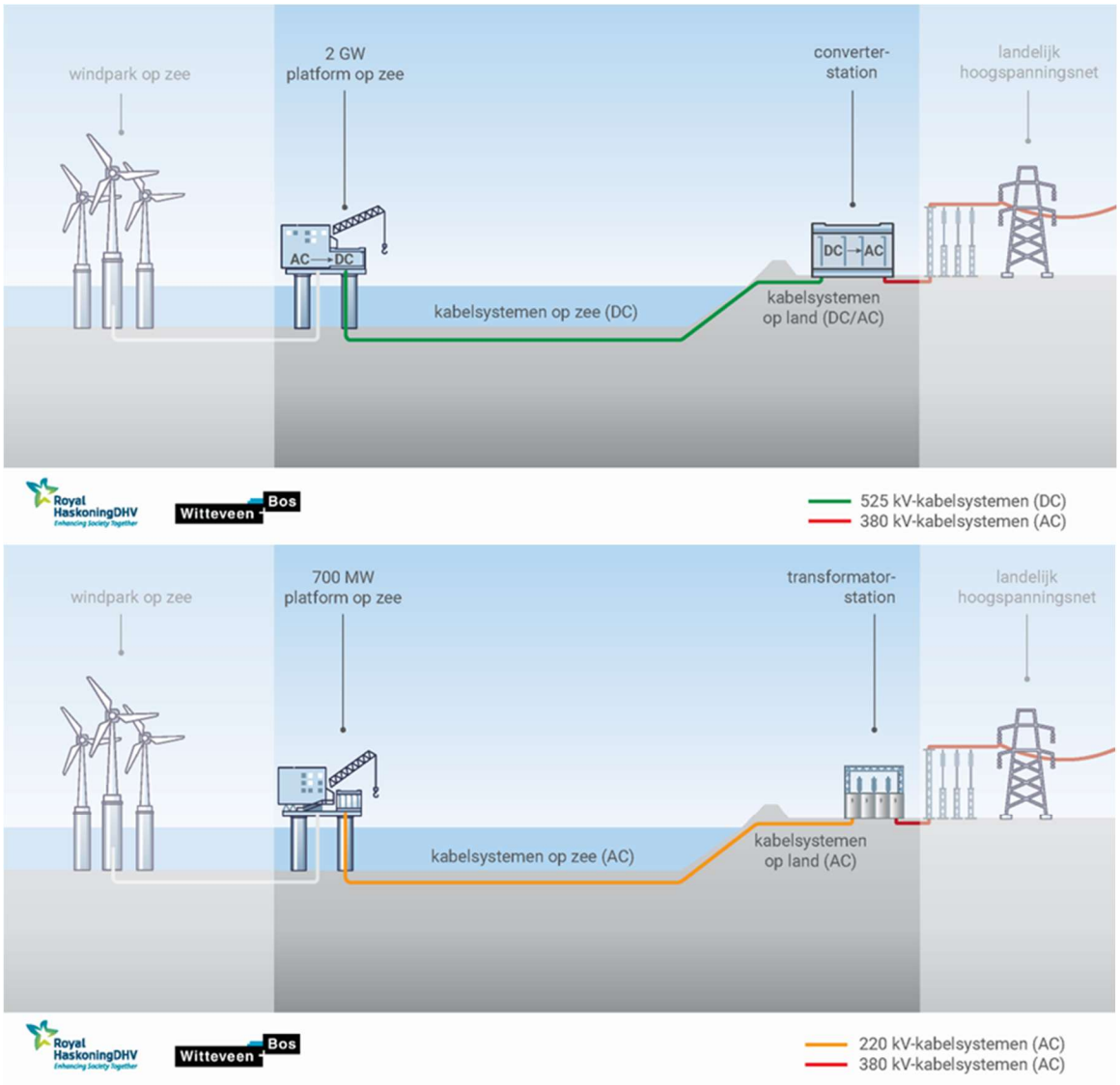
Leidingen: De energie wordt getransporteerd in de vorm van waterstofgas onder hoge druk. PAWOZ gaat uit van leidingen met een diameter van 48 inch. Om de druk aan te kunnen, worden stalen leidingen gebruikt. Deze leidingen zijn beperkt buigbaar. Hierdoor is meer ruimte nodig om een bocht te kunnen maken dan bij kabelsystemen.

4.1 Elektrische verbindingen

De elektrische verbinding voor PAWOZ bestaat uit kabelsystemen en de bijbehorende stations. Dat zijn de platforms op zee bij TNW en DDW en de transformator- of converterstations op land. De onderzoeksopgave voor PAWOZ bestaat uit twee wisselstroom (AC)-verbindingen van 220 kV (350 MW) en vijf gelijkstroom (DC)-verbindingen van 525 kV (2 GW). Beide soorten verbindingen staan in Afbeelding 4.1.

De AC- en DC-verbindingen lopen van een platform op zee, via kabelsystemen onder de zeebodem naar het vasteland. Vervolgens wordt de elektriciteit met kabelsystemen op land naar een transformatorstation (voor AC) of converterstation (voor DC) gebracht. Daar wordt het spanningsniveau omgezet naar 380 kV. Tenslotte wordt de elektriciteit getransporteerd naar een 380 kV-hoogspanningsstation waar het wordt aangesloten op het landelijke hoogspanningsnet. De 380 kV-stations die in beeld zijn voor de aansluiting op het landelijke hoogspanningsnet zijn Eemshaven Oudeschip en Eemshaven Oostpolderweg. Deze 380 kV-stations zijn geen onderdeel van het voornemen.

Afbeelding 4.1 Schematische weergave van het elektriciteitsnet (boven: gelijkstroom, onder: wisselstroom)



Tabel 4.1 Verschil tussen AC- en DC-verbindingen

Onderdelen elektrische verbinding	AC-verbinding	DC-verbinding
Platform op zee	Platform met transformator	Platform met converter
Kabelsystemen op zee	2 kabelsystemen van 350 MW	1 kabelsysteem van 2 GW
Kabelsystemen op land	2 kabelsystemen van 350 MW	1 kabelsysteem van 2 GW
Station op land	Transformatorstation	Converterstation

4.1.1 Platforms op zee

De platforms van TNW en DDW zijn onderdeel van het voornemen. Voor DDW zijn twee zoekgebieden onderzocht. TenneT heeft een standaard ontworpen voor een 700 MW wisselstroomplatform en voor een 2 GW gelijkstroom platform. De platforms van toekomstige windparken zijn niet meegenomen. Dat is omdat nog niet duidelijk is of, en zo ja welke, windparken worden aangesloten op de Eemshaven. De windturbines zelf en de parkbekabeling maken geen onderdeel uit van PAWOZ. Deze onderdelen worden in een latere fase in kavelbesluiten verder uitgewerkt

Een platform wordt aangelegd met schepen. Eerst worden stenen op de zeebodem aangebracht ('scour protection'). Dan wordt de onderconstructie ('jacket') geplaatst en met verankeringspalen geïnstalleerd op de bodem. Daarop wordt de transformator of converter ('topside') neergezet.

4.1.2 Kabelsystemen op zee

Voor de aanleg van kabelsystemen op de Noordzee en het Waddengebied wordt het principe 'bury and would like to forget' toegepast. Dat principe is erop gericht kabelsystemen in één keer voldoende diep te begraven, zodat ze niet blootspoelen. Voor kabelsystemen op de Noordzee is het uitgangspunt dat ten alle tijde minimaal 1 meter gronddekking (zeebodem) op de kabelsystemen aanwezig is. Voor het Waddengebied zijn de benodigde begraafdieptes berekend in een begraafdieptestudie. Deze studie is een bijlage bij de Notitie Routeontwikkeling (Bijlage II). Het principe 'bury and would like to forget' leidt voor de routes in het Waddengebied tot een grote begraafdiepte.

Een alternatief op 'bury and would like to forget' is 'bury and maintain'. TenneT heeft voor de COBRA-kabel en Borssele-kabels onderzocht hoe vaak kabelsystemen moeten worden herbegraven bij het principe 'bury and maintain'. Uit die onderzoeken blijkt, dat de maatschappelijke levenscycluskosten (geld, milieu, overlast) groter zijn bij 'bury and maintain' dan 'bury and would like to forget'. Dit bleek zelfs nog voordat het grotere risico op schade aan de kabelsystemen bij ondiep begraven was meegenomen in deze kosten. Het herbegraven van kabelsystemen is niet eenvoudig. Ook kunnen kabelsystemen minder diep worden herbegraven dan wanneer de kabelsystemen meteen zo diep als nodig worden begraven. Daarom zullen de kabelsystemen bij een 'bury and maintain' beleid vaak moeten worden herbegraven. Dit leidt volgens TenneT tot hogere maatschappelijke levenscycluskosten. Ook is voor TenneT de bedrijfszekerheid van het net op zee, en daarmee het vermijden van kosten bij het niet in bedrijf zijn van een verbinding, een belangrijk argument om het principe 'bury and would like to forget' toe te passen.

Er zijn verschillende kabelinstallatietechnieken voor op zee, de ondiepere geulen en de droogvallende wadplaten. Deze zijn in het kader toegelicht. Foto's van alle aanlegtechnieken zijn te vinden in de Notitie Routeontwikkeling. De duur van de werkzaamheden voor de aanleg van een kabelsysteem op zee is onder andere afhankelijk van de aanlegtechniek, de kabellengte en de route. Het uitgangspunt van PAWOZ is dat er maximaal één kabelsysteem per jaar wordt aangelegd.

Kabelinstallatietechnieken op zee

Diepwater-trencher
Bij voldoende waterdiepte wordt een kabelinstallatieschip gebruikt. Het schip kan met ankers of door dynamische positionering op zijn plaats worden gehouden. Er zijn meerdere apparaten waarmee kabels in de zeebodem kunnen worden begraven. Ploegen en jetters worden achter een schip of ponton aan over de bodem gesleept. Een onderwater-trencher is een onderwaterrobot die wordt bestuurd vanaf een schip. De trencher beweegt zich over de neergelegde kabel en graaft deze in, of de kabel wordt vanaf een ponton of kabellegschip direct in de trencher geleid. Om de kabel de grond in te krijgen, kan de zeebodem met waterjets (stralen) worden gefluïdiseerd (verweekt) of mechanisch open worden gefreesd.

Installatie in diepere geulen met de Vertical Injector
Een Vertical Injector is een kabelbegraafapparaat waarmee kabels tot relatief grote diepte in het zeebed kunnen worden begraven. De Vertical Injector staat op een ponton of een vaartuig. Een Vertical Injector bestaat uit een relatief lang metalen 'zwaard' dat door de grond wordt getrokken terwijl het de kabel met zich mee de grond in trekt. Die zwaarden kunnen de zeebodem verweken met behulp van waterjets, trillingen of mechanisch ontgraven. Een ploeg heeft een kleiner zwaard dan een Vertical Injector, waarbij dat zwaard op een soort slede is gemonteerd. Door de ploeg door de grond te trekken wordt de kabel begraven. Ploegen kunnen waterjets hebben of mechanische ontgraving. Bij installatie met een ploeg kan de kabel vooraf op de zeebodem worden gelegd of tegelijkertijd worden aangevoerd vanaf een ponton of vaartuig.

Baggeren
Er zijn delen van de routes waar onvoldoende waterdiepte is voor een kabelinstallatievaartuig. In dat geval kan eerst gebaggerd worden om een geul voor het installatievaartuig te maken. Er zijn ook delen van de routes waar de vereiste ingraafdiepte van de kabel te groot is voor specifiek kabel-ingraafmaterieel. In dat geval wordt eerst een geul gebaggerd tot een diepte waarna de kabel-ingraafmachine de kabel tot op de juiste diepte kan ingraven.

Installatie op het Wad
Op het ondiepe Wad en bij niet al te diepe geulen kan de kabel worden begraven met een speciale wad-ingraafmachine, een 'wadtrencher'. Dit is een machine die op rupsbanden over het wad voortbeweegt. De machine brengt de vooraf gelegde kabel op diepte met een 'zwaard'. Het ingraven kan met waterjets, trillingen of mechanisch ontgraven. Eerst wordt het kabelsysteem op het Wad gelegd met behulp van een droogvallend ondiep stekend ponton of met een voertuig op rupsbanden.

Kruisingen met bestaande kabels en leidingen
Er zijn verschillende technieken om bestaande kabels en leidingen te kruisen. Welke techniek uiteindelijk wordt toegepast, is afhankelijk van de lokale situatie en van afspraken tussen TenneT en de eigenaar van de te kruisen kabel of leiding.

Kabelmoffen
Kabelsystemen kunnen doorgaans met een lengte van 40 km worden getransporteerd. Om langere afstand te overbruggen, worden zogenaamde moffen gebruikt om twee kabeldelen met elkaar te verbinden. Op de zeebodem wordt een mofput gebaggerd, waar de mof in wordt geplaatst.

4.1.3 Kabelsystemen op land

Waar de kabelsystemen van zee aan land komen, moeten die worden omgezet naar ondergrondse kabelsystemen op land. Om de kabelsystemen op land en op zee op elkaar aan te sluiten is op deze locatie (aan de landzijde van de waterkering) een overgangsmof nodig. Dat is een soort 'kroonsteen' tussen de kabelsystemen op land en op zee.

Voor de aanleg van kabelsystemen op land zijn twee installatietechnieken: een open ontgraving of een horizontaal gestuurde boring (hierna: HDD-boring). Deze zijn in het kader toegelicht.

Kabelinstallatietechnieken op land

Open ontgraving
Uitgangspunt is dat de kabelsystemen op land worden aangelegd met een open ontgraving. Dit is de aanlegtechniek waarbij een sleuf wordt gegraven, waar de kabelsystemen in worden gelegd. Hierbij kan bemaling worden toegepast om de sleuf droog te houden.

HDD-boring
Waar onvoldoende ruimte is of grote schade wordt verwacht, worden de kabelsystemen met een HDD-boring aangelegd. Primaire keringen worden gekruist met een HDD-boring. Bij een HDD-boring vinden werkzaamheden plaats ter hoogte van het in- en uittredepunt. De installatie bestaat uit drie stappen: 1) bij het intredepunt wordt de booropstelling neergezet. 2) de boring wordt uitgevoerd en de mantelbuizen worden erin getrokken. De mantelbuizen moeten vooraf als één gehele streng aan de uittredezijde zijn uitgelegd. 3) De kabels worden door de mantelbuizen getrokken.

4.1.4 Transformatorstation of convertorstation

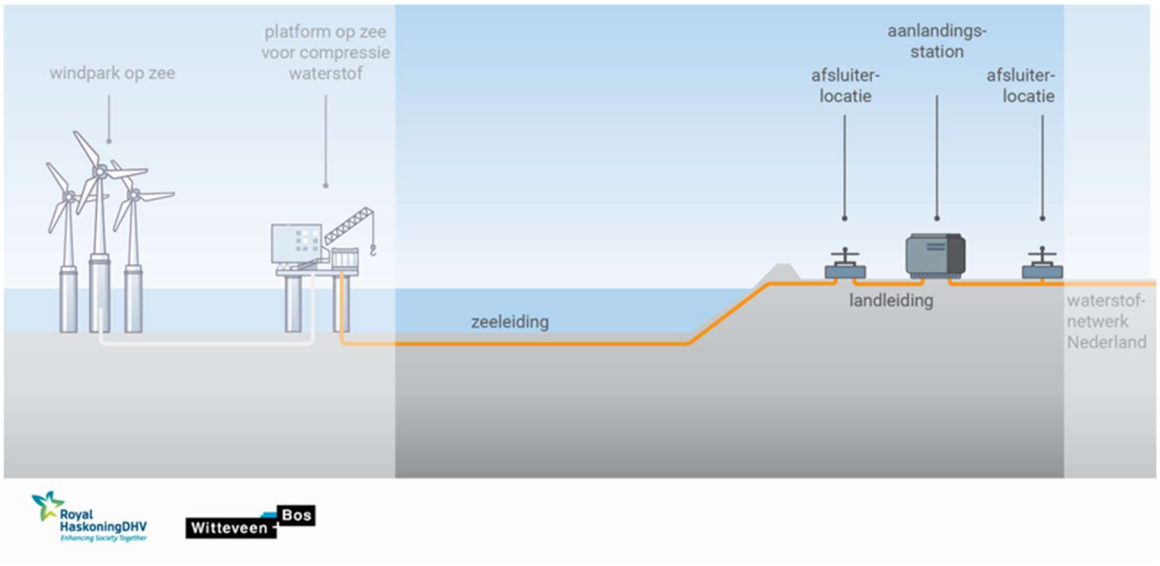
Voordat de kabelsystemen op land kunnen worden aangesloten op het landelijke hoogspanningsnet moet de spanning worden getransformeerd naar 380 kV wisselspanning. Dat gebeurt in een transformatorstation. In het geval van een DC-verbinding betekent dit dat deze eerst nog moet worden geconverteerd (van DC naar AC). Dit gebeurt in een converterstation. In PAWOZ zijn 3 locaties voor transformator- of converterstations onderzocht: zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg), zoekgebied Converterstations DDW (Waddenweg) en zoekgebied Toekomstige converterstations Oostpolder.

4.2 Waterstofverbindingen

De waterstofverbinding voor PAWOZ op zee en land bestaat uit leidingen en de bijbehorende stations, zoals weergegeven in Afbeelding 4.2. Dat zijn de aanlandingsstations en afsluiterlocaties. De onderzoeksopgave voor PAWOZ bestaat uit drie leidingen voor het transport van waterstof, inclusief waterstof aanlandingsstation en afsluiterlocaties.

Vanaf een platform op zee loopt een leiding over de zeebodem naar het vasteland. Bij de aanlanding komt een waterstof aanlandingsstation. Bij de aanlanding komt ook een afsluiterlocatie waar de leiding op zee kan worden afgesloten van de leiding op land. De leidingen op land worden aangesloten op het Waterstofnetwerk Nederland dat wordt ontwikkeld door Hynetwork (100 % dochteronderneming van Gasunie, www.hynetwork.nl). Bij de aansluiting op het landelijk waterstofnetwerk is ook een afsluiterlocatie voorzien.

Afbeelding 4.2 Schematische weergave van een waterstofverbinding



4.2.1 Platforms op zee

Waterstof wordt gemaakt door elektrolyse. Daarbij wordt met behulp van elektriciteit (opgewekt uit windenergie) zeewater gesplitst in waterstof (in gasvorm) en zuurstof. Elektrolyse op zee kan plaatsvinden in de turbine zelf (decentraal) of op een platform (centraal). Bij centrale compressie van waterstof, kunnen verschillende type onderconstructies worden gebruikt.

Uitgangspunt is dat de benodigde infrastructuur op zee voor het ontsluiten van TNW, uiterlijk in 2033 gereed is (Kamerbrief "Update aanvullende routekaart wind op zee" (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024b)). Het platform op zee voor een waterstofverbinding vanuit TNW is geen onderdeel van PAWOZ. Dit platform wordt onderzocht in het kavelbesluit van TNW.

Ook de platforms voor waterstof van toekomstige windparken zijn geen onderdeel van het voornemen. De windturbines zelf en de parkbekabeling maken ook geen onderdeel uit van PAWOZ.

4.2.2 Leidingen op zee

Uitgangspunt voor PAWOZ zijn nieuwe leidingen met een diameter van 48 inch. Voor de aanleg van leidingen op de Noordzee en het Waddengebied is het uitgangspunt om de leidingen in één keer voldoende diep te begraven, zodat ze niet blootspoelen. De diepte is bepaald in een begraafdiepte studie die als bijlage is opgenomen bij de Notitie Routeontwikkeling.

Er kunnen verschillende installatietechnieken worden gebruikt op zee, de ondiepere geulen en de droogvallende wadplaten. Er kan baggerwerk nodig zijn om voldoende waterdiepte voor de installatievaartuigen of voldoende ingraafdiepte te realiseren.

Leidinginstallatietechnieken op zee

Diepwater en diepere geulen
Bij voldoende waterdiepte (minimaal 7 meter) wordt een pijpenlegschip en begraafmaterieel gebruikt. Het schip kan met ankers of door dynamische positionering op zijn plaats worden gehouden. De leiding wordt eerst op de zeebodem neergelegd en dan begraven. Voor het in de zeebodem begraven van de leiding kunnen ploegen of wegspuiten van de onderliggende grond of mechanische graafarmen worden gebruikt. De ploegen en jetters worden achter een schip of ponton aan over de bodem gesleept.

Baggeren
Er zijn delen van de routes waar onvoldoende diepgang is voor een pijpenlegschip. In dat geval moet eerst gebaggerd worden om een geul voor het installatievaartuig te maken. Er zijn ook delen van de routes waar de vereiste ingraafdiepte van de leiding te groot is voor het ingraafmaterieel. In dat geval wordt eerst een geul gebaggerd tot op de juiste diepte voor het ingraven van de leiding.

Installatie op het Wad
Op het ondiepe Wad en bij niet al te diepe geulen kan geen pijpenlegschip worden gebruikt. Daar wordt open ontgraving toegepast. De open ontgraving is de meest toegepaste methode voor de aanleg van leidingen op land. In ondiep water en wadplaten moet een constructie zoals trenchboxen of graafschotten worden gebruikt, om de sleufwanden te stabiliseren. Ook wordt de inzet van meerdere HDD's van een natte omgeving naar een natte omgeving onderzocht. Deze toepassing van HDD's is minder gebruikelijk en daarmee innovatief te noemen.

Kustkruisingen
Voor de kruising van de kust wordt een horizontaal gestuurde boring (HDD) toegepast van droog naar nat. Er is veel ervaring met HDD's van land naar land (leidingen voor het kruisen van (water)wegen bijvoorbeeld) of van land naar zee voor het kruisen van zeeweringen. Indien het kruisen met een HDD niet mogelijk is wordt naar de toepassing van segmenttunnels gekeken. Daarvoor is een groot werkterrein nodig. De aanleg van een segmenttunnel is complex en wordt alleen gebruikt als er geen alternatieve aanlegmethodes mogelijk zijn.

Kruisingen met bestaande kabels en leidingen
Er zijn verschillende technieken om bestaande kabels en leidingen te kruisen. Welke techniek uiteindelijk wordt toegepast, is afhankelijk van de lokale situatie en van afspraken tussen Gasunie en de eigenaar van het kabelsysteem of leiding.

4.2.3 Leidingen op land

Ook voor leidingen op land is het uitgangspunt nieuwe leidingen met een diameter van 48 inch. Voor de aanleg van leidingen op land zijn er twee type installatietechnieken: een open ontgraving of een sleufloze techniek, zoals een horizontaal gestuurde boring (hierna: HDD-boring).

Leidinginstallatietechniek op land

Open ontgraving
Uitgangspunt is dat de leidingen op land worden aangelegd met een open ontgraving. Dit is de aanlegtechniek waarbij een sleuf wordt gegraven, waar de leidingen in worden gelegd. Hierbij kan bemaling worden toegepast om de sleuf droog te houden.

HDD-boring
Waar onvoldoende ruimte is of aanzienlijke effecten worden verwacht door open ontgraving, wordt een perstechniek of HDD-boring gebruikt. Het gaat dan om de kruising met primaire keringen, watergangen, bossen, spoor, snelwegen en provinciale wegen, overige waterstaatswerken, natuurgebieden, buisleidingen, hoogspanning, kabels en leidingen en archeologisch waardevolle gebieden.

4.2.4 Aanlandingsstations en afsluiterlocaties

In PAWOZ zijn 26 locaties voor waterstof aanlandingsstations met een oppervlakte van 2 ha onderzocht. Daarbij is ervan uitgegaan dat de compressie van waterstof op zee plaatsvindt. Waar mogelijk wordt een waterstof aanlandingsstation gebouwd in de nabijheid van reeds aanwezige infrastructuur ('bundelingsprincipe'). Een afsluiterlocatie heeft een oppervlakte van 20 m bij 20 m.

4.3 Tunnelsysteem tussen Ballonplaat en Eemshaven

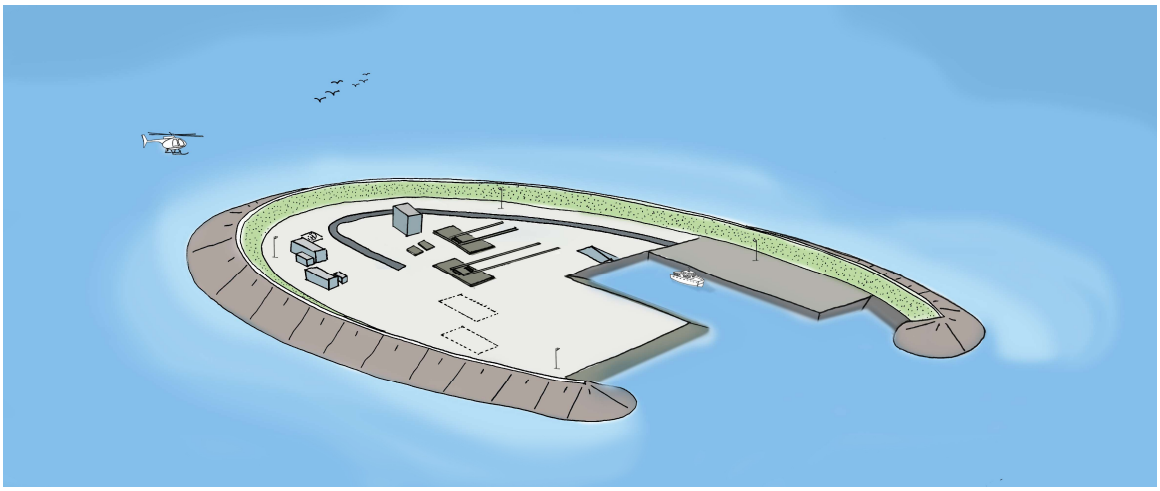
Als alternatief op de in de vorige paragrafen beschreven aanlegtechnieken voor het elektriciteitsnet en waterstofnetwerk is onderzocht of kabelsystemen of leidingen in een geboord tunnelsysteem onder het Waddengebied kunnen worden aangelegd. De uitgangspunten die op dit alternatief van toepassing zijn, wijken af van de uitgangspunten uit de vorige paragrafen. Voor de ontwikkeling van het tunnelsysteem is een intredepunt op de Noordzee en een aanlandingspunt in of nabij de Eemshaven nodig.

4.3.1 Intredepunt Noordzee

Het intredepunt Noordzee ligt op de Ballonplaat, een zandbank ten noorden van Rottumerplaat en ten westen van Borkum. Het intredepunt wordt kunstmatig aangelegd met zand binnen een zeewering.
De kabelsystemen en leidingen van verschillende windparken worden met conventionele technieken aangelegd en komen samen bij het intredepunt op de Noordzee. Vanaf het intredepunt gaan ze via tunnelbuizen naar het vasteland. Afbeelding 4.3 geeft een impressie van het intredepunt op de Noordzee weer.

Aanleg intredepunt
De activiteiten voor de aanleg van het intredepunt bestaan uit de volgende stappen: baggeren van een toegangsgeul, aanleggen van een zeewering, opspuiten van zand, aanleg van golfbrekers, realisatie van kade en baggeren van het haven bassin.

Afbeelding 4.3 Artistieke impressie intredepunt van het tunnelsysteem (*geen ontwerp*)



4.3.2 Tunnelbuizen

Het tunnelsysteem heeft een lengte van ongeveer 26 km en ligt vanaf het intredepunt op de Ballonplaat in een rechte lijn naar de Eemshaven. De tunnels liggen diep (ongeveer 30 tot 45 m onder NAP) onder het Natura 2000-gebied Waddenzee, de Noordzeekustzone, Rottumeroog en de bestaande kabels en leidingen. Uit de NRO blijkt dat het combineren van kabelsystemen en leidingen in één tunnelbuis te grote risico's met zich meebrengt. Daarom is gekozen voor een tunnelsysteem met meerdere tunnelbuizen (multi-tube) waarbij één energiedrager per tunnelbuis loopt. De aanlegwerkzaamheden zijn in het kader toegelicht.

In eerste instantie wordt ervan uitgegaan dat er drie tunnelbuizen worden gemaakt, voor de ontsluiting van de windparken DDW en TNW met twee 2 GW DC-kabelsystemen en één leiding. Deze drie tunnelbuizen worden geboord vanuit twee schachten. Later kunnen nog meer schachten en tunnelbuizen worden geboord voor toekomstige kabelsystemen en leidingen. Uitgangspunt is dat er maximaal vier extra tunnelbuizen worden gebouwd voor nog eens drie kabelsystemen en één leiding. Hierdoor komt het totaal op maximaal zeven tunnelbuizen.

Aanleg tunnel
Nadat het intredepunt is gerealiseerd worden zowel bij het intredepunt als bij het aanlandingspunt twee schachten met combiwanden gebouwd voor de eerste drie tunnelbuizen. Vanuit deze schachten kunnen tunnelbuizen op diepte worden geboord. De tunnelbuizen worden vanaf twee zijden geboord: vanaf het intredepunt en het aanlandingspunt. De bouw van de schacht en het boren van de eerste tunnelbuizen bij het aanlandingspunt Eemshaven, vindt op vergelijkbare wijze plaats als op het intredepunt. Voor de aansluiting van toekomstige windparken kunnen de volgende twee schachten en vier tunnelbuizen worden gemaakt.

4.3.3 Aanlandingspunt op land

In of nabij de Eemshaven komt het tunnelsysteem weer bovengronds. Voor het aanlandingspunt zijn drie zoekgebieden onderzocht: Eemshaven, Oostpolder en Ten Westen van Eemshaven. In het onderzoek is uitgegaan van een tijdelijk werkterrein van ongeveer 300 x 400 m, maar dit moet later nog verder uitgewerkt worden. In de Eemshaven worden de kabelsystemen aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet. De leidingen worden in of in de buurt van de Eemshaven aangesloten op het Waterstofnetwerk Nederland.

5

ROUTES EN STATIONS

In de NRD zijn de routes voor kabelsystemen en leidingen vastgesteld die in PAWOZ zijn onderzocht. Om de onderzoeken naar de effecten goed uit te kunnen voeren, is begonnen met het uitwerken van deze NRD-routes in de Notitie Routeontwikkeling. Dit is gedaan in een multidisciplinair projectteam. In dit team zaten experts van TenneT en Gasunie en ecologen, morfologen, mer-specialisten, juridische adviseurs en technische specialisten van de adviesbureaus. In het route-ontwikkelingsproces heeft dit multidisciplinaire projectteam voor elke route een 'robuust ontwerp' gemaakt.

In het route-ontwikkelingsproces zijn een aantal routes afgevallen (getrechterd), omdat is vastgesteld dat deze routes niet-uitvoerbaar of niet-vergunbaar zijn. Andere routes zijn geoptimaliseerd. De doorlopen stappen van het route-ontwikkelingsproces, de trechtering en de optimalisaties zijn beschreven in Hoofdstuk 2, paragraaf 2.3.

In de volgende paragraaf zijn eerst de belangrijkste uitgangspunten voor de routes opgesomd. Daarna is het resultaat van het route-ontwikkelingsproces gegeven. In de daarop volgende paragrafen zijn de routes en stations beschreven die in het MER zijn getoetst. De afgevallen routes zijn in dit hoofdrapport van het MER niet uitgewerkt. De Notitie Routeontwikkeling (Bijlage II) beschrijft de afgevallen routes wel.

5.1 Uitgangspunten routeontwikkeling

Het ministerie van Klimaat en Groene Groei, TenneT en Gasunie hebben uitgangspunten geformuleerd voor het bepalen van de routes met een robuust ontwerp. De belangrijkste uitgangspunten zijn hieronder opgesomd. Overige technische uitgangspunten staan in de Notitie Routeontwikkeling (Bijlage II).

- de routes die in PAWOZ zijn onderzocht zijn grotendeels overgenomen uit drie voorstudies en de daarop binnengekomen reacties. Dit zijn de studies: 'Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden' (NOZ TNW (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019)), 'Verkenning Aanlanding Wind op Zee 2030' (VAWOZ 2030 (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2023)) en 'Onderzoek Innovatie Doorkruising Waddengebied' (Royal HaskoningDHV, 2021);
- voor de kabelsystemen en leidingen is op de Noordzee 1 meter dekking aanwezig. Voor het Waddengebied zijn de benodigde begraafdieptes berekend in begraafdieptestudies. Deze studies zijn bijlages bij de Notitie Routeontwikkeling;
- er wordt maximaal één kabelsysteem en één leiding per jaar aangelegd;
- de maximale configuratie is het aantal kabelsystemen en leidingen dat technisch in de corridor zou moeten passen. Dit is gebaseerd op de onderlinge afstanden tussen kabelsystemen en leidingen zoals die door TenneT en Gasunie zijn bepaald. Dit is vastgelegd in bijlagen van de NRO;
- primaire waterkeringen en de Waddeneilanden worden ondergronds gepasseerd met HDD-boringen;
- de maximale onderzoeksopgave is zeven kabelsystemen voor 10,7 GW en drie leidingen voor 36-42 GW;
- de Waddenzeeroutes voor kabelsystemen sluiten aan op een route over het vasteland richting een aansluitpunt op het landelijke hoogspanningsnet in de Eemshaven;
- de routes voor leidingen sluiten aan op het Waterstofnetwerk Nederland en op het Waterstofnetwerk Groningen. Aansluitpunten liggen in de Eemshaven en tussen Grijpskerk en Tjuchem.

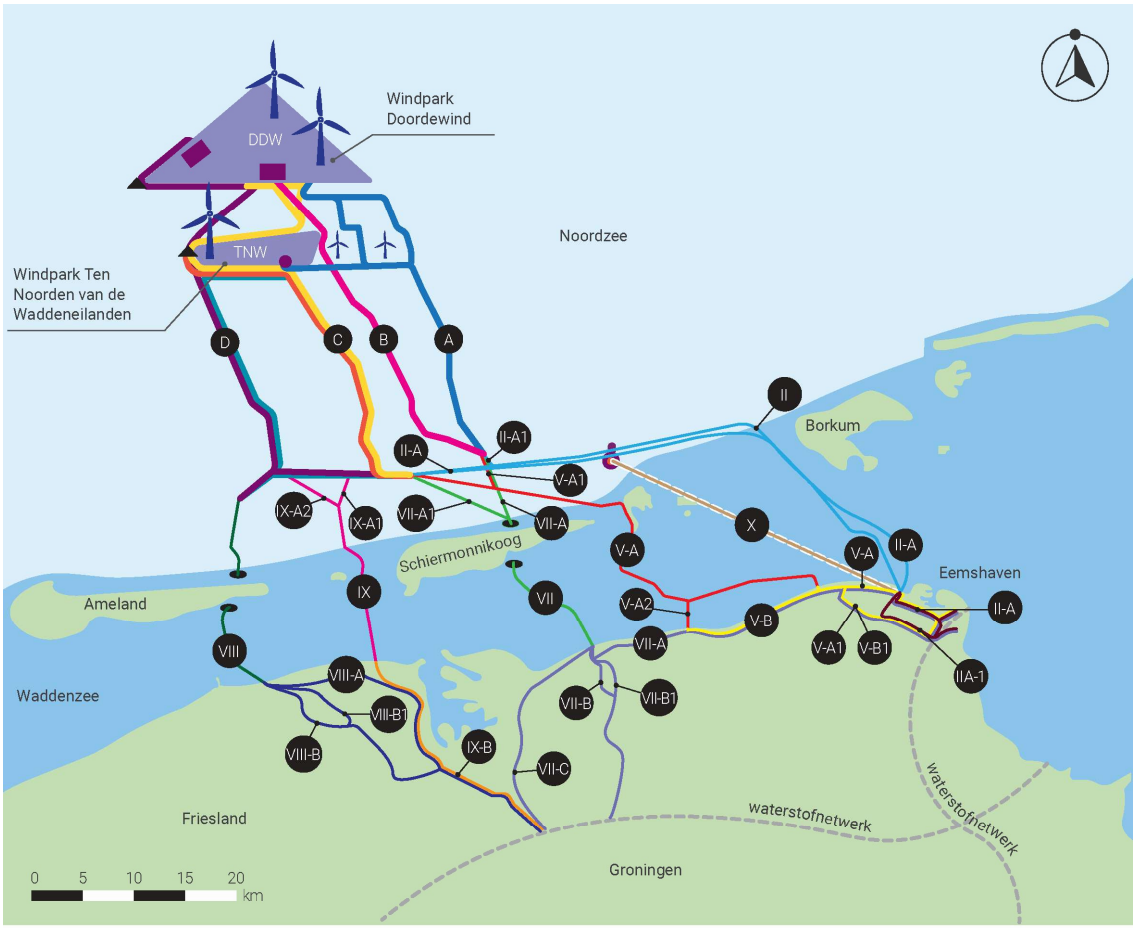
Waarom zeven kabelsystemen en drie leidingen?
De onderzoeksopgave van zeven kabelsystemen is als volgt bepaald:
- het kunnen aansluiten van DDW met 2 kabelsystemen van 2 GW (DC);
- het indien nodig aansluiten van TNW met 2 kabelsystemen van 350 MW (AC);
- inschatting door TenneT van de maximale toekomstige extra vraag en beschikbare transportcapaciteit op land in de omgeving van de Eemshaven van nog eens 6 GW (3 x 2 GW DC-kabelsystemen). Dat kan onder de voorwaarde dat er voldoende lokale/regionale vraag is naar elektriciteit en onder voorwaarde van de realisatie van het 380 kV hoogspanningsstation Eemshaven Oostpolderweg met bijbehorende infrastructuur. Dit zijn dus in totaal zeven kabelsystemen, waarvan vijf 2 GW gelijkstroom (DC)-verbindingen en twee 350 MW wisselstroom (AC)-verbindingen.

De onderzoeksopgave voor drie leidingen komt voort uit een inschatting van Gasunie over de maximale aanlanding van 36 - 42 GW waterstof en een verwacht transportvermogen van 12 tot 14 GW per leiding.

5.2 Resultaat route-ontwikkelingsproces

Afbeelding 5.1 geeft de routes weer die in het MER zijn onderzocht. Dit is het resultaat van het route-ontwikkelingsproces. Op de kaart staan de routenummers (zoals A, II, et cetera) in combinatie met de bijbehorende varianten (A, A1, et cetera). Bijvoorbeeld II-A is de II: Oude Westereems (land)route A. De legenda van Afbeelding 5.1 is ook van toepassing de andere afbeeldingen in dit hoofdstuk.

Afbeelding 5.1 Overzichtskaart van de geoptimaliseerde routes



Legenda

Noordzee routes kabelsystemen

- A — Parallel aan Gemini kabels
- B — Parallel aan verlaten telecom kabel
- C — Direct naar TNW
- D — Parallel aan bestaande gasleiding

Noordzee routes leidingen

- C — Direct naar TNW
- D — Parallel aan bestaande gasleiding
- Demarcatiepunt
- Platformen DDW
- Platform TNW1

Waddenzee routes kabelsystemen

- II — Oude Westereems route
- V — Boschgat route
- VII — Schiermonnikoog Wantij route
- X — Tunnel route
- Zoekgebied intredepunt route II

Waddenzee routes leidingen

- II — Oude Westereems route
- VII — Schiermonnikoog Wantij route
- VIII — Ameland Wantij route
- IX — Zoutkamperlaag route
- X — Tunnel route
- Zoekgebied intredepunt route II

Land routes kabelsystemen

- II — Oude Westereems landroute
- V — Boschgat landroute
- VII — Schiermonnikoog Wantij landroute

Land routes leidingen

- II — Oude Westereems landroute
- VII — Schiermonnikoog Wantij landroute
- VIII — Ameland Wantij landroute
- IX — Zoutkamperlaag landroute

5.3 Noordzee

Er zijn drie platformlocaties en vier verschillende routes op de Noordzee onderzocht.

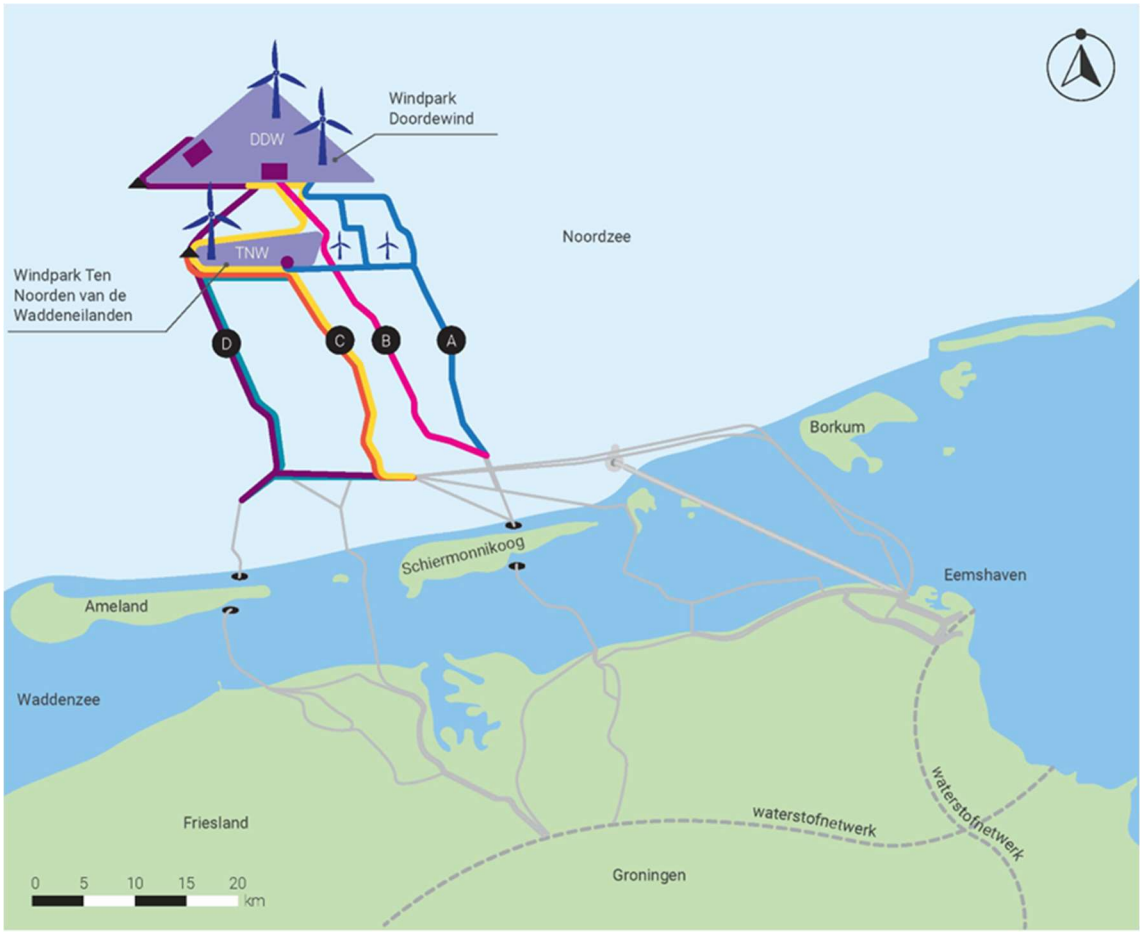
5.3.1 (zoekgebieden) Platforms

Voor het elektriciteitsnetwerk zijn platforms TNW en DDW onderzocht. Voor DDW zijn twee zoekgebieden bekeken: DDW-1 en DDW-2. De onderzochte locaties staan in de overzichtskaart in Afbeelding 5.2 als twee paarse blokken en één paarse stip.

5.3.2 Noordzeeroutes

Er zijn vier routes op de Noordzee onderzocht. De routes staan in Afbeelding 5.2. De routes sluiten aan op de routes door het Waddengebied bij de 6-zeemijlsgrens van de kust. Op de Noordzee worden kabelsystemen geïnstalleerd met een vertical injector of een trencher. De leidingen worden geïnstalleerd met schepen met een dynamisch positioneringssysteem en begraafmaterieel.

Afbeelding 5.2 Overzichtskaart van de geoptimaliseerde routes op de Noordzee



In Tabel 5.1 staat de te onderzoeken technisch maakbare configuratie en de corridorbreedte per route. De vier Noordzeeroutes zijn onderzocht voor elektrische verbindingen. Het startpunt van de routes voor elektrische verbindingen ligt in de windpark DDW. De twee meest westelijke Noordzeeroutes C en D zijn ook onderzocht voor waterstofverbindingen met het startpunt in windpark TNW.

Zoals is aangegeven in paragraaf 1.2 is windpark TNW aangewezen als pilot project voor 500 MW aan waterstof. Er is gekeken of er voldoende ruimte in de corridors van de Noordzeeroutes voor kabelsystemen is om de overige 200 MW van windpark TNW (met een capaciteit van 700 MW) te verbinden met windpark DDW. Daarbij is er aangenomen dat als de maximale configuratie van kabelsystemen past, dan is er voldoende ruimte voor de verbinding tussen TNW en DDW.

Voor waterstofverbindingen starten de routes ten westen van windgebied TNW of vanaf het demarcatiepunt PAWOZ en pVAWOZ. Hierom is een waterstofverbinding langs Noordzeeroutes A of B, de meest oostelijke routes, geografisch gezien niet logisch.

Tabel 5.1 Overzicht van de onderzochte routes door de Noordzee na optimalisatie

Route	Route naam	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie	Corridor (breedte)
A	Parallel aan Gemini kabels	7 kabelsystemen	Variërend: circa 1 km tot max 3 km
B	Parallel aan verlaten telecomkabel	7 kabelsystemen	3 km
C	Direct naar TNW	7 kabelsystemen en 3 leidingen	6 km
D	Parallel aan bestaande gasleiding	7 kabelsystemen en 3 leidingen	6 km

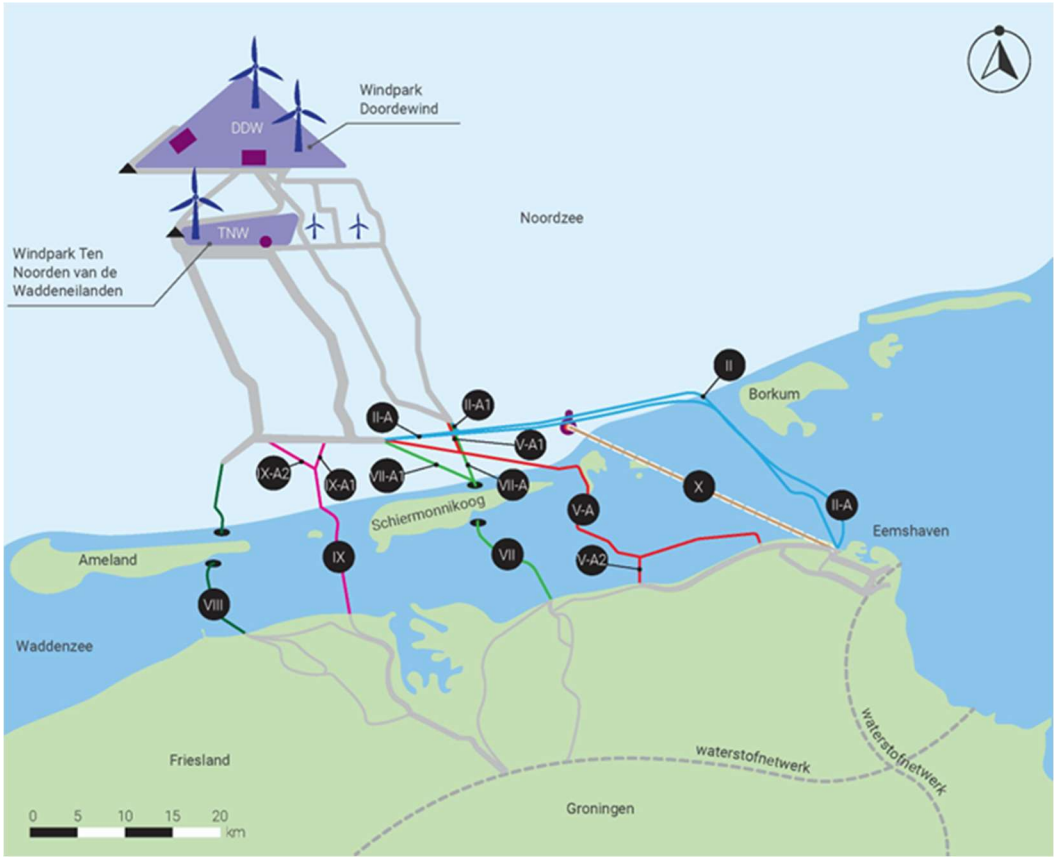
Optimalisaties

- het deel van de corridor van route A: Parallel aan Gemini dat over Duits grondgebied liep, is niet meer beschouwd. De corridor wordt hierdoor op een aantal locaties smaller. Deze wijziging van de corridor heeft geen impact op het maximaal aantal kabelsystemen dat kan worden ingepast langs de route;
- de Noordzeeroutes zijn ter hoogte van de aansluiting met de Waddenzeeroutes lokaal gewijzigd, om de aansluiting op de Waddenzeeroutes te verbeteren. Dit zijn zeer kleine lokale wijzigingen.

5.4 Waddengebied

Er zijn zes routes door het Waddengebied onderzocht, waarvan enkele routes varianten hebben. De routes zijn weergeven in Afbeelding 5.3. De routes lopen vanaf het land naar de aansluiting op de Noordzeeroutes bij de 6-mijlsgrens van de kust. De eerste ronde effectbeoordeling heeft geleid tot optimalisaties van de routes in het Waddengebied. Deze zijn in de NRO verkend en uitgewerkt. In Tabel 5.2 staat de te onderzoeken technisch maakbare configuratie en de corridorbreedte per route door het Waddengebied na optimalisatie.

Afbeelding 5.3 Overzichtskaart van de geoptimaliseerde routes door het Waddengebied



Tabel 5.2 Overzicht van de onderzochte routes door het Waddengebied na optimalisatie

Route	Route naam	Variant	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie	Corridor (breedte)
II	Oude Westereems route	A, A1 voor kabelsystemen, 1 leidingvariant	6 kabelsystemen óf 3 leidingen óf 1 kabelsysteem en 3 leidingen óf 2 kabelsystemen en 1 leiding	Variërend: min 700 m tot max 1.300 m (kabelsystemen) min 500 m tot max 700 m (leidingen)
V	Boschgat route	A, A1, A2	1 kabelsysteem	130 m
VII	Schiermonnikoog Wantij route	A, A1 voor kabelsystemen, 1 leidingvariant	7 kabelsystemen en 3 leidingen óf 7 kabelsystemen óf 3 leidingen	Variërend: min 1.500 m tot max 4.000 m (kabelsystemen) min 2.000 m tot max 4.000 m (leidingen)
VIII	Ameland Wantij route		3 leidingen	2.000 m
IX	Zoutkamperlaag route	A1, A2	3 leidingen	200 m
X	Tunnel route	multi-tube* (meerdere tunnelbuizen)	5 (DC) kabelsystemen en 2 leidingen	160 m

* Met één energiedrager per tunnelbuis.

5.4.1 II: Oude Westereems route

De II: Oude Westereems route is beschouwd voor kabelsystemen en leidingen. Uitgangspunt voor deze route is het volgen van morfologisch stabiele diepe delen in het Eemsestuarium. Hierdoor is de begraafdiepte beperkt. De route loopt vanaf Eemshaven West door de Oude Westereems geul. De route voor de kabelsystemen is net anders dan de route voor leidingen. Dit komt door de verschillende aanlegtechnieken die voor kabelsystemen en leidingen worden gebruikt. Daarom is een iets andere route gekozen om bestaande kabels en leidingen te passeren. Ten noorden van Schiermonnikoog splitst de route voor de kabelsystemen zich in twee varianten, waarvan er een aansluit op de Noordzeeroutes A en B en de andere op de Noordzeeroutes C en D. De route voor de leidingen sluit aan op de Noordzeeroutes C en D.

Installatiemethode kabelsystemen
De kabelsystemen worden voor het grootste gedeelte van de route geïnstalleerd met een vertical injector of een trencher. Hiervoor moet zeer lokaal worden gebaggerd om voldoende waterdiepte te realiseren voor de installatieschepen. De route kruist de primaire waterkering en bestaande kabels langs de kust met een HDD-boring.

Installatiemethode leidingen
Leidingen worden geïnstalleerd met een S-lay pijpenlegschip en daarna begraven met ingraafmaterieel. Op de route door de Eemsgeul zijn voorbereidende baggerwerkzaamheden nodig om de gewenste begraafdiepte te bereiken. De route kruist de waterkering en bestaande kabels langs de kust met een geboorde segmenttunnel van circa 6 km lang.

Optimalisaties
- voor de leiding variant van de II: Oude Westereems route wordt bij de aanleg van leidingen over het 6 km lange deel tussen de COBRA-kabel en de betonde Eemsgeul stremming van de scheepvaart in de Eemsgeul voorkomen;
- verbreding corridor van 500 m naar minimaal 700 m tot maximaal 1.300 m voor kabelsystemen;
- verbreding corridor van 500 m naar minimaal 500 m tot maximaal 700 m voor leidingen;
- baggerwerkzaamheden voor de aanleg van leidingen worden beperkt en het baggermateriaal dat ontstaat wordt elders verspreid. Hierdoor wordt de permanente verandering van de bodemdynamiek en het ontstaan van een vertroebelingspluim door de verspreiding van baggermateriaal beperkt. Hierbij wordt rekening gehouden met de eis dat het baggermateriaal binnen hetzelfde (kombergings)gebied moet worden verspreid.

5.4.2 V: Boschgat route

De V: Boschgat route is alleen beschouwd voor kabelsystemen. De route loopt vanaf Uithuizen via de droogvallende wadplaten en volgt de geulen Zuid Oost Lauwers en Boschgat via de westkant van het referentiegebied naar het noorden. Een variant start verder naar het westen en sluit aan op de route door het Boschgat. Ten noorden van Schiermonnikoog splitst de route zich in twee varianten, waarvan er een aansluit op de Noordzeeroutes A en B en de andere op de Noordzeeroutes C en D.

Installatiemethode kabelsystemen
Op de ondiep liggende wadplaten wordt een wadtrencher ingezet. In de diepere getijdegeulen wordt drijvend materieel gebruikt met een vertical injector of een trencher. De route kruist de primaire waterkering en bestaande kabels met een HDD-boring.

Optimalisaties
- baggerwerkzaamheden voor de aanleg van kabelsystemen worden beperkt en het baggermateriaal dat ontstaat wordt elders verspreid. Hierdoor wordt de permanente verandering van de bodemdynamiek en het ontstaan van een vertroebelingspluim door de verspreiding van baggermateriaal beperkt. Hierbij wordt rekening gehouden met de eis dat het baggermateriaal binnen hetzelfde (kombergings)gebied moet worden verspreid.

5.4.3 VII: Schiermonnikoog Wantij route

De VII: Schiermonnikoog Wantij route is beschouwd voor kabelsystemen en leidingen. De basis van deze route is het volgen van de ondiepe droogvallende wadplaten tussen de Groningse kust bij Kloosterburen en Schiermonnikoog. Ten noorden van Schiermonnikoog splitst de route zich in twee varianten, waarvan er een aansluit op de Noordzeeroutes A en B en de andere op de Noordzeeroutes C en D.

Installatiemethode kabelsystemen
Op de ondiep liggende wadplaten wordt een wadtrencher gebruikt om kabelsystemen te installeren. De kabelsystemen worden met een HDD-boring onder de primaire waterkering op land en onder het eiland Schiermonnikoog door geïnstalleerd. Ten noorden van Schiermonnikoog worden kabelsystemen met een trencher of een vertical injector op diepte gebracht. Hier zijn voorbereidende baggerwerkzaamheden nodig.

Installatiemethode leidingen
Het wantij tussen de Groningse kust bij Kloosterburen en Schiermonnikoog wordt overgestoken met een serie van opeenvolgende HDD-boringen. De leidingen worden met een HDD-boring onder de primaire waterkering op land en onder het eiland Schiermonnikoog door geïnstalleerd. Ten noorden van Schiermonnikoog wordt een open ontgraving in de brandingszone gemaakt met een kofferdam om de leiding op diepte te brengen. De leiding wordt vervolgens met de 'S-Lay' techniek geïnstalleerd. In dieper water wordt een pijpenlegschip en begraafmaterieel ingezet.

Optimalisaties
- verbreding corridor van 1.500 m naar minimaal 1.500 m tot maximaal 4.000 m voor kabelsystemen;
- verbreding corridor van 2.000 m naar minimaal 2.000 m tot maximaal 4.000 m voor leidingen.

5.4.4 VIII: Ameland Wantij route

De VIII: Ameland Wantij route is alleen voor leidingen beschouwd. Dit is de meest westelijke route. De basis van deze route is het volgen van de ondiepe droogvallende wadplaten tussen de Friese kust rond Ternaard en Ameland. De route sluit aan op Noordzeeroute D.

Installatiemethode leidingen
Het wantij wordt overgestoken met een serie van opeenvolgende HDD-boringen. De leidingen worden met een HDD-boring onder de primaire waterkering en onder het oostelijke deel van Ameland door geïnstalleerd. Ten noorden van Ameland wordt een open ontgraving in de brandingszone gemaakt met een kofferdam om de leiding op diepte te brengen. De leiding wordt vervolgens via de 'S-Lay' techniek geïnstalleerd. In dieper water wordt een pijpenlegschip en begraafmaterieel ingezet.

Optimalisaties
- geen optimalisaties.

5.4.5 IX: Zoutkamperlaag route

De IX: Zoutkamperlaag route is alleen beschouwd voor leidingen. Uitgangspunt van deze route is het volgen van de diepere geulen. De route start ten westen van het Lauwersmeer. Via geul de Zoutkamperlaag loopt de route tussen Het Rif en Schiermonnikoog en ten westen van de Gronden van het Plaatgat in noordelijke richting. Ten noorden van de eilanden splitst de route zich in twee varianten, waarvan er een aansluit op Noordzeeroute C en de andere op Noordzeeroute D.

Installatiemethode leidingen

Leidingen worden geïnstalleerd met een S-lay pijpenlegschip en daarna begraven met ingraafmaterieel. Op de route door de Zoutkamperlaag zijn voorbereidende baggerwerkzaamheden nodig om de gewenste begraafdiepte te bereiken. De route kruist de waterkering ten westen van Lauwersmeer met een HDD-boring.

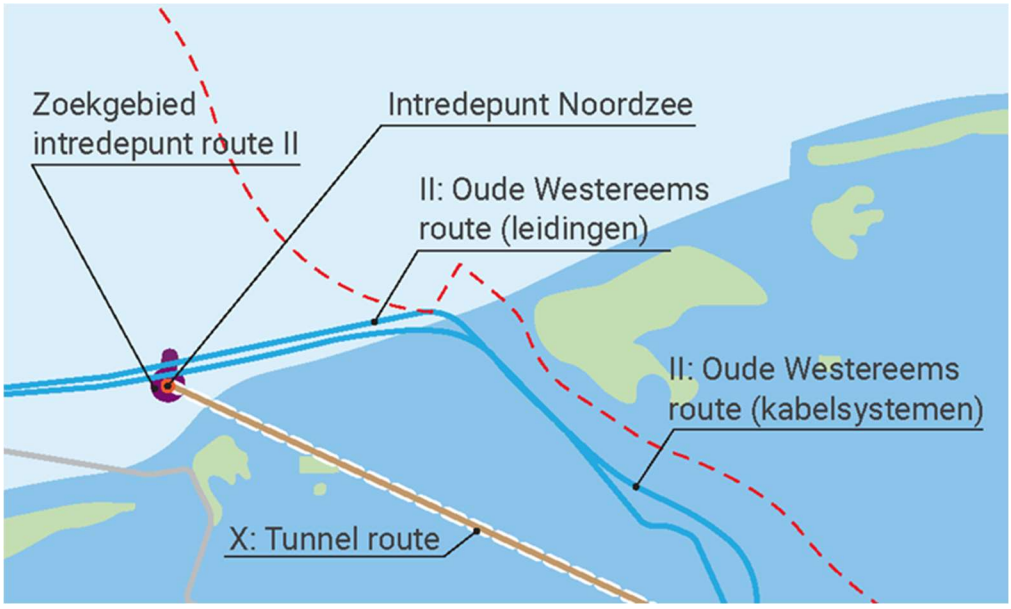
Optimalisaties

- baggerwerkzaamheden voor de aanleg van leidingen worden beperkt en het baggermateriaal dat ontstaat wordt elders verspreid. Hierdoor wordt de permanente verandering van de bodemdynamiek en het ontstaan van een vertroebelingspluim door de verspreiding van baggermateriaal beperkt. Hierbij wordt rekening gehouden met de eis dat het baggermateriaal binnen hetzelfde (kombergings)gebied moet worden verspreid.

5.4.6 X: Tunnel route

De X: Tunnel route heeft een lengte van ongeveer 26 km. De X: Tunnel route begint bij het intredepunt op de Noordzee en eindigt bij een aanlandingspunt op het vasteland. Het intredepunt Noordzee ligt op de Ballonplaat, een zandbank ten noorden van Rottumerplaat en ten westen van Borkum. Het intredepunt wordt kunstmatig aangelegd met zand binnen een zeewering. Zoekgebied intredepunt Route II verbindt het intredepunt Noordzee met de II: Oude Westereems route. Vanaf het zoekgebied intredepunt Route II volgen de kabelsystemen en leidingen de II: Oude Westereems route naar de Noordzeeroutes. Afbeelding 5.4 geeft het intredepunt Noordzee en zoekgebied intredepunt Route II weer.

Afbeelding 5.4 Visualisatie van het intredepunt Noordzee en zoekgebied intredepunt Route II



Richting het vasteland lopen maximaal zeven tunnelbuizen in een rechte lijn vanaf het intredepunt Noordzee naar het aanlandingspunt nabij de Eemshaven. De tunnels liggen diep (ongeveer 30 tot 45 m onder NAP) onder het Natura 2000-gebied Waddenzee, de Noordzeekustzone, Rottumeroog en de bestaande kabels en leidingen. Nabij de Eemshaven komen de tunnelbuizen weer bovengronds. Vanaf een aanlandingspunt volgen de kabelsystemen en leidingen de II: Oude Westereems landroute naar de aansluitpunten op land.

Installatiemethode

De activiteiten voor de aanleg van het intredepunt Noordzee bestaan uit de volgende stappen: baggeren van een toegangsgeul, aanleggen van een zeewering, opspuiten van zand, aanleg van golfbrekers, realisatie van kade en baggeren van het havenbassin.

Nadat het intredepunt is gerealiseerd, worden twee schachten met combiwanden gebouwd voor de eerste drie tunnelbuizen. Vanuit deze schachten kunnen tunnelbuizen op diepte worden geboord. Vervolgens kunnen de volgende twee schachten en vier tunnelbuizen worden gemaakt. De schachten bij het aanlandingspunt nabij de Eemshaven zijn vergelijkbaar met de schachten op het intredepunt Noordzee. De tunnelbuizen worden vanaf twee zijden geboord: vanaf het intredepunt en het aanlandingspunt. Vervolgens wordt in elke tunnelbuis afzonderlijk één kabelsysteem of leiding aangelegd. Kabelsystemen worden als geheel in de tunnelbuizen getrokken met een monorail. Leidingen worden in segmenten de tunnelbuizen ingereden met een rails waarna ze aan elkaar worden gelast.

5.5 Vasteland

Op het vasteland zijn zoekgebieden voor het aanlandingspunt van de tunnel, routes voor kabelsystemen en leidingen en locaties voor de waterstof aanlandingsstations en afsluiterlocaties, en de transformator- en converterstations onderzocht.

5.5.1 Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel

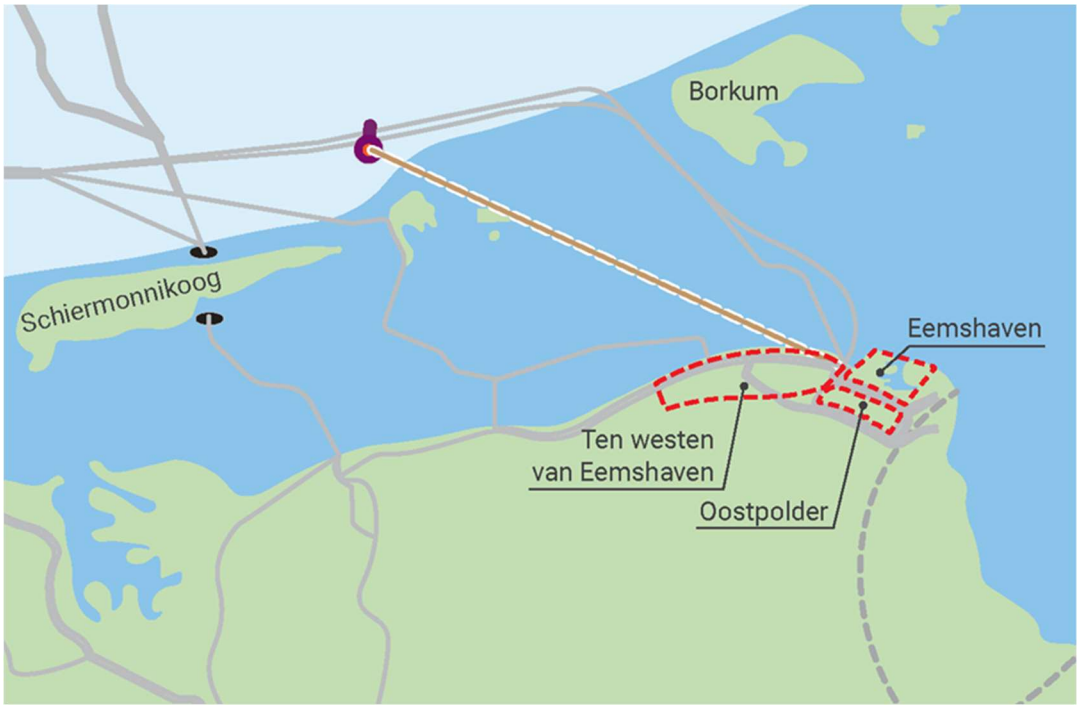
Voor het aanlandingspunt zijn drie zoekgebieden onderzocht: Eemshaven, Oostpolder en Ten Westen van Eemshaven. De locaties staan in Afbeelding 5.5. Het zoekgebied Eemshaven ligt in het industriële havengebied. Aandachtspunten zijn de inpassing tussen de huidige haven functies, de bedrijven en windturbines.

Het zoekgebied Oostpolder ten zuiden van de Eemshaven is nu nog agrarisch gebied, maar is in ontwikkeling als toekomstig bedrijventerrein. Aandachtspunten zijn de aanwezigheid van windturbines en dat de aanlanding van het tunnelsysteem niet past binnen het toekomstige provinciale inpassingsplan van de Oostpolder.

Het zoekgebied Ten Westen van Eemshaven ligt in overwegend agrarisch gebied. Aandachtspunten zijn de inpassing op de agrarische gronden en de aanwezigheid van windturbines.

Zoals is aangegeven in paragraaf 4.3.3 worden de kabelsystemen vanuit het aanlandingspunt aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet en de leidingen op het Waterstofnetwerk Nederland. Dit is meegenomen als onderdeel van de corridors van de landroutes voor kabelsystemen en leidingen.

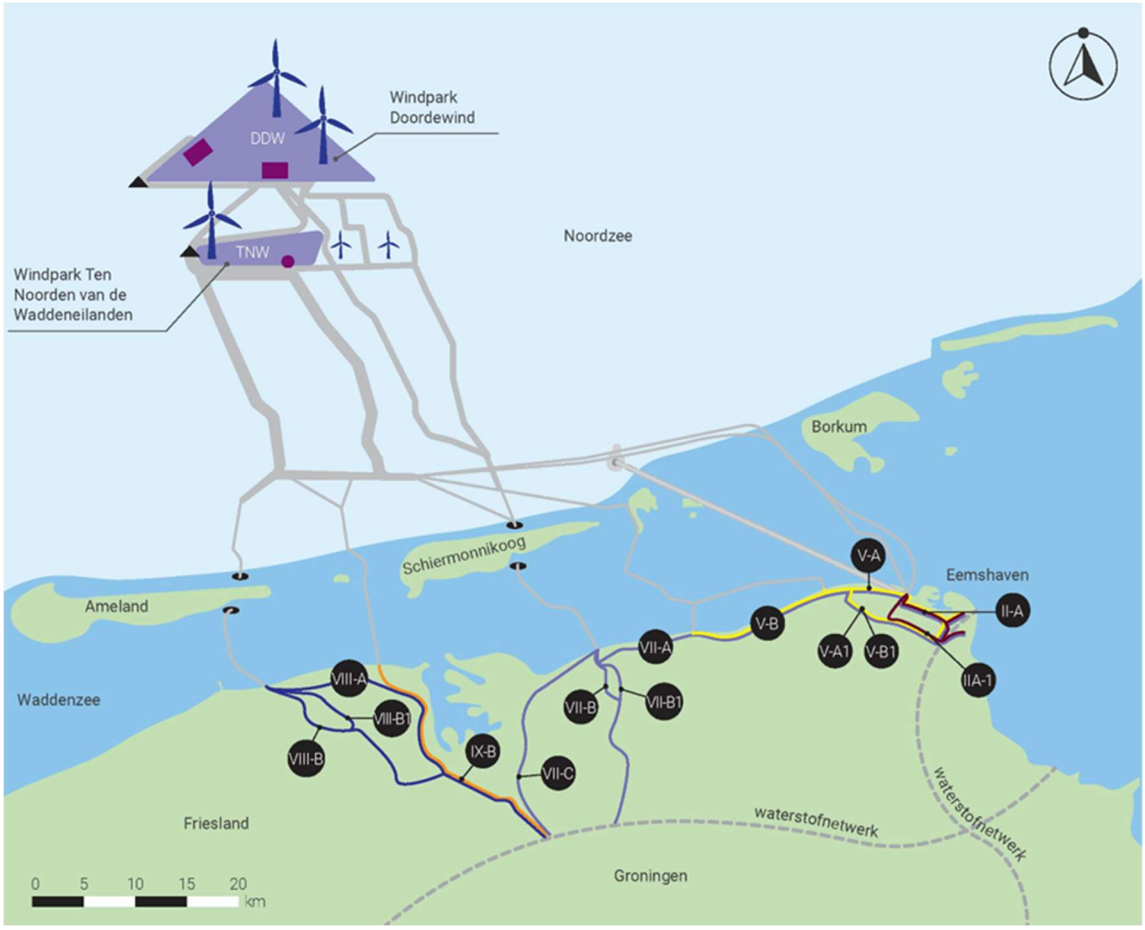
Afbeelding 5.5 Overzichtskaart zoekgebieden aanlandingspunt tunnel



5.5.2 Overzichtskaart landroutes kabelsystemen en leidingen

Er zijn vijf landroutes onderzocht, met diverse varianten. De routes staan in Afbeelding 5.6. De eerste ronde effectbeoordeling heeft geleid tot optimalisaties van de routes over het vasteland. Deze zijn in de NRO verkend en uitgewerkt. In Tabel 5.3 staat de te onderzoeken technisch maakbare configuratie en de corridorbreedte per landroute na optimalisatie.

Afbeelding 5.6 Overzichtskaart van de geoptimaliseerde routes op land



Tabel 5.3 Overzicht van de onderzochte routes over land na optimalisatie

Route	Route naam	Variant	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie	Corridor (breedte)
II	Oude Westereems landroute	A, A1	7 kabelsystemen en 3 leidingen	1.500 m
V	Boschgat landroute	A, A1, B, B1	1 kabelsysteem	500 m
VII	Schiermonnikoog Wantij landroute	A	7 kabelsystemen en 3 leidingen	1.500 m
		B, B1, C	3 leidingen	500 m
VIII	Ameland Wantij landroute	A, B, B1	3 leidingen	500 m
IX	Zoutkamperlaag landroute	B	3 leidingen	500 m

Optimalisaties

- voor delen van de corridor nabij Natura 2000-gebieden is nader ecologisch onderzoek benodigd in de project-mer;
- voor delen van de corridor nabij weidevogelgebieden geldt dat deze gebieden vermeden moeten worden of er nader onderzoek moet worden uitgevoerd naar mogelijke mitigerende maatregelen voor effecten op weidevogelgebieden in de project-mer;
- daar waar woningen in de corridor liggen geldt dat deze moeten worden vermeden;

- voor de delen van de corridor die lopen door gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de late bronstijd -nieuwe tijd en een hoge verwachtingswaarde uit het paleolithicum- vroege bronstijd geldt dat deze moeten worden vermeden. Of, als vermijden niet mogelijk is, dat in de project-mer de mogelijkheid voor passeren met een gestuurde boring moet worden onderzocht inclusief archeologisch onderzoek;
- voor de delen van de corridor waar eendenkooien liggen, geldt dat deze moeten worden vermeden. Of, als vermijden niet mogelijk is, dat in de project-mer de mogelijkheid voor passeren met een gestuurde boring moet worden onderzocht;
- daar waar beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridor liggen, geldt dat deze moeten worden vermeden;
- als er een oude dijk in de corridor ligt maar niet over de volledige breedte geldt dat de dijk moet worden vermeden of een gestuurde boring moet worden toegepast. Als een oude dijk de volle breedte van de corridor kruist dan moet een gestuurde boring worden toegepast;
- daar waar zich woningen bevinden binnen de significante geluidscontouren (aanlegfase) of bij overschrijding van de geluidsruimte in het gezoneerde bedrijventerrein Eemshaven (gebruiksfase), geldt dat nader geluidsonderzoek moet worden gedaan in de project-mer;
- een gestuurde boring wordt toegepast voor het kruisen van Natura 2000-gebieden of de corridor is versmald (als een corridor deels overlapt met Natura 2000-gebied);
- delen van verschillende landroutes die dezelfde route volgen zijn identiek gemaakt;
- centerlines en corridors zijn aangepast zodat de routes voor kabelsystemen en leidingen aansluiten op de waterstof aanlandingsstations en transformator- en converterstations;
- de landroutes zijn aangepast zodat deze niet meer overlappen met Natura 2000-gebieden (zoals de Waddenzee en de Klutenplas);
- de zoekgebieden en corridors zijn aangepast zodat deze enkel nog op land liggen en niet meer overlappen met de Waddenzee.

De zoekgebieden voor het aanlandingspunt van de tunnel en de zoekgebieden voor het transformatorstation en de converterstations zijn niet veranderd na optimalisatie. Ook de zoekgebieden voor de waterstof aanlandingsstations zijn gelijk gebleven, maar waterstof aanlandingsstation 18 is vervallen.

5.5.3 Landroutes kabelsystemen

De Waddenzeeroutes voor kabelsystemen sluiten aan op een route over het vasteland richting een aansluitpunt op het landelijke hoogspanningsnet in de Eemshaven. De verschillende routes zijn in werkelijkheid één lange route tussen Kloosterburen en de Eemshaven waar op verschillende locaties wordt aangesloten.

Tabel 5.4 Overzicht van routes voor kabelsystemen over land naar Eemshaven

Aanlandingszone - aansluitpunt	Sluit aan op route door Waddengebied
Ten Westen van de Eemshaven → Eemshaven	II: Oude Westereems route, X: Tunnel route
Uithuizen → Eemshaven	V: Boschgat route
Westernieland → Eemshaven	V: Boschgat route
Kloosterburen → Eemshaven	VII: Schiermonnikoog wantij route

Vanaf Kloosterburen loopt de route de eerste 10 km parallel aan de Middendijk. Daarna volgt de route tot aan Noordpolderzijl de primaire waterkering binnendijks. Ten oosten van Noordpolderzijl volgt de route weer de regionale waterkering tot aan de Eemshaven. In het gebied ten noorden/noordoosten van Valom loopt de route om het geplande windpark Eemshaven-west. Nabij de poldermolen 'Goliath' komt de landroute bij de Eemshaven aan. De route volgt zoveel mogelijk de rand van agrarische percelen.

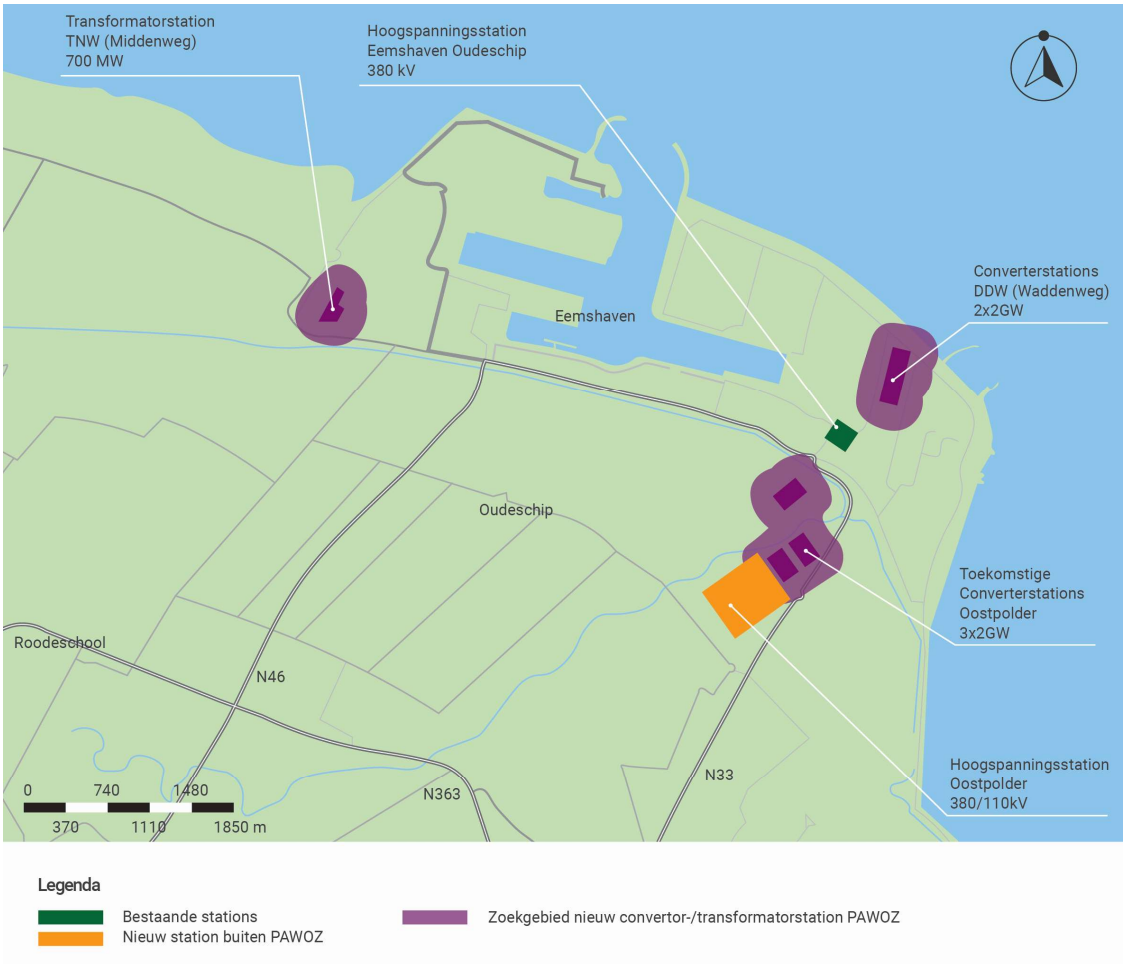
Uitgangspunt is dat de kabelsystemen op land worden aangelegd met een open ontgraving. Primaire waterkeringen worden gekruist met een HDD-boring.

5.5.4 Zoekgebieden transformator- en converterstations

In Afbeelding 5.7 staan het bestaande hoogspanningsstation Oudeschip in de Eemshaven en de zoekgebieden voor nieuwe hoogspanningsstations, het transformatorstation en converterstations. Omdat de exacte locaties van de nieuwe stations nog niet definitief zijn, zijn bufferzones van 200 meter getekend als zoekgebied van PAWOZ.

In het westen van de Eemshaven ligt het zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg). Hier komt het transformatorstation voor windgebied TNW, als deze niet wordt ontsloten met een waterstofverbinding, maar met een elektrische verbinding. In het oosten van de Eemshaven ligt het zoekgebied voor twee converterstations voor windgebied DDW. Ten zuidwesten hiervan is een zoekgebied voor drie converterstations in de Oostpolder voorzien om toekomstige windparken aan te sluiten.

Afbeelding 5.7 Bestaande en voorziene hoogspanningsstations in en rondom de Eemshaven



5.5.5 Landroutes waterstofleidingen

Voor het transport van waterstof met leidingen over land zijn verschillende routes onderzocht. De routes sluiten aan op het Waterstofnetwerk Nederland (westelijke routes) en op het Waterstofnetwerk Groningen (in de Eemshaven). Aansluitpunten liggen in de Eemshaven en tussen Grijpskerk en Tjuchem. De routes volgen zoveel mogelijk de rand van agrarische percelen.

Voor de westelijke landroutes voor leidingen is de corridorbreedte 500 m. Voor de landroute vanaf de aanlanding van de VII: Schiermonnikoog Wantij route, die zowel is onderzocht voor kabelsystemen als leidingen, is een corridorbreedte van 1.500 m aangehouden.

Tabel 5.5 Overzicht van routes voor leidingen over land

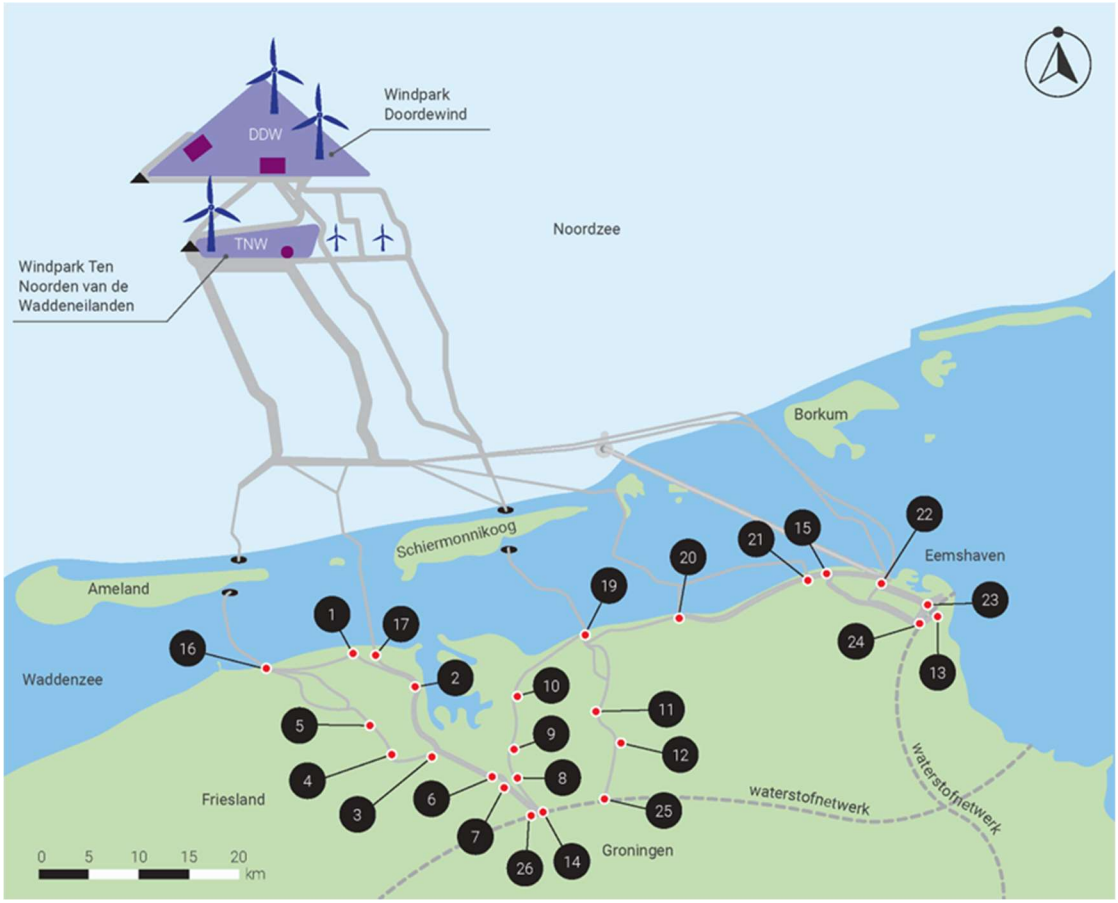
Aanlandingszone - aansluitpunt	Sluit aan op route door Waddengebied
Ten Westen van de Eemshaven → Eemshaven	II: Oude Westereems route, X: Tunnel route
Schiermonnikoog Wantij → Eemshaven	VII: Schiermonnikoog wantij route
Ameland Wantij (nabij Ternaard) → Waterstofnetwerk Nederland	VIII: Ameland wantij route
Zoutkamperlaag (nabij Moddergat) → Waterstofnetwerk Nederland	IX: Zoutkamperlaag route
Zoutkamperlaag (nabij Lauwersoog) → Waterstofnetwerk Nederland	IX: Zoutkamperlaag route

Uitgangspunt is dat de leidingen op land worden aangelegd met een open ontgraving. Primaire waterkeringen worden gekruist met een HDD-boring.

5.5.6 Aanlandingsstations en afsluiterlocaties

In Afbeelding 5.8 staan de 25 locaties waar waterstof aanlandingsstations en afsluiterlocaties voor waterstof zijn onderzocht. Na optimalisatie is waterstof aanlandingsstation 18 vervallen.

Afbeelding 5.8 Te onderzoeken waterstof aanlandingsstations



6

METHODIEK MILIEUEFFECTBEOORDELING

De kern van het MER is het onderzoek naar de milieueffecten van de aanleg, het gebruik en het onderhoud van kabelsystemen, leidingen en stations om de aansluiting van de windparken op zee naar de Eemshaven mogelijk te maken. Het opruimen aan het eind van de levensduur is niet apart beschreven. Er wordt vanuit gegaan dat de effecten daarvan gelijk of minder zijn dan van de aanlegwerkzaamheden.

In dit MER zijn de milieueffecten van PAWOZ in beeld gebracht en beoordeeld op een detailniveau dat past bij een programma. De effecten zijn bepaald door de toekomstige situatie die ontstaat door het voornemen te vergelijken met de situatie die ontstaat zonder het voornemen. Deze zogenaamde referentiesituatie is beschreven in Hoofdstuk 3. Aan het verschil tussen die twee situaties, het effect, is een kwalitatief oordeel toegekend. Daaruit blijkt of de effecten van PAWOZ positief (het wordt beter), neutraal (geen effect) of negatief (het wordt slechter) zijn. De milieueffecten zijn onderzocht volgens de aanpak van de Notitie Reikwijdte en Detailniveau, waarin het advies van de Commissie mer en de zienswijzen uit de omgeving zijn meegenomen (Commissie mer, 2022). Dit hoofdstuk beschrijft de methodiek.

6.1 Van thema's naar beoordelingsaspecten en criteria

In het MER zijn zeven thema's onderzocht. Die thema's staan in de onderstaande afbeelding. Om te bepalen welke effecten precies moeten worden onderzocht, zijn voor elk thema ingreep-effectrelaties beschreven. Een ingreep-effectrelatie geeft aan welk effect een bepaalde activiteit kan hebben op het milieu. In het kader staan een paar voorbeelden. In de deelrapporten zijn de ingreep-effectrelaties per thema uitgewerkt.

Afbeelding 6.1 Te onderzoeken thema's

Voorbeelden van ingreep-effectrelaties
Voor het ingraven van bijvoorbeeld kabelsystemen en leidingen moet in de aanlegfase de scheepvaart stil worden gelegd, zodat de werkschepen kunnen werken. Het effect is dat schepen tijdelijk moeten omvaren. Dit is een tijdelijk effect, dat na de werkzaamheden weer ophoudt. Een ander voorbeeld is dat bij het ingraven van de kabelsystemen en leidingen de bodem wordt geroerd. Dit heeft effect op de bodemvorm en bodemsamenstelling. Ook kan dit een effect hebben op het bodemleven.

Deze effecten zijn vertaald naar beoordelingsaspecten. Elk thema dat wordt onderzocht in dit MER is dus op basis van de ingreep-effectrelaties opgedeeld in verschillende beoordelingsaspecten. Deze beoordelingsaspecten zijn weer verder uitgewerkt in criteria. Een criterium is een precieze omschrijving van wat er precies is onderzocht. Alle criteria die worden onderzocht in het MER zijn bij elkaar gezet in het beoordelingskader. Het beoordelingskader staat in paragraaf 6.2.

Thema's, beoordelingsaspecten en criteria: wat is het verschil?
Een thema is een groep van meerdere beoordelingsaspecten, bijvoorbeeld het thema Bodem en Water op land. De beoordelingsaspecten die binnen dit thema vallen zijn: grondwater, oppervlaktewater en bodemkwaliteit. Het criterium is een specifiekere omschrijving van waarop er beoordeeld wordt bij een beoordelingsaspect. Als voorbeeld het beoordelingsaspect oppervlaktewater, daar is het criterium 'invloed op oppervlaktewaterkwaliteit'.

6.2 Beoordelingskader

Alle thema's, beoordelingsaspecten en criteria hebben een plek gekregen in het beoordelingskader. De onderstaande tabellen geven per thema een overzicht van de criteria. Alle tabellen samen vormen het beoordelingskader van dit MER.

6.2.1 Bodem en Water op zee

Om de effecten op de vorm en opbouw van de zeebodem (ook wel morfologie genoemd) te bepalen zijn hydrodynamische en sedimenttransportmodellen gemaakt. Ook is er een numeriek vertroebelingsmodel gemaakt. Op basis van de resultaten van de modellen zijn de effecten bepaald op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek, bodemkwaliteit en -samenstelling, het kustfundament en de hydrodynamica. De resultaten van het vertroebelingsmodel zijn beoordeeld in het deelrapport Natuur. De effecten worden vooral veroorzaakt door de aanlegwerkzaamheden, maar voor sommige effecten geldt zo'n lange hersteltijd dat de effecten ook doorlopen in de gebruiksfase. Dit thema is uitgewerkt in het deelrapport Bodem en Water op zee.

Tabel 6.1 Beoordelingskader thema Bodem en Water op zee

Beoordelingsaspect	Criterium
Morfologie en bodemdynamiek	Invloed op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek
Bodemkwaliteit en bodemsamenstelling	Invloed op de kwaliteit en samenstelling van de zeebodem
Kustfundament	Invloed op zandsuppleties en op hoogwaterveiligheid tijdens een maatgevende storm
Hydrodynamica	Invloed op waterbeweging en waterverdeling in met name de geulenstelsels van het Waddengebied inclusief het Eems estuarium
Effect toekomstig onderhoud op bodemdynamiek en bodemsamenstelling	Kans op toekomstig onderhoud met effect op natuurlijke bodemontwikkeling of bodemsamenstelling door blootspoelen

6.2.2 Bodem en Water op land

Om de effecten op de bodemkwaliteit en het risico op zetting te bepalen, is een bureauonderzoek gedaan. Hiervoor zijn historische data en gegevens van de bodemopbouw gebruikt. Er is een grondwatermodel gemaakt om de effecten op grondwaterstanden, kwel en infiltratie te berekenen. De gevolgen voor verzilting, waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en KRW-grondwaterlichamen zijn hieruit afgeleid. Met behulp van GIS is de invloed op oppervlaktewaterkwaliteit en de toename van verharding in beeld gebracht. Dit thema is uitgewerkt in het deelrapport Bodem en Water op land.

De effecten worden vooral veroorzaakt tijdens de aanlegwerkzaamheden. Ze zijn het gevolg van de bemaling, die bij de aanleg van de kabelsystemen en leidingen op land wordt gebruikt om droog te kunnen werken.

Tabel 6.2 Beoordelingskader thema Bodem en Water op land

Beoordelingsaspect	Criterium
Bodemkwaliteit	Invloed op bodemkwaliteit
	Risico op zettingen
Grondwater	Invloed op afgeleide effecten door veranderingen in grondwater (inclusief verzilting)
	Invloed op waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en KRW-grondwaterlichamen
Oppervlaktewater	Invloed op oppervlaktewaterkwaliteit
	Toename verharding

6.2.3 Natuur

In de NRD was voor het thema Natuur een lange lijst met beoordelingsaspecten en deelaspecten opgesomd. In het deelrapport Natuur zijn de beoordelingsaspecten en deelaspecten gegroepeerd naar de volgende verstoringsfactoren: vertroebeling en sedimentatie, verandering dynamiek substraat, oppervlakteverlies, geluid/beweging, optische verstoring en licht, elektromagnetische velden en vermesting/verzuring (stikstof). Per verstoringsfactor en per soortgroep zijn de ingreep-effectrelaties in beeld gebracht op basis van de literatuur. Ook is aangegeven hoe groot de effecten zijn.

Uit deze analyse zijn de verstoringsfactoren geselecteerd, die kunnen optreden op de soortgroepen en beschermingsregimes in de Noordzee, Waddengebied en het vasteland. De effecten zijn per Natura 2000-gebied beoordeeld in het kader van de gebiedsbescherming onder de Omgevingswet. Voor soortenbescherming is onderzocht of er bepaalde verbodsbepalingen uit de Omgevingswet worden overtreden. Er is beoordeeld of deze verbodsbepalingen leiden tot aantasting van de gunstige staat van instandhouding van beschermde soorten. Als significant negatieve effecten niet kunnen worden uitgesloten (gebiedsbescherming) of er mogelijk sprake is van aantasting van de gunstige staat van instandhouding (soortenbescherming) is onderzocht welke mitigerende maatregelen kunnen worden genomen om effecten te voorkomen.

Er is ook gekeken naar de effecten op de internationale beschermingsregimes van:
- de OSPAR: dit is de internationale samenwerking voor de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische oceaan inclusief de Noordzee;
- de KRM: dit is de Europese kaderrichtlijn mariene strategie voor het beschermen en herstellen van de Europese zeeën;
- de KRW: dit is de Europese kaderrichtlijn water, voor het realiseren en behouden van chemisch schoon en ecologisch gezond oppervlaktewater en grondwater;

Ook is gekeken naar de effecten op de regionale beschermingsregimes van het Natuurnetwerk Nederland (NNN), akkervogels, weidevogels en ganzenfoerageergebieden.

De effecten hebben vooral betrekking op de aanlegfase. Vooral de werkzaamheden in de Waddenzee kunnen effecten veroorzaken voor verschillende soorten habitattypen, vissen, zeezoogdieren, niet-broedvogels, broedvogels, grondgebonden zoogdieren, vleermuizen. Ook is gekeken naar de effecten van de stationslocaties op het vasteland en het intredepunt op de Noordzee tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6.3 Beoordelingskader thema Natuur

Beoordelingsaspect / verstoringsfactor	Criterium/soortgroep
Vertroebeling	Primaire productie, habitattypen en vogels
Sedimentatie	Habitattypen, OSPAR soorten, vissen en zeezoogdieren
Verandering dynamiek substraat	Habitattypen en OSPAR soorten, niet-broedvogels, vaatplanten
Oppervlakteverlies	Habitattypen en OSPAR soorten
Toevoegen hard substraat	Habitattypen en OSPAR soorten
Onderwatergeluid en trillingen	Habitattypen, vissen, zeezoogdieren en vogels
Bovenwatergeluid en trillingen	Zeezoogdieren, niet-broedvogels, broedvogels, grondgebonden zoogdieren, vleermuizen
Optische verstoring en licht	Zeezoogdieren, niet-broedvogels, broedvogels, vleermuizen, grondgebonden zoogdieren
Elektromagnetische velden	Habitattypen en vissen
Vermesting/verzuring	Stikstofdepositie

Natuurtoets en compensatie

Omdat significante effecten op Natura 2000-gebieden niet op voorhand konden worden uitgesloten, is voor PAWOZ een Natuurtoets gemaakt. De Natuurtoets bestaat uit een Passende Beoordeling en een soortentoets. In de Natuurtoets zijn de effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de omliggende Natura 2000-gebieden en beschermde soorten onderzocht. Er is gekeken of er mitigerende maatregelen kunnen worden genomen om negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden en beschermde soorten te voorkomen.

Uit de Natuurtoets blijkt dat het op sommige routes mogelijk is om de negatieve effecten met mitigerende maatregelen te voorkomen. Voor andere routes blijkt dat significante negatieve effecten op Natura 2000-gebieden ook met mitigerende maatregelen vooralsnog niet kunnen worden uitgesloten. Voor deze routes is onderzocht of er met compenserende maatregelen zicht is op compensatie. Dit is opgenomen in Hoofdstuk 18 Compensatie van deelrapport Natuur. In dit hoofdstuk zijn compenserende maatregelen onderzocht.

Deelrapport Natuur bevat de Natuurtoets (Bijlage III van deelrapport Natuur) en het Hoofdstuk Compensatie (Hoofdstuk 18 van deelrapport Natuur).

6.2.4 Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie

In een bureauonderzoek zijn de effecten op de landschappelijke kenmerken en de cultuurhistorische, aardkundige en archeologische waarden bepaald. Daarbij is gebruik gemaakt van beschikbare informatie en GIS-analyses. Dit thema is uitgewerkt in het deelrapport Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie. Voor het bepalen van de invloed op de werelderfgoed waarden van de Waddenzee is een werelderfgoed beoordeling in het Engels: heritage impact assessment, HIA) opgesteld (zie voor meer informatie paragraaf 6.5 en Bijlage III).

De belangrijkste effecten op landschap en cultuurhistorie hebben te maken met de nieuw te bouwen stations (de transformator- en converterstations voor elektriciteit, en de aanlandingsstations en afsluiterlocaties voor waterstof) en het intredepunt Noordzee en aanlandingspunt voor het tunnelsysteem. De belangrijkste effecten op de aardkundige en archeologische waarden komen door de graafwerkzaamheden voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen.

Tabel 6.4 Beoordelingskader thema Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie

Beoordelingsaspect	Criterium
Landschap	Invloed op de gebiedskarakteristiek
Cultuurhistorie (bovengronds)	Invloed op cultuurhistorische waarden
Aardkunde	Invloed op aardkundige waarden
Archeologie	Invloed op bekende archeologische waarden
	Invloed op verwachte archeologische waarden
UNESCO	Invloed op Outstanding Universal Values van Werelderfgoed Waddenzee

6.2.5 Scheepvaart en Veiligheid

Om de effecten op de scheepvaartveiligheid te bepalen heeft het onderzoeksinstituut voor de scheepvaart MARIN scheepvaartbewegingen in kaart gebracht en de risico's voor de scheepvaart door de aanlegwerkzaamheden berekend. REASeuro heeft een quickscan gedaan naar de kans op het voorkomen van niet-gesprongen explosieven op de routes. In een bureauonderzoek zijn de effecten op de hoogwaterveiligheid en de overige veiligheidsaspecten bepaald. Dit thema is uitgewerkt in het deelrapport Scheepvaart en Veiligheid.

Tabel 6.5 Beoordelingskader thema Scheepvaart en Veiligheid

Beoordelingsaspect	Criterium
Niet-gesprongen explosieven	Activiteiten in verdachte gebieden voor niet-gesprongen explosieven
Waterkeringsveiligheid	Aantal kruisingen met waterkeringen
Overige veiligheid	Aantal kruisingen overige objecten (zee)bodem, als wrakken, stenen en lading
Nautische veiligheid	Afstand (meters) tot betonning van de vaarweg
	Aantal kruisingen met de vaarweg
	Risico op aanvaring constructie of object
	Risico op stremming en scheepvaarthinder
	Afstand in meters tot het ankergebied
	Het effect van magnetische interferentie op scheepvaartveiligheid (magnetische kompassen)
Afstand boven historisch diepste punt in Eems-Dollard Verdragsgebied	Afstand (meters) boven historisch diepste punt in Eems-Dollard Verdragsgebied
Blootspoelen	Risico op blootspoelen
Ankeren	Risico op schade door ankeren

Risico's op stremming en hinder voor de scheepvaart kunnen vooral optreden door de werkschepen en hun ankers tijdens de aanlegwerkzaamheden op zee. In de gebruiksfase gaat het vooral om het risico dat er een anker op een kabelsysteem of leiding terecht komt.

6.2.6 Gebruiksfuncties

In een bureauonderzoek zijn de effecten bepaald op bestaande gebruiksfuncties op land en zee. Het gaat om bebouwing, militaire gebieden, olie- en gaswinning, visserij en aquacultuur, zand- en schelpenwinning, bestaande kabels en leidingen, recreatie en toerisme, gesloten gebieden, wegen en spoorwegen en watergangen en keringen. Daarbij is gebruik gemaakt van beschikbare informatie en GIS-analyses. Dit thema is uitgewerkt in het deelrapport Gebruiksfuncties.

De effecten hebben vooral te maken met de ruimte die de kabelsystemen, leidingen en stations innemen waardoor er beperkingen ontstaan voor de bestaande functies.

Tabel 6.6 Beoordelingskader thema Gebruiksfuncties op zee en op land

Beoordelingsaspect	Criterium
Wonen en werken	Invloed op woonfuncties en werkgerelateerde functies
Militaire gebieden	Invloed op militaire activiteiten
Olie- en gaswinning	Doorkruising veiligheidszone rondom productieplatformen
Visserij en aquacultuur	Invloed op gebruik van visgronden
Zand- en schelpenwinning	Invloed op zand- en schelpenwinning
Kabels- en leidingen op land en op zee	Aantal kruisingen met kabels en leidingen op land en op zee.
Recreatie en toerisme	Invloed op recreatie en toerisme
Gesloten gebieden	Aantal kruisingen door (tijdelijk) gesloten gebieden
Wegen en spoorverbindingen	Aantal kruisingen met wegen
Watergangen en -keringen	Aantal kruisingen met watergangen en -keringen

6.2.7 Leefomgeving

Effecten op de leefomgeving ontstaan vooral door geluidshinder. Er is een toetsing gedaan naar toename van geluid bij geluidgevoelige objecten en de optelsom van geluiden (cumulatie). Geluidgevoelige objecten zijn gebouwen die door de wet beschermd worden tegen geluidhinder, zoals woningen, kinderdagverblijven, onderwijsgebouwen, ziekenhuizen en verpleegtehuizen. Er is ook onderzoek gedaan naar de inpasbaarheid binnen het geluidverkavelingsplan van de Eemshaven. Voor geluidshinder door laagfrequent geluid ontbreken gegevens in de literatuur en metingen. Dit moet verder worden onderzocht in een project-mer.

Omdat de luchtkwaliteit in het plangebied ruim voldoet aan de wettelijke grenswaarden, voldoet het project zonder verder onderzoek aan de wet- en regelgeving voor luchtkwaliteit. Om te bepalen of er effecten zijn, is gekeken of er mensen worden blootgesteld aan luchtverontreiniging tijdens de werkzaamheden. De effecten door stikstofuitstoot zijn beschreven in het deelrapport Natuur.

Om te bepalen of magneetvelden effect kunnen hebben op woningen en andere functies zijn kengetallen uit andere magneetveldstudies en GIS-analyses gebruikt. Dit thema is uitgewerkt in het deelrapport Leefomgeving.

Tabel 6.7 Beoordelingskader thema Leefomgeving

Beoordelingsaspect	Criterium
Geluid	Geluidhinder op geluidgevoelige objecten (aanlegfase)
	Inpasbaarheid binnen geluidverkavelingsplan industrieterrein Eemshaven (gebruiksfase)
	Cumulatieve geluidsbelasting op geluidgevoelige objecten (gebruiksfase)
	Geluidshinder door laagfrequent geluid op geluidgevoelige objecten (gebruiksfase)
Luchtkwaliteit	Invloed op luchtkwaliteit (aanlegfase)
Magneetvelden	Aantal gevoelige bestemmingen binnen magneetveldcontour

6.3 Beoordelingsmethodiek

De beoordeling gebeurt per criterium van het beoordelingskader. Hiervoor is een generieke beoordelingsschaal gebruikt, die voor elk criterium specifiek is gemaakt. De generieke beoordelingsschaal staat in Tabel 6.8, de uitwerking per criterium staat in de deelrapporten. Voor sterk negatieve effecten (---) is geen zicht op mitigatie (het beperken) van de effecten, voor negatieve effecten (- of --) wel. Voor het deelrapport Natuur is hiernaast beoordeeld of er wel of geen zicht op compensatie is. Om te bepalen of er zicht is op mitigatie zijn meerdere sessies georganiseerd en is expert judgement toegepast. Om te bepalen of er zicht op compensatie is, is een eerste inschatting van de mogelijkheden gemaakt op basis van expert judgement.

Tabel 6.8 Generieke beoordelingsschaal

Score	Methodiek	Wanneer van toepassing
+ +	sterk positief effect ten opzichte van de referentiesituatie	Dit zijn effecten die leiden tot een sterke verbetering ten opzichte van de referentiesituatie
+	positief effect ten opzichte van de referentiesituatie	Dit zijn effecten die leiden tot een verbetering ten opzichte van de referentiesituatie
0	neutraal effect ten opzichte van de referentiesituatie	Dit zijn effecten die geen verschil ten opzichte van de referentiesituatie veroorzaken
-	licht/beperkt negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie	Dit zijn effecten die een licht negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie veroorzaken
- -	negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie	Dit zijn effecten die een negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie veroorzaken, waarbij er zicht op mitigatie is
- - -	sterk negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie	Dit zijn effecten die een negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie veroorzaken, waarbij er geen zicht op mitigatie is

6.4 Bandbreedtemethode

De routes zijn eigenlijk corridors met een bepaalde breedte die per route kan verschillen. Om de effecten te bepalen, is eerst gekeken wat het effect is van één kabelsysteem of één leiding op de centerline van de corridor. De centerline is de lijn die door het midden van de corridor loopt. De volgende stap verschilt per deelrapport. Voor een aantal deelrapporten (bijvoorbeeld Bodem en Water op zee en Natuur) is daarna gekeken naar de effecten van één kabelsysteem of één leiding aan de buitenste randen van de corridor. Andere deelrapporten (zoals Gebruiksfuncties) kijken in plaats van naar de buitenste randen van de corridor, naar de effecten van één kabelsysteem of één leiding binnen de gehele corridor. De reden hiervoor is dat sommige criteria alleen op een specifieke locatie of lijn onderzocht kunnen worden (zoals de bodemopbouw), terwijl andere criteria ruimtelijk in kaart gebracht en onderzocht kunnen worden (zoals de locaties van archeologische waarden). Voor alle deelrapporten geldt dat als één kabelsysteem of één leiding past, er vervolgens is gekeken wat het effect is van de maximale configuratie in de hele corridor. Als blijkt dat de maximale configuratie (worst-case) niet past, is beschreven waar de beperkingen in de corridor zich bevinden. De maximale configuratie is het aantal kabelsystemen en/of leidingen dat technisch in de corridor van een route zou moeten passen. Dit is opgenomen in de Notitie Routeontwikkeling.

6.5 Werelderfgoed beoordeling

De Waddenzeeroutes liggen in het UNESCO Werelderfgoed de Waddenzee. Vanwege de UNESCO-status moeten de habitattypen, kenmerken en processen die kenmerkend zijn voor een natuurlijke en dynamische Waddenzee beschermd blijven. Omdat het gaat om internationaal beschermde waarden is de beoordeling opgesteld in een zogenaamde Heritage Impact Assessment (dat is Engels voor werelderfgoed beoordeling). De HIA staat in Bijlage III.

In de HIA zijn de mogelijke effecten op de belangrijke kenmerken en waarden -de zogenaamde Outstanding Universal Values- van de Waddenzee in beeld gebracht. Dit zijn de kenmerken en waarden op het gebied van:

- geomorfologische en ecologische processen: De Waddenzee is het grootste aaneengesloten systeem van zand- en slibvlaktes ter wereld. Het gebied toont een dynamisch proces van sedimentatie en erosie dat uitzonderlijk goed zichtbaar is. Het getijdenlandschap verandert voortdurend door de wisselwerking tussen zee, wind en getijden;
- biodiversiteit: De Waddenzee is een van de meest productieve natuurlijke gebieden ter wereld. Het is een cruciale habitat voor tal van soorten, waaronder zeehonden, vissen en ongewervelde dieren. Het gebied is ook van groot belang voor miljoenen trekvogels die hier foerageren, rusten en broeden.

De HIA maakt gebruik van de resultaten van de deelrapporten Natuur en Bodem en Water op zee, waarin bovenstaande kenmerken en waarden zijn onderzocht en beoordeeld voor het MER. In het hoofdrapport van het MER is niet apart aan de uitkomsten van de HIA gerefereerd, omdat deze overeen komen met de uitkomsten van de deelrapporten Natuur en Bodem en Water op zee. Overkoepelend is in de HIA onderzoek gedaan of het voornemen de integriteit van het UNESCO Werelderfgoed de Waddenzee aantast.

6.6 Circulariteit

Circulariteit is belangrijk met het oog op de klimaatverandering, energietransitie en de transitie naar hernieuwbare grondstoffen. In het MER is dit thema op een kwalitatieve manier in beeld gebracht. Het resultaat staat in Bijlage IV De focus ligt op de vraag in hoeverre het voornemen rekening houdt met deze onderwerpen.

Bij circulariteit gaat het om efficiënter gebruik van grondstoffen, materialen, producten en afval. Nederland wil in 2050 een circulaire economie zijn. In een circulaire economie worden grondstoffen steeds opnieuw gebruikt. De komende jaren moet het gebruik van niet-hernieuwbare grondstoffen in Nederland al fors omlaag, naar 50 % in 2030 ten opzichte van 2016.

Bijlage IV verwijst naar vier circulaire strategieën om de circulaire economie te bevorderen en de milieu-impact te verminderen. Er zijn nog geen keuzes gemaakt over het definitieve ontwerp van de elektrische verbinding of waterstofverbinding. Zo kan de levensduur van kabelsystemen en leidingen mogelijk worden verlengd door ze dieper te begraven, en door hoogwaardige materialen te gebruiken. Ook hergebruik van materialen en/of onderdelen wordt nog onderzocht in het lopende onderzoek Hergebruik aardgasleidingen voor waterstoftransport (HGH2). Hierom ligt de focus in Bijlage IV op de reductie van materiaalgebruik en onderdelen. Uit de kwalitatieve analyse blijkt dat de routelengte en aanlegtechniek de onderscheidende beoordelingsaspecten zijn voor de circulariteit van een route die in deze fase van PAWOZ onderzocht kunnen worden.

Uit de analyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken: het materiaalgebruik op de kortere routes waarbij kabelsystemen of leidingen worden aangelegd met HDD-boringen is over het algemeen beperkter dan langere routes waarbij kabelsystemen of leidingen worden aangelegd met een open ontgraving of bij gebruik van het tunnelsysteem.

6.7 Klimaatadapatie en Biodiversiteit

De thema's klimaatadaptatie en biodiversiteit zijn niet apart onderzocht in het MER, maar zijn integraal onderdeel van de deelrapporten. Klimaatadaptie is in elk deelrapport opgenomen in de beschrijving van de autonome ontwikkelingen onder autonome processen. Het gaat bijvoorbeeld om de zeespiegelstijging en andere gevolgen van klimaatverandering. Deze autonome processen beïnvloeden de toekomstige referentiesituatie.

Biodiversiteit is integraal onderdeel van het deelrapport Natuur. Het toevoegen van nieuwe structuren en bijbehorend hard-substraat kan op de langere termijn een positieve invloed hebben op de biodiversiteit. De offshore installaties kunnen bijvoorbeeld op den duur gaan functioneren als basis voor kunstmatige riffen.

Ook is de toetsing aan effecten op biodiversiteit verankerd in bestaande wettelijke kaders, zoals de Europese Biodiversiteitsstrategie 2030 met daarin de ambities gericht op herstel van de biodiversiteit of de toetsing aan de kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM). De KRM heeft betrekking op bodemhabitat en biodiversiteit van het mariene ecosysteem van de Noordzee. Doel van de KRM is een goede milieutoestand van de Noordzee te behouden of te herstellen. In het deelrapport Natuur is getoetst aan deze kaders en is inzichtelijk gemaakt wat de effecten zijn van aanleg en het gebruik.

7

MILIEUEFFECTSHEETS ROUTES EN STATIONSLOCATIES

In de deelrapporten van dit MER is voor alle criteria beschreven en beoordeeld welke effecten kunnen optreden als gevolg van de verschillende routes en stations. Dit is gedaan in twee beoordelingsrondes. In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de tweede ronde effectbeoordeling uit de deelrapporten samengevat in Milieueffectsheets per route en stationslocatie. Dit is dus de eindbeoordeling van de milieueffecten, na optimalisatie van de routes en stationslocaties in de eerste ronde en na mitigatie van de effecten in de tweede ronde.

De deelrapporten zijn op thema, beoordelingsaspect en criteria ingedeeld. In de Milieueffectsheets zijn de beoordelingen uit alle deelrapporten samengebracht per route of stationslocatie. De gepresenteerde resultaten in de Milieueffectsheets gelden in principe voor de hele corridor of het zoekgebied, en alle varianten per route. Als er verschillen zijn tussen de effecten van de centerline (middenlijn van de corridor) en de corridor, of tussen varianten, dan is dat in de Milieueffectsheets aangegeven.

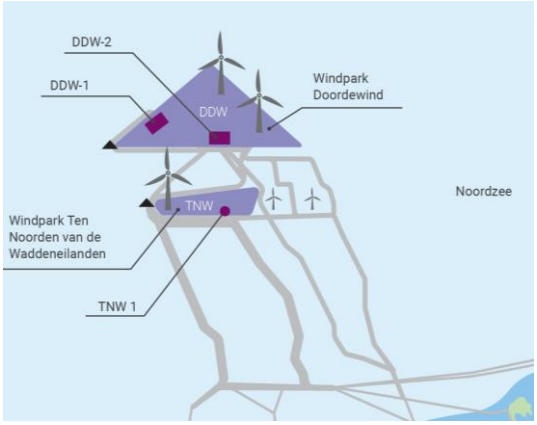
In de Milieueffectsheets is samengevat welke negatieve (--) en sterk negatieve (---) effecten er zijn gesignaleerd in de deelrapporten. In de Milieueffectsheets staan de optimalisaties die zijn gevonden na de eerste ronde effectbeoordeling en de mitigerende maatregelen uit de tweede ronde effectbeoordeling. Ook zijn er aandachtspunten genoemd die bij die effecten horen.

Bij een nadere uitwerking van een route of stationslocatie moet in de project-mer ook worden gekeken naar de in de deelrapporten gesignaleerde licht negatieve (-) effecten van de routes en stationslocaties. Deze effecten zijn in de Milieueffectsheets niet opgenomen. Licht negatieve (-) effecten betekenen dat er lokale of tijdelijke verandering van de huidige situatie kunnen optreden. Op basis van het effectonderzoek worden hier geen problemen voor de vergunbaarheid of uitvoerbaarheid verwacht. Maar er kunnen bij nadere uitwerking in de project-mer wel aandachtspunten voor bijvoorbeeld de uitvoering of het omgevingsproces uit volgen.

De Milieueffectsheets zijn als volgt opgebouwd:
- links bovenin: in de titel en op de afbeelding staat waar de Milieueffectsheet over gaat;
- rechts bovenin: hier staan de varianten in tabelvorm opgesomd, met voor de routes de onderzochte maximale configuratie en corridorbreedte. Daaronder staan de optimalisaties die zijn doorgevoerd na de eerste ronde effectenbeoordeling;
- hieronder zijn drie tekstvakken opgenomen. Dit zijn van boven naar beneden:
  - het eerste tekstvak bevat de sterk negatieve (---) effecten waarvoor geen zicht is op mitigatie en wel of niet zicht is op compensatie. Dit is opgenomen in tabelvorm, met links de sterk negatieve (---) effecten en rechts de bijbehorende compenserende maatregelen. Aan de linkerrand van de tabel is aangeven of de effecten in de aanlegfase of de gebruiksfase optreden;
  - in het tweede tekstvak staan de negatieve (--) effecten waarvoor wel zicht op mitigatie is. Dit is opgenomen in tabelvorm, met links de negatieve (--) effecten en rechts de bijbehorende mitigerende maatregelen. Aan de linkerrand van de tabel is aangeven of de effecten in de aanlegfase of gebruiksfase optreden;
  - het derde tekstvak bevat de aandachtspunten voor het Programma van PAWOZ.

Noordzee

Platforms op de Noordzee



Platforms
Platform TNW 1
Zoekgebied platform DDW-1
Zoekgebied platform DDW-2

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

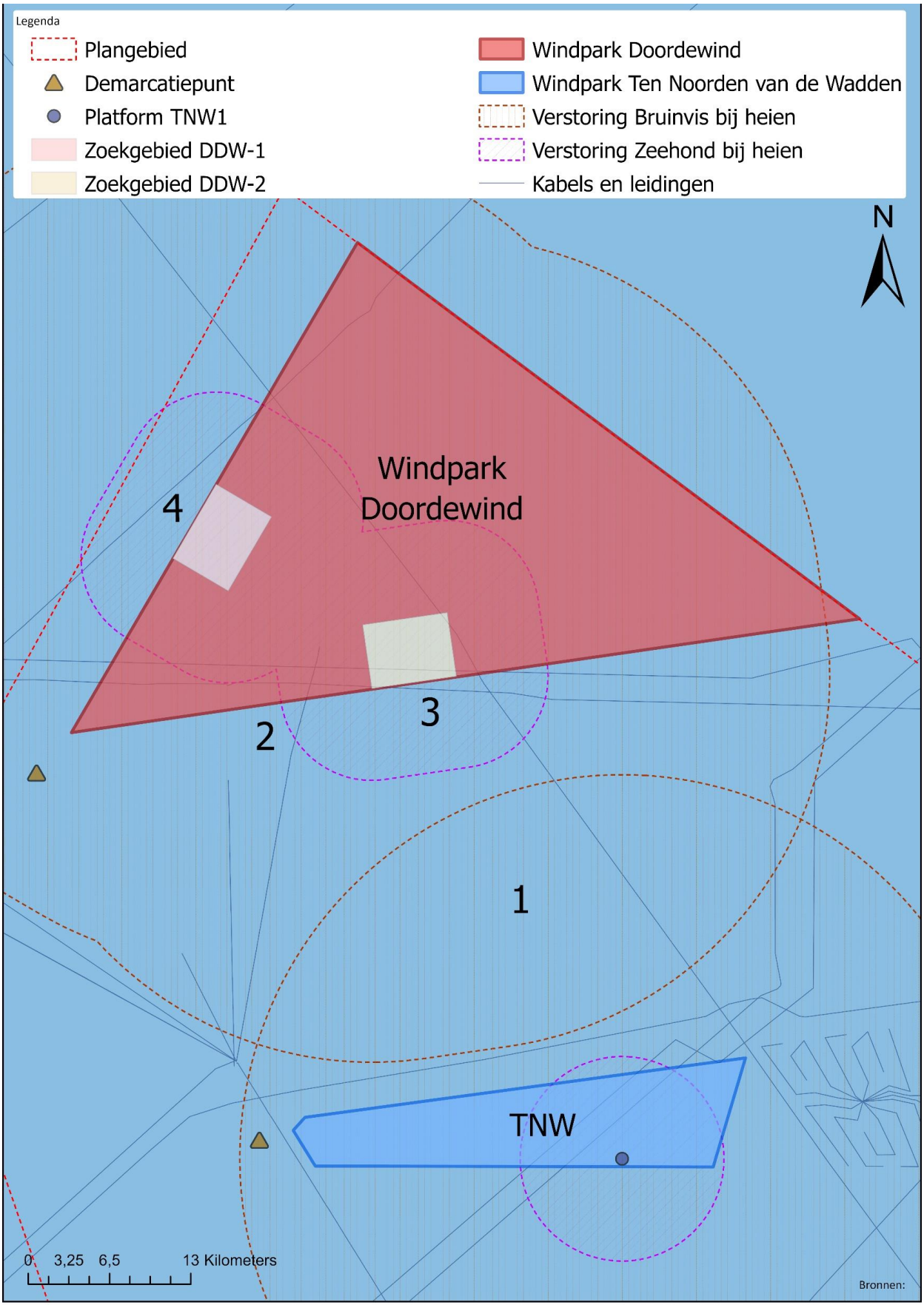
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	*1: Alle locaties* Door heien van verankeringspalen wordt het geluidsniveau onder water hoger dan de tijdelijke gehoordrempel-waarde voor vissen	Geluidsbeperking door een Acoustic Deterrent Device om gehoorschade te voorkomen en door geluidsbeperkende maatregelen (zoals dubbele bellenschermen en aanvullende geluidsschermen)
	2: Alle locaties Door heien van verankeringspalen ontstaat impulsgeluid dat kan leiden tot een tijdelijke gehoordrempelverschuiving of permanente gehoorschade van bruinvissen en zeehonden	Geluidsbeperking door een Acoustic Deterrent Device om gehoorschade te voorkomen en door geluidsbeperkende maatregelen (zoals dubbele bellenschermen en aanvullende geluidsschermen)
	3: DDW-2 Drie telecomkabels liggen in het zoekgebied (UK-Germany 4 en 6 en Tycom-kabel)	Niet van toepassing
Gebruiksfase	*4: Alle locaties* Permanent areaalverlies voor de visserij en aquacultuur door gebruiksbeperkingen in veiligheidscontour van 500 m rondom de platforms	Niet van toepassing

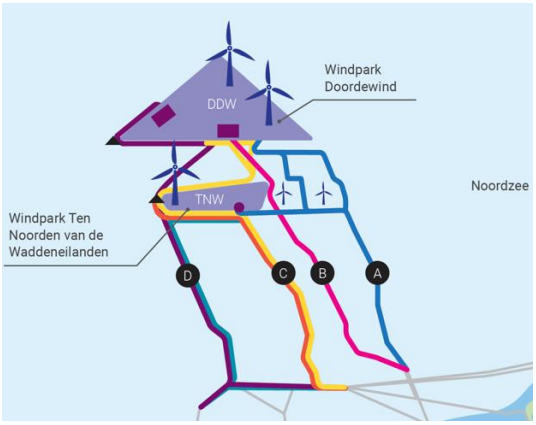
Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor de platforms op de Noordzee.
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de platformen kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Platforms op de Noordzee



Noordzeeroutes A, B, C, D (kabelsystemen en leidingen)



Route	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A	7 kabelsystemen	min 1 km en max 3 km
B	7 kabelsystemen	3 km
C	7 kabelsystemen en 3 leidingen	6 km
D	7 kabelsystemen en 3 leidingen	6 km

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Noordzeeroute A niet over Duits grondgebied
- Lokale wijzigingen voor betere aansluiting op Waddenzeeroutes

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

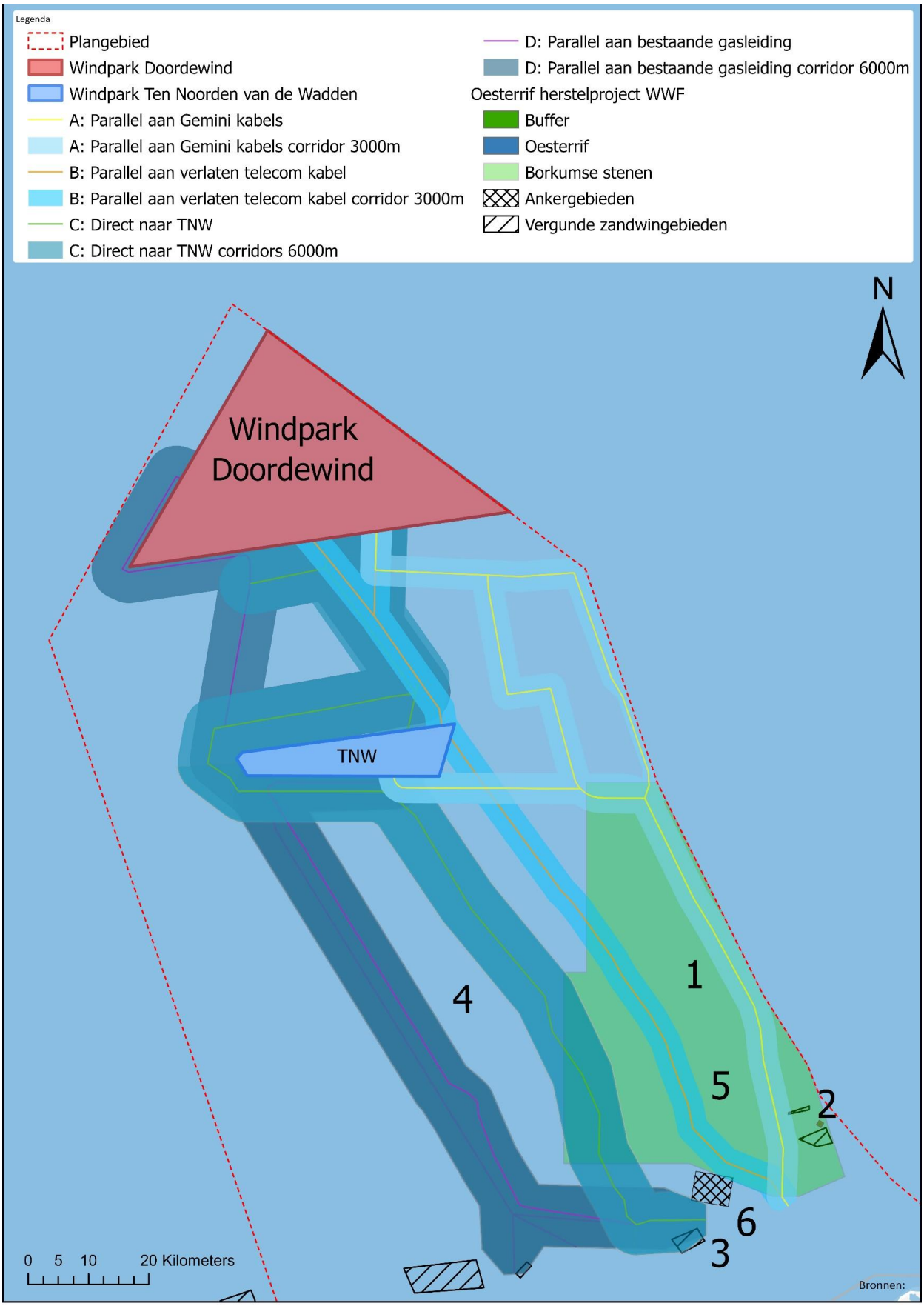
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	*1: Noordzeeroute A* Route doorkruist het KRM-gebied Borkumse Stenen met aanwezigheid van potentieel habitattype H1170. Grote kans op het doorkruisen van natuurwaarden.	Binnen de corridor de aanwezigheid van riffen/schelpdierconcentraties in kaart brengen en deze vermijden
	2: Noordzeeroute A Doorkruising in grote mate met potentieel leefgebied van platte oester en route is dichtstbijzijnd bij oesterherstelprojecten.	Onderzoeken of oesterbanken aanwezig zijn en deze vermijden.
	3: Noordzeeroutes A, C en D Corridor loopt door vergunde gebieden voor zand- en schelpenwinning	Vermijden van vergunde zand- en schelpwingebieden binnen de corridor
	4: Noordzeeroutes C en D Archeologische waarden liggen in de corridor	Vermijden van archeologische waarden binnen corridor, of vermijden door middel van een HDD-boring
Gebruiksfase	*5: Noordzeeroutes A, B en C voor een kabelsysteem* Elektromagnetische velden hebben mogelijk effect op visseneitjes in de Borkumse Stenen habitattype H1170	Kabelsystemen dieper ingraven of een kortere lay-length gebruiken bij AC-kabelsystemen in de Borkumse Stenen
	6: Noordzeeroutes A, B, C en (corridor van) D Risico op schade aan kabelsystemen en leidingen door ankeren	- Buiten ankergebieden blijven - Voldoende begraafdiepte

Aandachtspunten voor het Programma

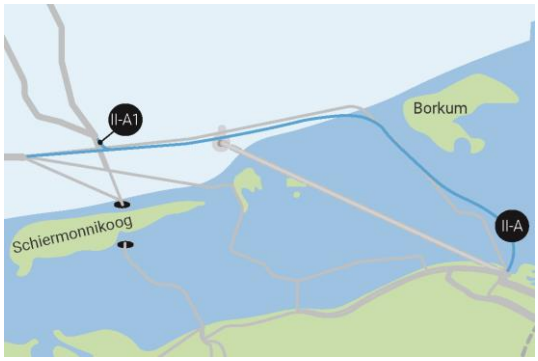
- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor de Noordzeeroutes.
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van kabelsystemen en/of leidingen op de Noordzeeroutes kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Noordzeeroutes A, B, C, D (kabelsystemen en leidingen)



Waddenzee

II: Oude Westereems route (kabelsystemen) 1/2



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A, A1	- 6 kabelsystemen - 3 leidingen - 1 kabelsysteem en 3 leidingen - 2 kabelsystemen en 1 leiding	Min 700m en max 1.300m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte

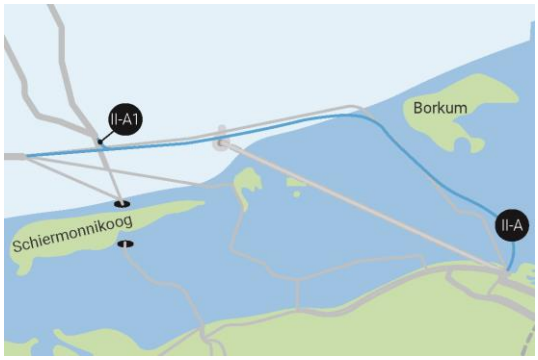
Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	1: Typische soorten van habitattype H1140 (scheldieren en zeegras) zijn zeer gevoelig voor verandering dynamiek substraat.	Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route.
	2: Onderwatergeluid verstoort leefgebieden van zeehonden	Mei-augustus: Geulen voor foerageren nabij de ligplaatsen toegankelijk laten voor zeehonden. Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.
	3: Bovenwatergeluid en optische verstoring verstoren zeezoogdieren nabij ligplaatsen	Mei-augustus: Zeehonden op ligplaatsen vermijden (1.500 m). Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.
	4: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen en open water.	- Niet werken tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: Niet werken in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (roodkeelduiker)
	5: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren broedvogels, omdat verstoringscontour overlapt met broedgebieden.	April t/m augustus: Niet werken in de buurt van broedlocaties (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen.
	6: Verstoring van vogels in Duits Vogelrichtlijngebied Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer door bovenwatergeluid, beweging en licht	Niet werken in periode november - februari
	7: Risico op aanvaring met kwetsbare bouwkuipen op het Wad	Bescherming rondom de bouwkuip plaatsen of bouwkuip bestand maken tegen aanvaring
	8: Risico op stremming en hinder voor de scheepvaart door aanleg parallel aan de Eemsgeul	Andere aanlegtechniek bijvoorbeeld Dynamic Positioning-systeem (DP) schepen of spudpalen zodat ankerpatroon niet door vaargeul loopt.
	9: Route loopt door ankergebied Eems, noodankergebied en ankergebied Waddenzee met verhoogd risico op stremming ankergebied	Bij volledige stremming ankergebied in de Eems tijdelijk verplaatsen of schepen instrueren om ankergebied bij de aanloop naar de Eems te gebruiken
	10: Kruising van veel bestaande kabels en leidingen langs de kust	Niet van toepassing
Gebruiksfase	11: Route loopt door ankergebied Eems, noodankergebied en ankergebied Waddenzee met risico op contact van een anker met kabelsystemen	- Buiten ankergebieden blijven - Voldoende begraafdiepte
	12: Randen van de corridor Risico op blootspoelen door hoogdynamisch gebied	Voldoende begraafdiepte

II: Oude Westereems route (kabelsystemen) 2/2



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A, A1	- 6 kabelsystemen - 3 leidingen - 1 kabelsysteem en 3 leidingen - 2 kabelsystemen en 1 leiding	Min 700m en max 1.300m

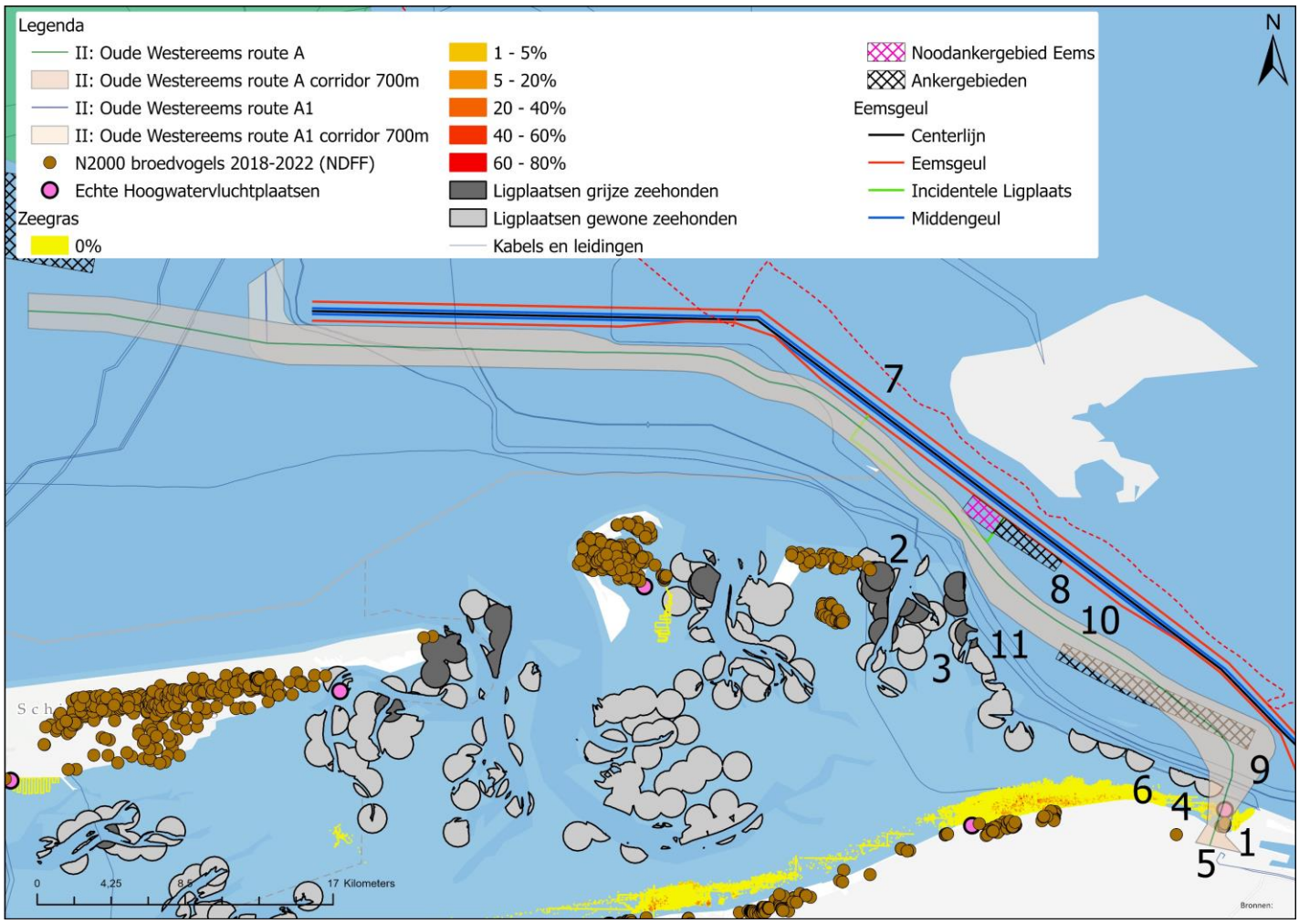
Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte

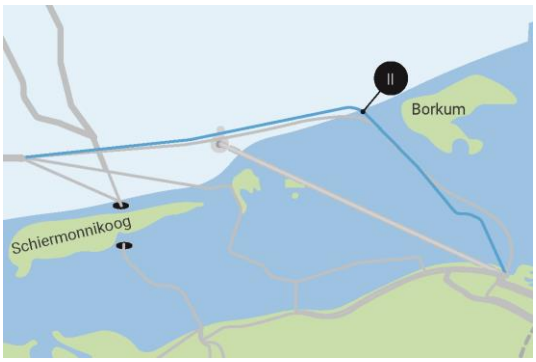
Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor II: Oude Westereems route (kabelsystemen).
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de kabelsystemen op deze route kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.
- Standpunt Duitse Bevoegd Gezag op Scheepvaartveiligheid

II: Oude Westereems route (kabelsystemen)



II: Oude Westereems route (leidingen) 1/2



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
Geen	- 6 kabelsystemen - 3 leidingen - 1 kabelsysteem en 3 leidingen - 2 kabelsystemen en 1 leiding	Min 500m en max 700m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte
- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden
- Voorkomen stremming scheepvaart in Eemsgeul bij aanleg tussen COBRA-kabel en betonde Eemsgeul

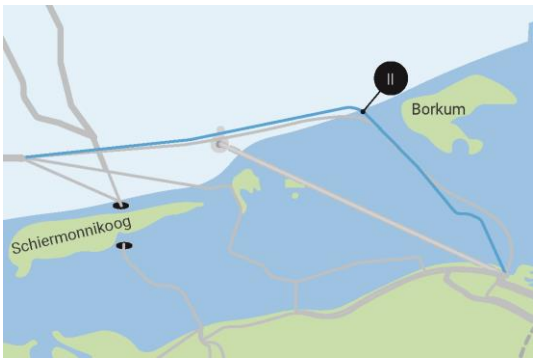
Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie, geen zicht op compensatie

	Effect	Compenserende maatregel (cm)
Aanlegfase	1: Flinke toename, oppervlakte, duur van vertroebeling door baggerwerkzaamheden heeft significant effect op de primaire productie, habitattype en broedvogels. Dit geldt ook voor Duitse Habitatrichtlijngebieden Hund und Paapsand, Unterems und Außeneems en Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer voor primaire productie en habitattypen.	Half Maart-Augustus: verbod op baggerwerkzaamheden en/of garnalenvisserij nabij de route gedurende de aanleg (**cm niet effectief**)
	2: Onderwatergeluid, bovenwatergeluid, optische verstoring en licht door aanleg leiding heeft significant effect op zeehonden met leefgebied in de Waddenzee, in de periode mei - augustus.	- Verbod op alle verstorende activiteiten op de Wadplaten tussen de Groningse kust en Schiermonnikoog gedurende ten minste de zoog- en pupperiode (**cm effectief**) - Verminderen van scheepsvaart en visserij-verkeer gedurende de aanleg (**cm niet effectief**)

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	3: Toename, oppervlakte, duur van vertroebeling door baggerwerkzaamheden heeft effect op niet-broedvogels	Januari-maart: Zorgen voor hooguit beperkte toename vertroebeling in de Waddenzee (maximaal 20 %)
	4: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen en open water	- Niet werken tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: Niet werken in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (roodkeelduiker)
	5: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren broedvogels, omdat verstoringscontour overlapt met broedgebieden.	- April t/m augustus: Niet werken in de buurt van broedlocaties (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen.
	6: Verstoring van vogels in Duits Vogelrichtlijngebied Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer door bovenwatergeluid, beweging en licht	- Niet werken in periode november - februari
	6: *Westelijke zijlijn corridor* Langdurige en grootschalige invloed op bodemontwikkeling door groot baggervolume (>15 Mm3) in dynamisch gebied	Gebruik centerline tot aan oostelijke zijlijn
	7: Risico op stremming en hinder voor de scheepvaart door aanleg parallel aan de Eemsgeul	Andere aanlegtechniek bijvoorbeeld Dynamic Positioning-systeem (DP) schepen of spudpalen zodat ankerpatroon niet door vaargeul loopt
	8: Route loopt door ankergebied Eems, noodankergebied en ankergebied Waddenzee met verhoogd risico op stremming ankergebied	Bij volledige stremming ankergebied in Eems tijdelijk verplaatsen of schepen instrueren om ankergebied bij de aanloop naar de Eems te gebruiken
	9: Toename, oppervlakte, duur van vertroebeling heeft effect op vangstsucces visserij	Niet van toepassing
	10: Kruising van veel bestaande kabels en leidingen	Niet van toepassing

II: Oude Westereems route (leidingen) 2/2



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
Geen	- 6 kabelsystemen - 3 leidingen - 1 kabelsysteem en 3 leidingen - 2 kabelsystemen en 1 leiding	Min 500m en max 700m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte
- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden
- Voorkomen stremming scheepvaart in Eemsgeul bij aanleg tussen COBRA-kabel en betonde Eemsgeul

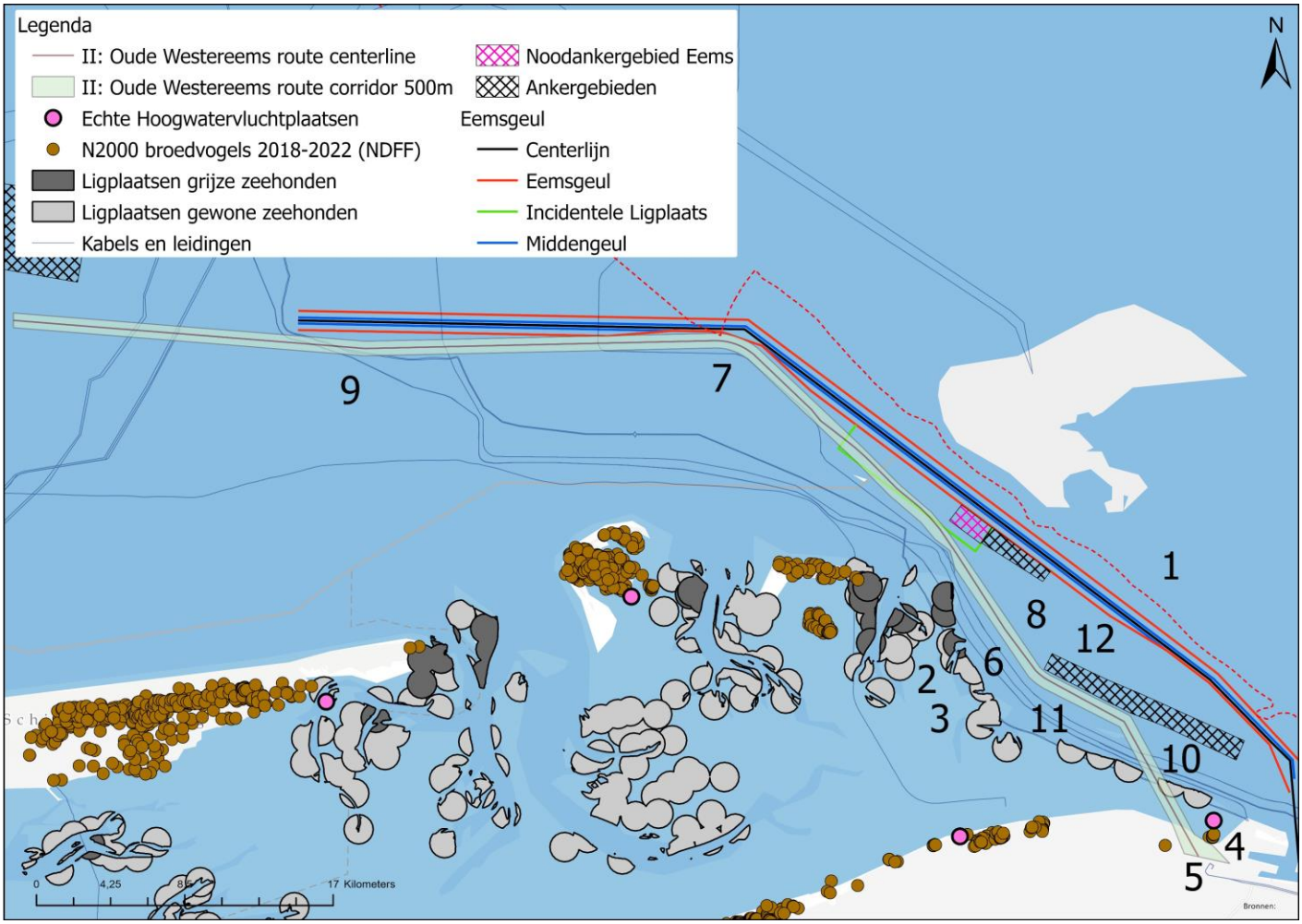
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

	Effect	Mitigerende maatregel
Gebruiksfase	11: Risico op blootspoelen door hoogdynamisch gebied	Voldoende begraafdiepte
	12: Route loopt door ankergebied Eems, noodankergebied en ankergebied Waddenzee met risico op contact van een anker met kabelsystemen	- Buiten ankergebieden blijven - Voldoende begraafdiepte

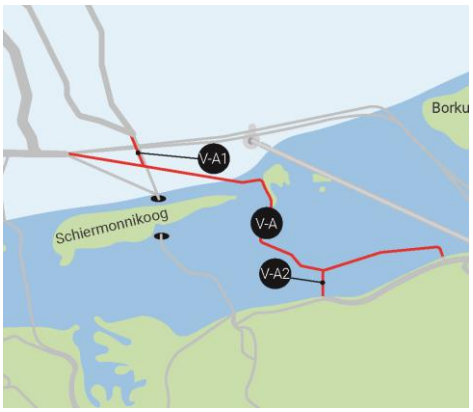
Aandachtspunten voor het Programma

- Voor de II: Oude Westereems route (leidingen) zijn sterk negatieve effecten te verwachten door de vertroebeling door de baggerwerkzaamheden. Ook zorgt het onderwatergeluid, bovenwatergeluid, optische verstoring en licht voor sterke negatieve effecten op zeehonden met leefgebied in de Waddenzee. Met uitzondering van bovenwatergeluid, is voor alle overige sterk negatieve effecten geen zicht op compensatie.
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de leidingen op deze route kunnen ook diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.
- Standpunt Duitse Bevoegd Gezag op Scheepvaartveiligheid

II: Oude Westereems route (leidingen)



V: Boschgat route (kabelsystemen)



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A, A1, A2	1 kabelsysteem	130 meter

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden

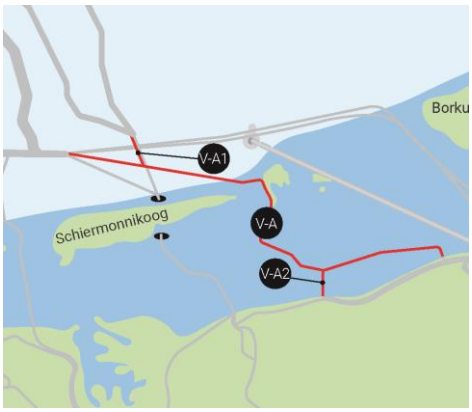
Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie, geen zicht op compensatie

	Effect	Compenserende maatregel
Aanlegfase	1: Flinke toename, oppervlakte, duur van vertroebeling door baggerwerkzaamheden heeft significant effect op de primaire productie, habitattype, niet-broedvogels en broedvogels. Dit geldt ook voor Duitse Habitatrichtlijngebieden Hund und Paapsand, Unterems und Außeneems en Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer voor primaire productie en habitattypen.	Januari-Augustus: verbod op baggerwerkzaamheden en/of garnalenvisserij nabij de route gedurende de aanleg (**cm niet effectief**)
	2: Sedimentatie in nabijgelegen geulen van de Waddenzee en Noordzeekustzone heeft sterk negatieve gevolgen voor H1110 en H1140, vissen en zeezoogdieren. De hotspots kunnen niet worden vermeden.	Verbod op baggerwerkzaamheden en/of garnalenvisserij nabij de route gedurende de aanleg (**cm niet effectief**)
	3: Onderwatergeluid, bovenwatergeluid, optische verstoring en licht door aanleg leiding heeft significant effect op zeehonden met leefgebied in de Waddenzee.	- Verbod op alle verstorende activiteiten op de Wadplaten tussen de Groningse kust en Schiermonnikoog gedurende ten minste de zoog- en pupperiode (**cm effectief**) - Verminderen van scheepsvaart en visserij-verkeer gedurende de aanleg (**cm niet effectief**)
	4: *Zijlijnen van variant A en A1 en westelijke zijlijn van variant A2* Baggerwerkzaamheden hebben een sterk negatief effect op wadplaten	Geen

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	5: Toename, oppervlakte, duur van vertroebeling door baggerwerkzaamheden heeft effect op niet-broedvogels	- Januari-maart: Zorgen voor hooguit beperkte toename vertroebeling in de Waddenzee (maximaal 20 %) - November: Zorgen voor hooguit beperkte toename vertroebeling in de Noordzeekustzone (maximaal 10 %)
	6: Doorkruising zorgt voor verandering dynamiek substraat in habitattypen H1110, H1140 en gebieden met hoge voedselabundantie voor bepaalde niet-broedvogels. Met name voor H1140 geldt er een doorkruising met relatief hoge aantallen typische soorten in de bodem.	- Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de essentiële voedsel hotspots voor de relevante niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee. Het belang en de exacte locatie van de voedsel hotspots per vogelsoort is op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route.

V: Boschgat route (kabelsystemen) 2/2



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A, A1, A2	1 kabelsysteem	130 meter

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden

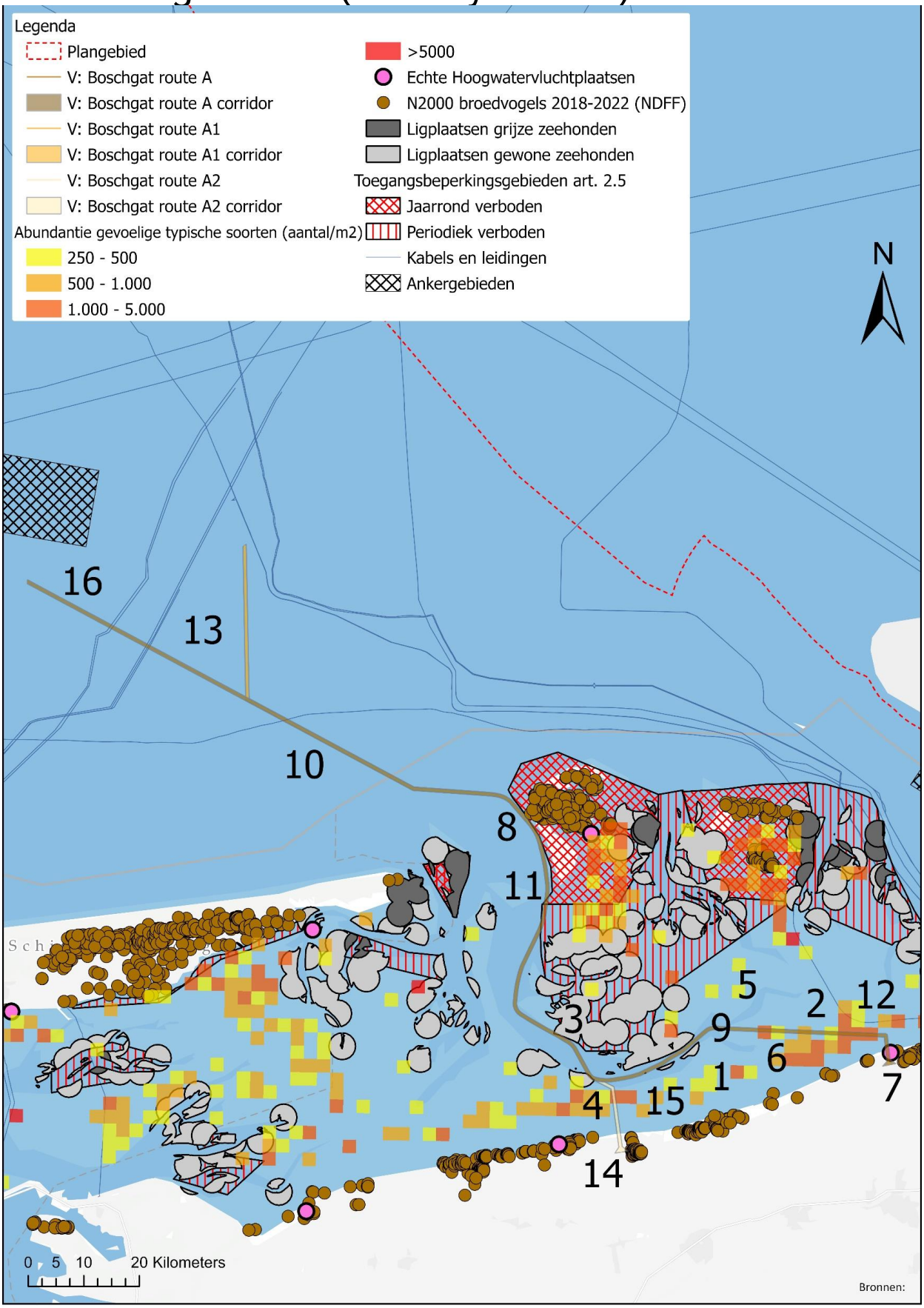
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	7: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen en open water	- Niet werken tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: Niet werken in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (roodkeelduiker) - November t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (brilduiker) - Januari t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (grote zaagbek)
	8: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren broedvogels, omdat verstoringscontour overlapt met broedgebieden.	- April t/m augustus: Niet werken in de buurt van broedlocaties (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen.
	9: *Centerline A en A1* Langdurige en grootschalige invloed op bodemontwikkeling door groot baggervolume (~2 Mm3) in dynamisch gebied	Niet van toepassing
	10: Toename, oppervlakte, duur van vertroebeling heeft effect op vangstsucces van de visserij	Niet van toepassing
	11: Route loopt door gesloten gebieden voor visserij, jaarrond gesloten Rottumerplaat, periodiek gesloten Boschwad Schild	Niet van toepassing
	12: Kruising van veel bestaande kabels en leidingen langs de kust	Niet van toepassing
	13: *Alle corridors en centerline A1* Bekende archeologische waarden op de route	Vermijden van archeologische waarden binnen corridor, of vermijden door middel van een HDD-boring
Gebruiksfase	14: *Alle corridors en centerline A1 en A2* Bekende archeologische waarden op de route	Vermijden van archeologische waarden binnen corridor, of vermijden door middel van een HDD-boring
	15: Risico op blootspoelen door hoogdynamisch gebied	Voldoende begraafdiepte
	16: Route nabij ankergebieden, verhoogde kans op schade door ankeren	Buiten ankergebieden blijven Voldoende begraafdiepte

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn sterk negatieve effecten te verwachten vanuit de Deelrapporten Natuur en Bodem en Water op zee. Voor de effecten van bovenwatergeluid, optische verstoring en licht is er zicht op compensatie. Voor de overige sterk negatieve effecten is er geen zicht op mitigatie en compensatie.
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de kabelsystemen op deze route kunnen ook diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

V: Boschgat route (kabelsystemen)



VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen) 1/2

Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A, A1	- 7 kabelsystemen en 3 leidingen - 7 kabelsystemen - 3 leidingen	Min 1.500m en max 4.000m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet van toepassing

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	1: Sedimentatie in nabijgelegen geulen van de Waddenzee kan zorgen voor sterfte van typische soorten van H1140 (schelpdieren en zeegras). In Noordzeekustzone kunnen typische soorten van H1110 sterven (Spisula en Ensis)	Voorkomen van sedimentatie voor zeegras en schelpdierbanken in de Waddenzee en Noordzeekustzone
	2: Doorkruising zorgt voor verandering dynamiek substraat in habitattypen H1110, H1140 en gebieden met hoge voedselabundantie voor bepaalde niet-broedvogels. Met name voor H1140 geldt er een doorkruising met relatief hoge aantallen typische soorten in de bodem en aantal schelpdierbanken.	- Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone (H1110B). De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de essentiële voedsel hotspots voor de relevante niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee. Het belang en de exacte locatie van de voedsel hotspots per vogelsoort is op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route.
	3: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren zeezoogdieren nabij ligplaatsen	Mei-augustus: Zeehonden op ligplaatsen vermijden (1.500 m). Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.
	4: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen, open water en op wadplaten	- Niet werken tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: Niet werken in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (roodkeelduiker) - November t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (brilduiker) - Januari t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (grote zaagbek) - Juli t/m september: Niet werken in de buurt van het rui- en foerageergebied van de lepelaar bij Lutjewad en boven Westpolder

VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen) 2/2

Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A, A1	- 7 kabelsystemen en 3 leidingen - 7 kabelsystemen - 3 leidingen	Min 1.500m en max 4.000m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte

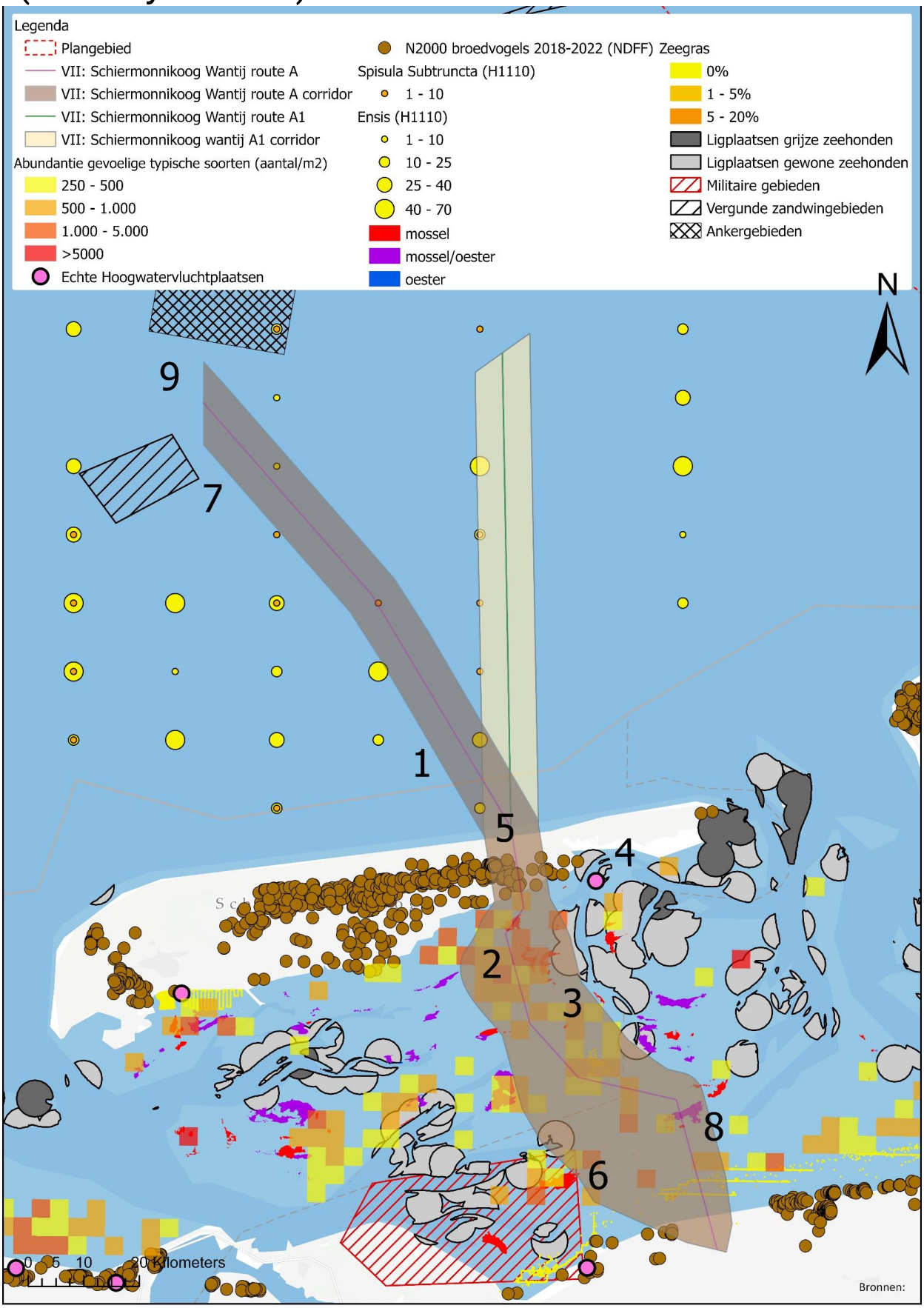
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	5: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren broedvogels, omdat verstoringscontour overlapt met broedgebieden.	- April t/m augustus: Niet werken in de buurt van broedlocaties (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen. - Verstoring van locaties waar broedvogels foerageren wordt zoveel mogelijk vermeden tijdens de broedperiode. De essentiële foerageerlocaties per soort zijn op dit moment niet exact bekend, er dient onderzoek plaats te vinden om dit in kaart te brengen
	6: *Corridor* Overlapping met onveilige zone militaire gebied Marnewaard	Onveilige zone vermijden
	7: Corridor van variant A1 Loopt door schelpenwingebied en de bufferzone van een vergund zandwingebied	Vergunde zandwingebied vermijden.
Gebruiksfase	8: *Oostelijke rand van de corridors* Risico op blootspoelen	Voldoende begraafdiepte
	9: *Variant A* Verhoogde kans op schade door ankeren	Voldoende begraafdiepte nabij ankergebied

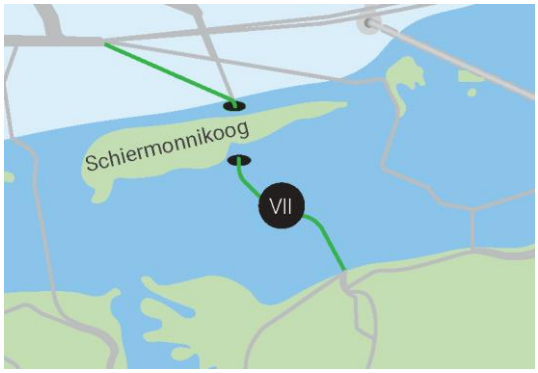
Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen).
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de kabelsystemen op deze route kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen)



VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen) 1/2



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
Geen	- 7 kabelsystemen en 3 leidingen - 7 kabelsystemen - 3 leidingen	Min 2.000m en max 4.000m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte

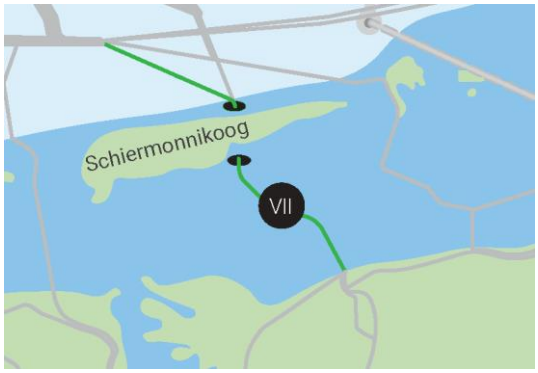
Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie, wel zicht op compensatie

	Effect	Compenserende maatregel
Aanlegfase	1: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht door aanleg leiding heeft significant effect op zeehonden met leefgebied in de Waddenzee. Er is vooralsnog geen zicht op mitigatie.	Verbod op alle verstorende activiteiten op de Wadplaten tussen de Groningse kust en Schiermonnikoog gedurende ten minste de zoog- en pupperiode (**cm effectief**)

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	2: Sedimentatie in nabijgelegen geulen van de Waddenzee kan zorgen voor sterfte van typische soorten van H1140 (schelpdieren en zeegras). In Noordzeekustzone kunnen typische soorten van H1110 sterven (Spisula en Ensis)	Voorkomen van sedimentatie voor zeegras en schelpdierbanken in de Waddenzee en Noordzeekustzone.
	3: Doorkruising zorgt voor verandering dynamiek substraat in habitattypen H1110, H1140 en gebieden met hoge voedselabundantie voor bepaalde niet-broedvogels. Met name voor H1140 geldt er een doorkruising met relatief hoge aantallen typische soorten in de bodem en aantal schelpdierbanken.	- Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone (H1110B). De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de essentiële voedsel hotspots voor de relevante niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee. Het belang en de exacte locatie van de voedsel hotspots per vogelsoort is op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone. De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route.
	4: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen, open water en op wadplaten	- Niet werken tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: Niet werken in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (roodkeelduiker) - November t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (brilduiker) - Januari t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (grote zaagbek) - Juli t/m september: Niet werken in de buurt van het rui- en foerageergebied van de lepelaar bij Lutjewad en boven Westpolder

VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen) 2/2



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
Geen	- 7 kabelsystemen en 3 leidingen - 7 kabelsystemen - 3 leidingen	Min 2.000m en max 4.000m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte

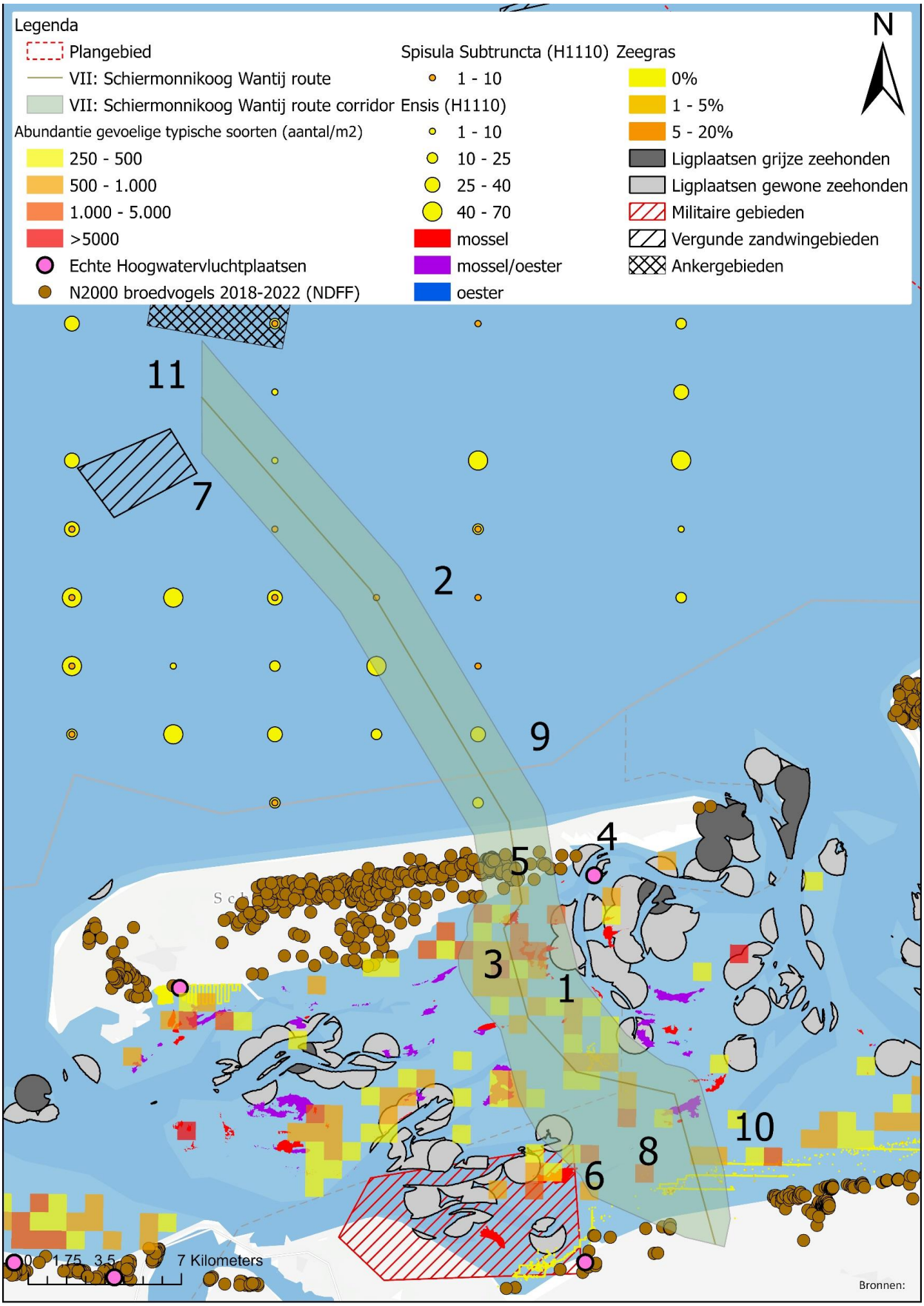
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	5: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren broedvogels, omdat verstoringscontour overlapt met broedgebieden.	- April t/m augustus: Niet werken in de buurt van broedlocaties (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen. - Verstoring van locaties waar broedvogels foerageren wordt zoveel mogelijk vermeden tijdens de broedperiode. De essentiële foerageerlocaties per soort zijn op dit moment niet exact bekend, er dient onderzoek plaats te vinden om dit in kaart te brengen
	6: *Corridor* Overlapping met onveilige zone militaire gebied Marnewaard	Onveilige zone vermijden
	7: *Corridor* Loopt door schelpenwingebied en de bufferzone van een vergund zandwingebied	Vergunde zandwingebied vermijden.
	8: Risico op aanvaring kwetsbare bouwkuipen op het Wad	Bescherming rondom de bouwkuip plaatsen of bouwkuip bestand maken tegen aanvaring
	9: Bekende archeologische waarden op de route	Vermijden van archeologische waarden binnen corridor, of vermijden door middel van een HDD-boring
Gebruiksfase	10: *Oostelijke rand van de corridors* Risico op blootspoelen	Voldoende begraafdiepte
	11: Verhoogde kans op schade door ankeren	Voldoende begraafdiepte nabij ankergebied

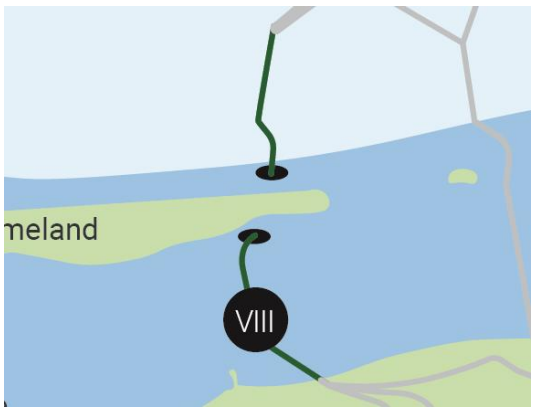
Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn sterk negatieve effecten te verwachten vanuit de deelrapport Natuur. Voor deze effecten is er zicht op compensatie.
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de leidingen op deze route kunnen ook diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen)



VIII: Ameland Wantij route (leidingen)



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
Geen	3 leidingen	2000m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

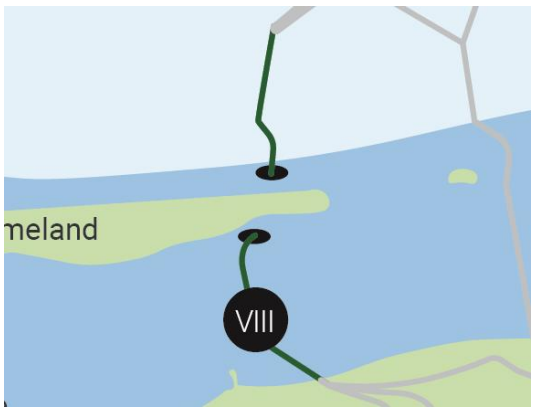
Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	1: Door sedimentatie in Noordzeekustzone hebben typische soorten van H1110 (Spisula en Ensis) een geringe overlevingskans	Voorkomen sedimentatie van schelpdierbanken in de Noordzeekustzone
	2: De route doorkruist habitattypen H1110 en H1140 met aantal schelpdierbanken en hoge concentraties schelpdieren, als ook voedselhotspots voor niet-broedvogels. Effecten kunnen niet worden uitgesloten door verandering dynamiek substraat	- Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone (H1110B). De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de essentiële voedsel hotspots voor de relevante niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee. Het belang en de exacte locatie van de voedsel hotspots per vogelsoort is op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone. De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route.
	3: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren zeezoogdieren nabij ligplaatsen	Mei-augustus: Zeehonden op ligplaatsen vermijden (1.500 m). Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.
	4: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen en open water	- Niet werken tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: Niet werken in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (roodkeelduiker) - Januari t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (grote zaagbek)

VIII: Ameland Wantij route (leidingen) 2/2



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
Geen	3 leidingen	2000m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

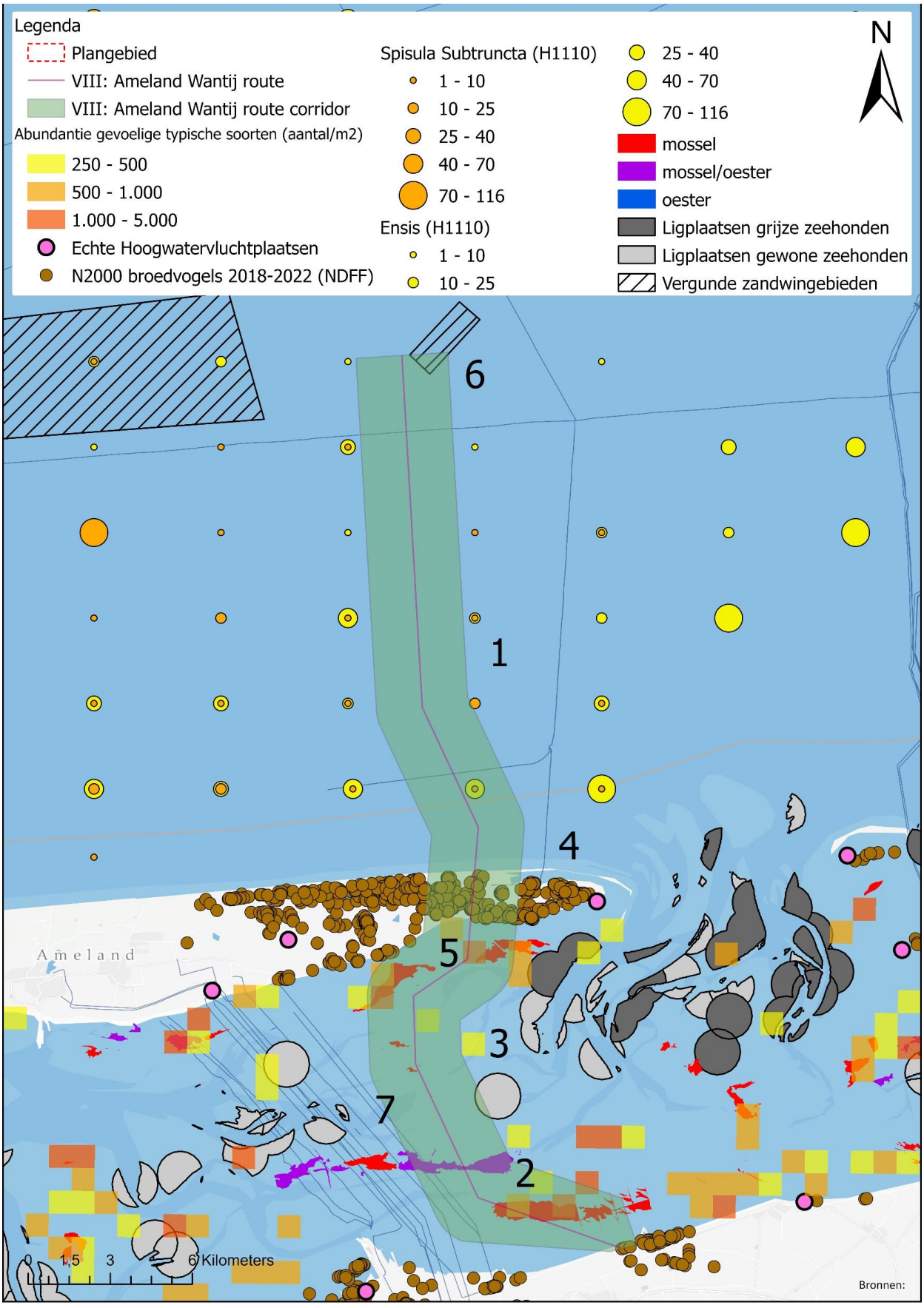
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	5: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren broedvogels, omdat verstoringscontour overlapt met broedgebieden.	- April t/m augustus: Niet werken in de buurt van broedlocaties (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen. - Verstoring van locaties waar broedvogels foerageren wordt zoveel mogelijk vermeden tijdens de broedperiode. De essentiële foerageerlocaties per soort zijn op dit moment niet exact bekend, er dient onderzoek plaats te vinden om dit in kaart te brengen
	6: Loopt door schelpenwingebied en vergund zandwingebied	Vergunde zandwingebied vermijden
	7: Risico op aanvaring kwetsbare bouwkuipen op het wad	Bescherming rondom de bouwkuip plaatsen of bouwkuip bestand maken tegen aanvaring

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor VII: Ameland Wantij route (leidingen).
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de leidingen op deze route kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

VIII: Ameland Wantij route (leidingen)



IX: Zoutkamperlaag route (leidingen) 1/2

Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A1, A2	3 leidingen	200 m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	1: Langdurige invloed op bodemontwikkeling door baggeren (>3 Mm3) in ondiep, dynamisch gebied	Dit effect treedt niet op bij één leiding, maar alleen bij de aanleg van meerdere leidingen (beperking in corridorbreedte)
	2: Toename, oppervlakte, duur van vertroebeling heeft effect op primaire productie, habitattypen en vogels. Dit geldt ook voor Duitse Habitatrichtlijngebieden Hund und Paapsand, Unterems und Außeneems en Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer.	- Half maart t/m augustus: Niet werken in groeiseizoen van primaire productie en broedperiode of zorgen voor hooguit een beperkte toename van vertroebeling in voorgenoemde periode in de Waddenzee (maximaal 20%) en Noordzeekustzone (maximaal 10%) - Januari-maart: Zorgen voor hooguit beperkte toename (maximaal 20%) in Waddenzee - November: Zorgen voor hooguit beperkte toename vertroebeling in november in de Noordzeekustzone (maximaal 10 %)
	3: De route doorkruist habitattypen H1110 en H1140 met schelpdierbanken en hoge concentraties schelpdieren, en voedselhotspots voor niet-broedvogels. Effecten kunnen niet worden uitgesloten door verandering dynamiek substraat	- Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone (H1110B). De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route
	4: Onderwatergeluid verstoort het foerageergebied van zeehonden	Mei-augustus: Geulen voor foerageren nabij de ligplaatsen toegankelijk laten voor zeehonden. Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.
	5: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren zeezoogdieren nabij ligplaatsen	Mei-augustus: Zeehonden op ligplaatsen vermijden (1.500 m. Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.
	6: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen en open water	Niet werken: - tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: in de Noordzeekustzone (roodkeelduiker) - Januari: in de Waddenzee (eider) - Januari-maart: tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee in (grote zaagbek)
	7: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren broedvogels in broedgebieden	April t/m augustus: Niet werken in de buurt van broedlocaties (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen
	8: Risico op aanvaring kwetsbare bouwkuipen op het wad	Bescherming rondom de bouwkuip plaatsen of bouwkuip bestand maken tegen aanvaring

IX: Zoutkamperlaag route (leidingen) 2/2

Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A1, A2	3 leidingen	200 m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden

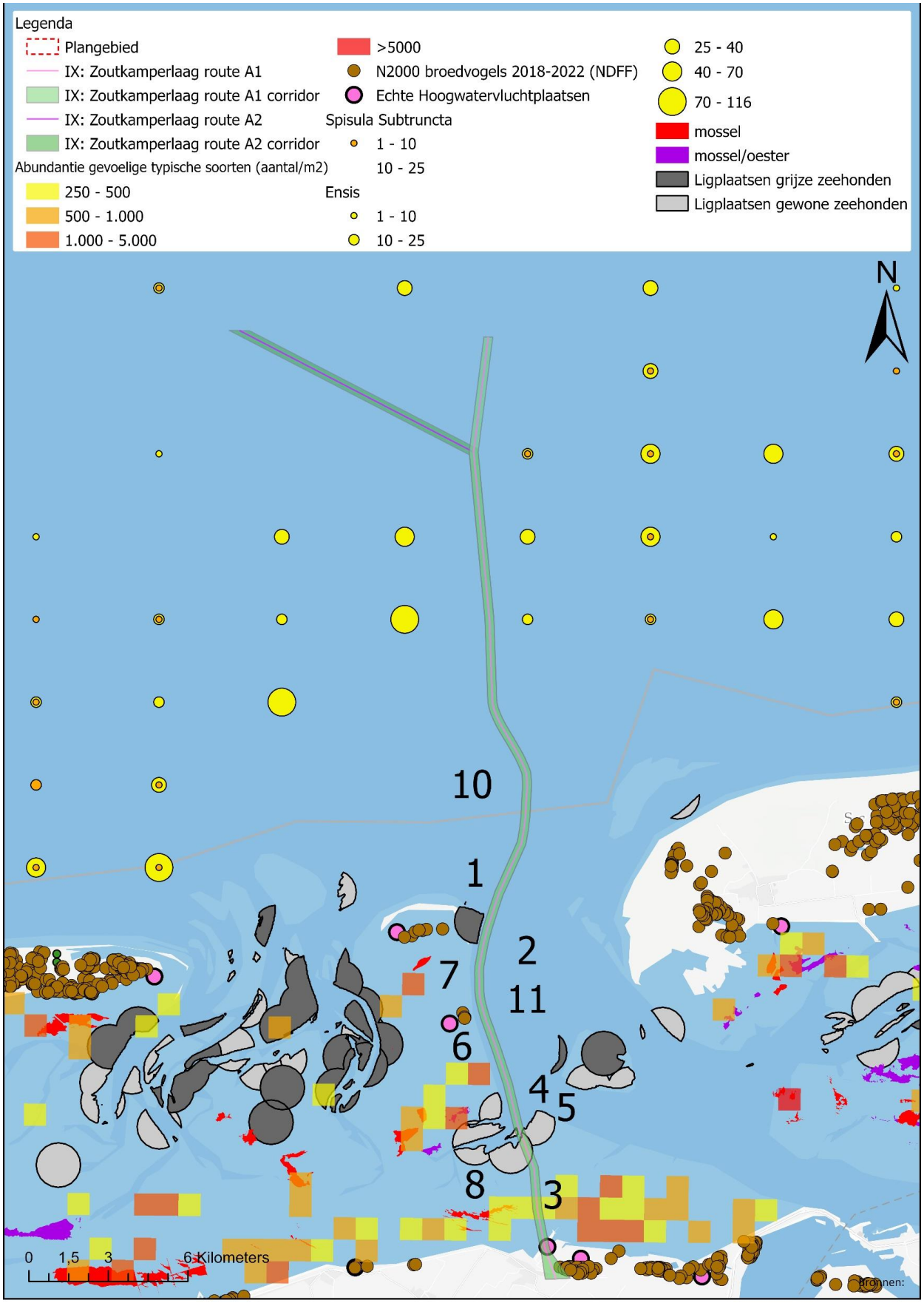
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	9: Toename, oppervlakte, duur van vertroebeling heeft effect op vangstsucces visserij	Niet van toepassing
Aanlegfase	10: Bekende archeologische waarden op de route	Vermijden van archeologische waarden binnen corridor, of vermijden door middel van een HDD-boring
Gebruiksfase	11: Risico op blootspoelen door hoogdynamisch gebied	Voldoende begraafdiepte

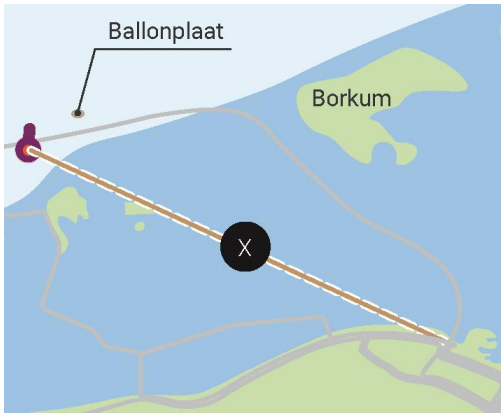
Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor de IX: Zoutkamperlaag route (leidingen).
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de leidingen op deze route kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

IX: Zoutkamperlaag route (leidingen)



X: Tunnel route en intredepunt Noordzee



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
Geen	5 (DC) kabelsystemen en 2 leidingen Maximaal 7 tunnelbuizen (multi-tube)	160 m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

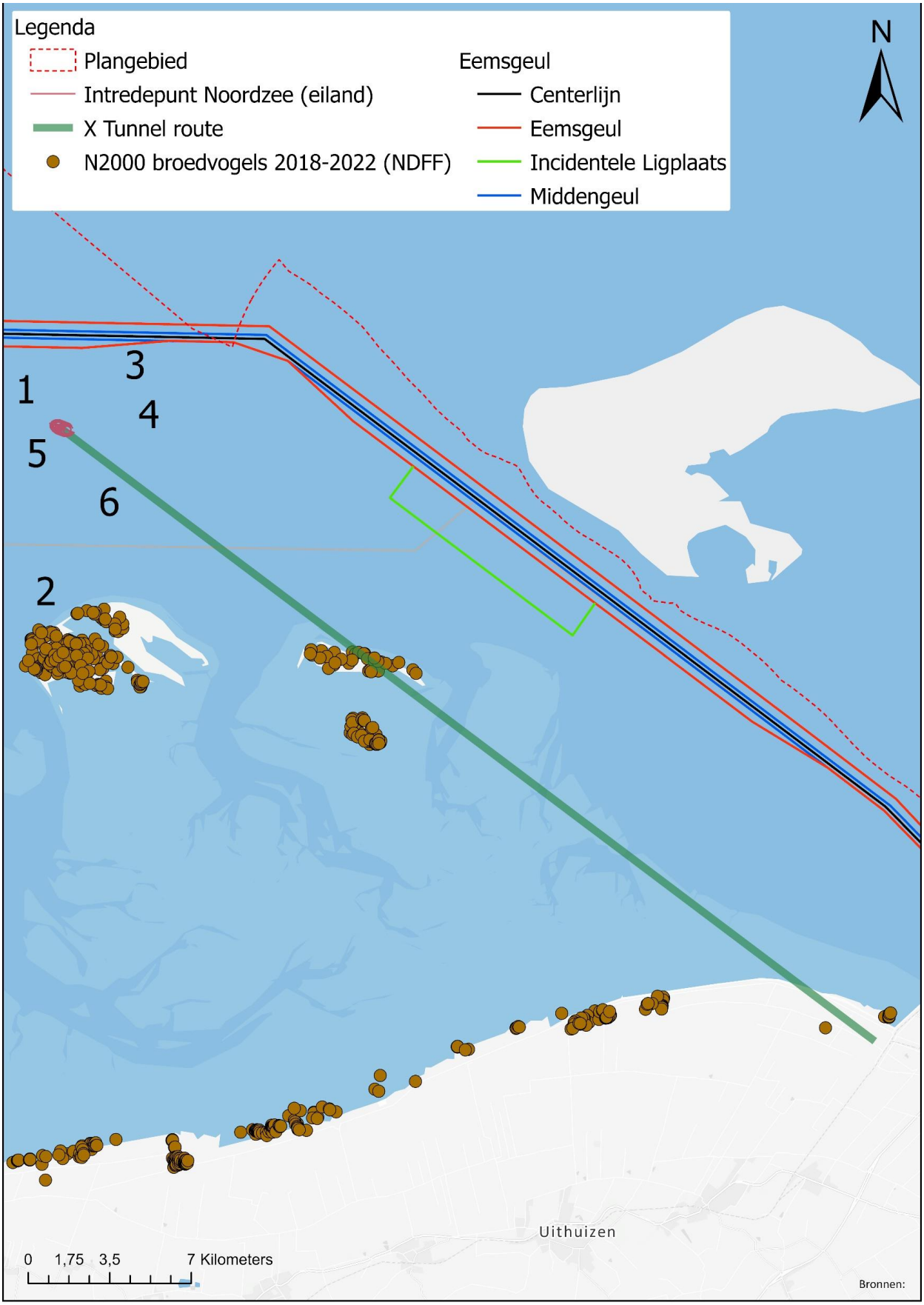
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	1: Werkzaamheden aanleg intredepunt Noordzee in migratieperiode ruige dwergvleermuis (april/mei en augustus/september)	Voorjaar en najaar aantal dagen: Op de momenten dat de vleermuizen migreren tijdens de nachten geen verlichting gebruiken of deze afschermen
	2: Vertroebeling zorgt voor hinder en verminderd vangstsucces van zichtjagende (duikende) vogels. Met name relevant voor broedende vogels op Rottumerplaat, zoals dwergstern en visdief, die mogelijk foerageren rondom het Intredepunt Noordzee	Sediment dat vrijkomt afvoeren zodat er geen toename in de vertroebeling plaatsvindt
	3: Toename van scheepvaartintensiteit op de Eemsgeul. De doorgaande operaties in de Eemshaven kunnen hier hinder van ondervinden	Afspraken met Eemshaven
Gebruiksfase	4: Permanent areaalverlies voor de visserij en aquacultuur door ruimtebeslag eiland	Niet van toepassing
	5: Permanente verandering morfologie Ballonplaat	Niet van toepassing
	6: Permanente verandering kustfundament	Niet van toepassing

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor X: Tunnel route en het Intredepunt Noordzee
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de Tunnel route en het Intredepunt Noordzee kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

X: Tunnel route en intredepunt Noordzee



Vasteland

Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel

Zoekgebieden
Eemshaven
Oostpolder
Ten Westen van Eemshaven

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

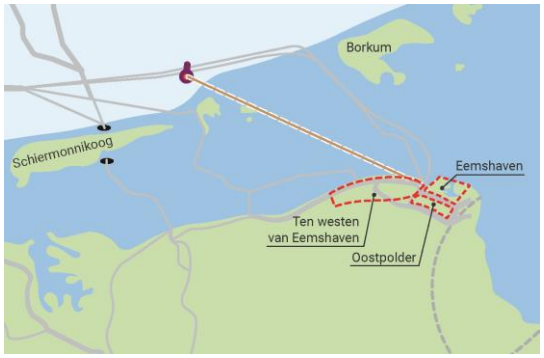
Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

	Effect	Mogelijke maatregel
Gebruiksfase	*1: Oostpolder* Er is een risico op geluidsoverschrijdingen van meer dan 55 dB (A) op de zonegrens of bij woningen als gevolg van de betonfabriek.	- locatie van betonfabriek nader bepalen - beton van elders in voeren

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	*2: Alle stations* Tijdelijke grondwaterstandsverlaging tijdens de aanleg door bemaling met kans op verzilting	Verlagen onttrekkingsdebiet, beperken bemalingsduur, retourbemaling, damwanden plaatsten of trenchbox toepassen
	3: Alle stations Toename verharding van 10-20 ha voor bouwterrein tunnel	Vergunningsplicht met water-huishoudkundigplan bij toename verharding van 10 ha
	4: Alle stations Technisch complexe kruisingen met bestaande kabels en leidingen	Niet van toepassing
	5: Oostpolder en Ten Westen van Eemshaven Overschrijding van maximale blootstellingsduur geluid op woningen	450 m afstand van woningen. Werken met aardenwallen, (container)schermen of geluidsarme aanlegtechnieken (duwen/trillen)
	6: Oostpolder en Ten Westen van Eemshaven Oppervlakteverlies van geschikt leefgebied voor vleermuizen en verstoring van vleermuizen door licht	- Watergang en verblijfplaatsen van vleermuizen (bomen, bebouwing) intact laten - Voorkomen dat er licht op vliegroutes, foerageergebieden en verblijfplaatsen schijnt en door uitsluitend overdag werkzaamheden uit te voeren
	7: Eemshaven en Ten Westen van Eemshaven Verstoring van niet-broedvogels Ruidhorn en Rommelhoek en mogelijk oppervlakteverlies van waardevol weidevogelgebied in zoekgebied Ten Westen van Eemshaven	- Een minimale afstand van 600 meter tot natuurterreinen aanhouden of zorgen dat het geluidsniveau niet hoger is dan 47 dB(A) en een toename van lichtbelasting in natuurterreinen voorkomen - Voor oppervlakteverlies Ten Westen van Eemshaven: Weidevogelgebieden en broedlocaties intact laten
Aanleg-/Gebruiksfase	*8: Alle zoekgebieden* Tunnel doorsnijdt waterscheidende lagen met effect op KRW grondwaterlichaam Zout Eems	Aanlegtechniek
	9: Alle zoekgebieden Diepe wanden kunnen lokaal invloed hebben op grondwaterstroming	Uitvoeringsmethode bv met slurry met geringe doorlatendheid
	10: Alle zoekgebieden Significante hinder tijdens de aanleg- en gebruiksfase voor de woningen/bedrijven in of rond het zoekgebied.	Niet van toepassing

Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel



Zoekgebieden
Eemshaven
Oostpolder
Ten Westen van Eemshaven

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

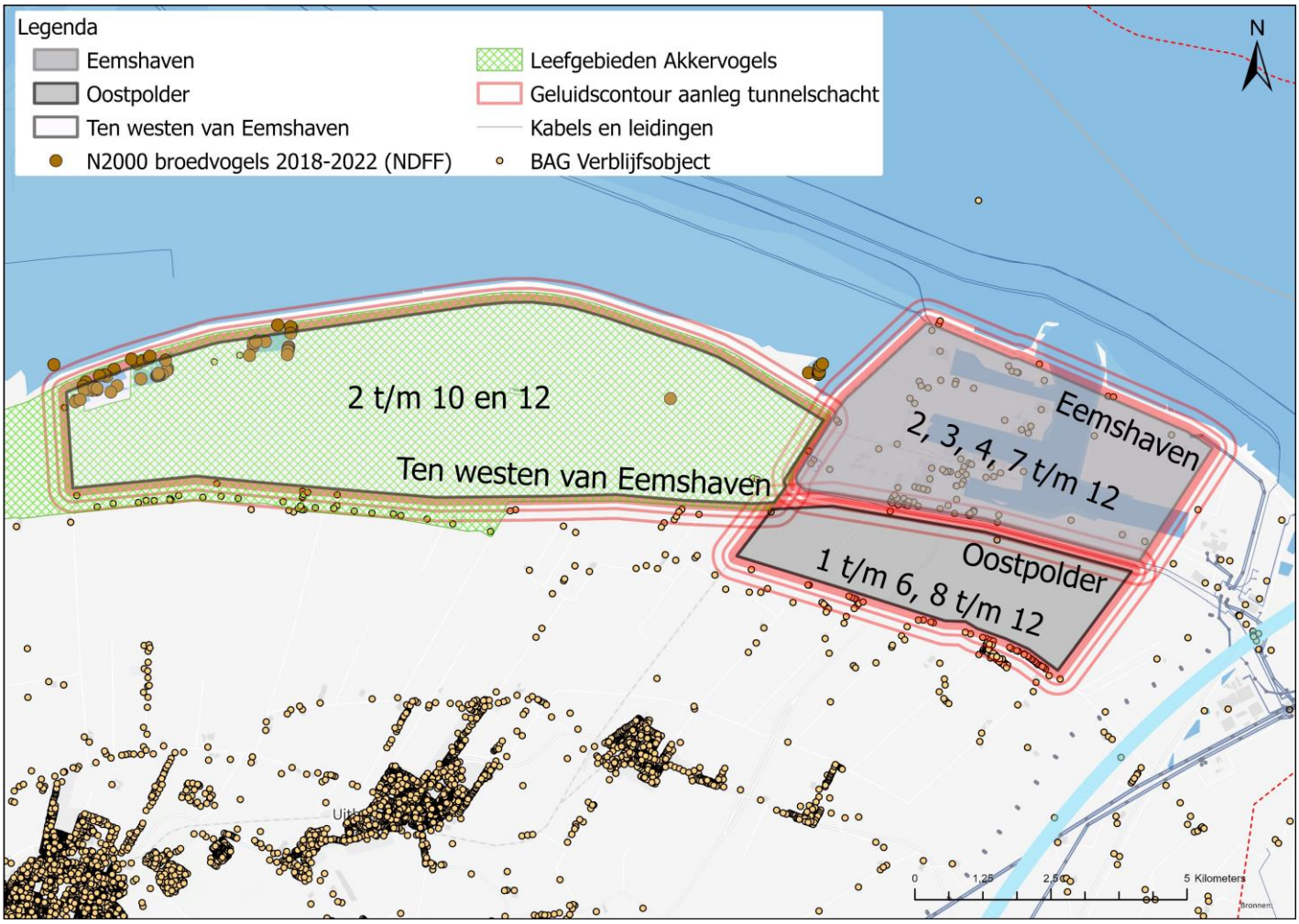
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

	Effect	Mitigerende maatregel
Gebruiksfase	11: Eemshaven en Oostpolder Oppervlakteverlies voor grondgebonden zoogdieren	Werken buiten leefgebieden van grondgebonden zoogdieren (bosschages, struweel, ruige oevers
	12: Eemshaven en Ten Westen van Eemshaven Er is een risico op geluidsoverschrijdingen op de zonegrens of bij woningen als gevolg van de betonfabriek.	Betonfabriek alleen inpasbaar op de percelen met hoog geluidbudget. Door betonfabriek daar te plaatsen kunnen effecten mogelijk teruggebracht worden.

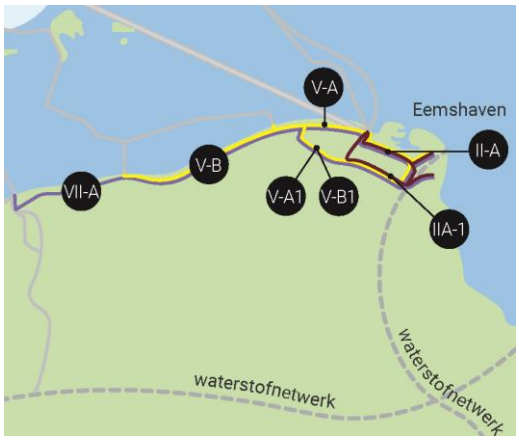
Aandachtspunten voor het Programma

- Voor het zoekgebied Oostpolder wordt een sterk negatief effect verwacht door een risico op geluidsoverschrijding van meer dan 55 dB (A) op de zonegrens of bij woningen als gevolg van de betonfabriek. Hiervoor is geen zicht op mitigatie.
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van aanlandingspunten Tunnel kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.
- De exacte locatie van de aanlanding van de tunnel is nog onbekend en de zoekgebieden zijn groot. Advies is om nader onderzoek te doen naar de precieze locatie van de aanlanding.

Zoekgebieden aanlandingspunt Tunnel



Landroutes (kabelsystemen)



Route	Variant	Maximale configuratie	Corridorbreedte
II	A, A1	7 kabelsystemen en 3 leidingen	1500 m
V	A, A1, B, B1	1 kabelsysteem	500 m
VII	A	7 kabelsystemen en 3 leidingen	1500 m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- HDD-boring bij kruising Natura 2000-gebied en bij kruising oude dijk
- Versmallen corridor bij overlap met Natura 2000-gebied
- Vermijden weidevogelgebieden, woningen, eendenkooien, beschermde dorpsgezichten en monumenten, oude dijken en gebieden met hoge archeologische verwachtingswaarde uit Late Bronstijd – nieuwe tijd, en Paleolithicum – Vroege Bronstijd.

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

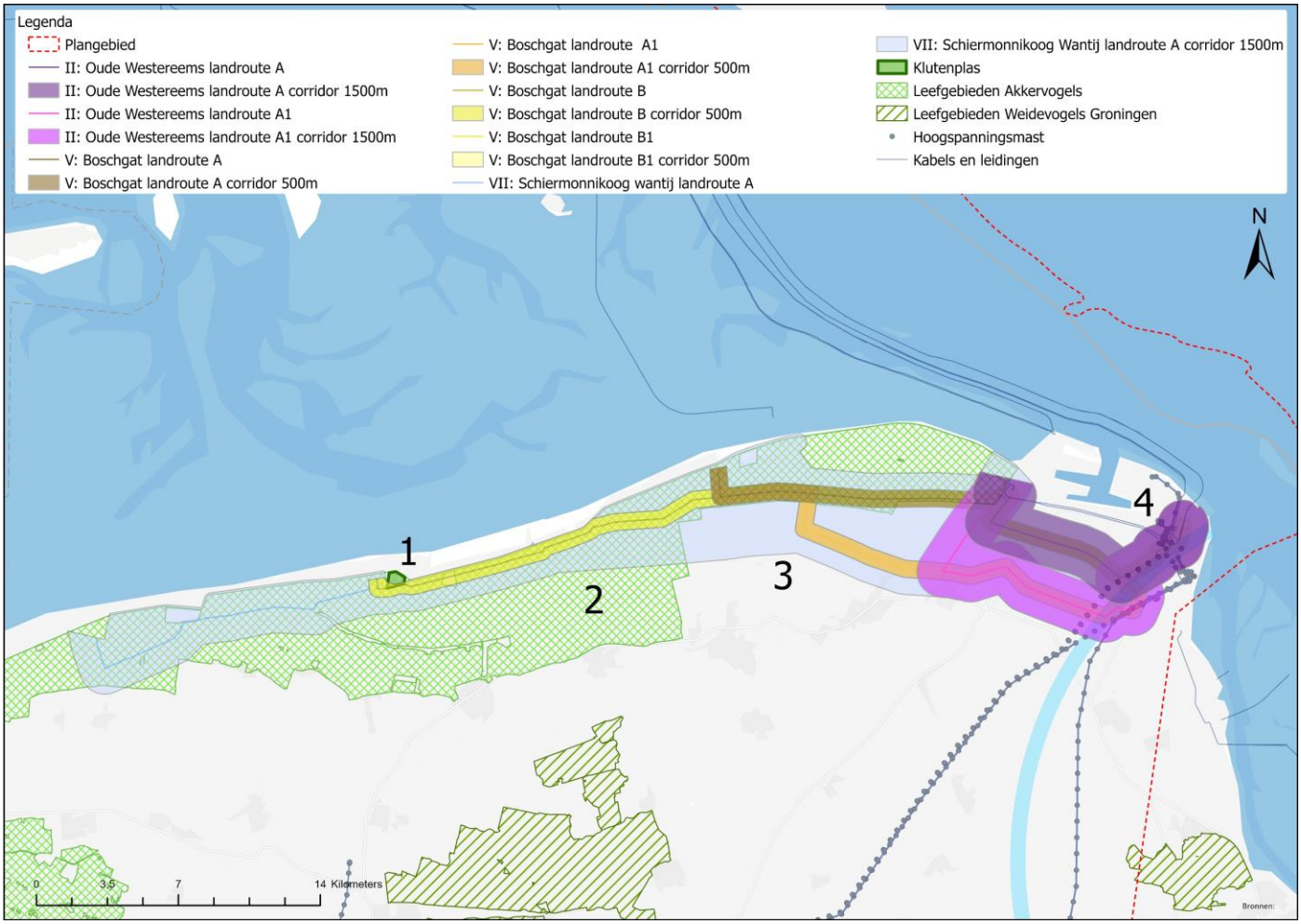
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	1: *Corridors van V (B, B1) en VII (A)* Doorkruising foerageergebied voor wadvogels Klutenplas zorgt voor verandering dynamiek substraat.	Vermijden Klutenplas
	2: *Centerlines van II (A1), V en VII, en alle corridors* Geluid, trilling, optische verstoring en licht verstoren vogels in natuurgebieden.	Werkzaamheden buiten broedseizoen uitvoeren.
	3: *Alle landroutes* Tijdelijke grondwaterstandsverlaging tijdens de aanleg door bemaling met kans op verzilting	Verlagen onttrekkingsdebiet, beperken bemalingsduur, retourbemaling, damwanden plaatsten of trenchbox toepassen
	4: *Alle landroutes* Kruising met bestaande kabels en leidingen	Niet van toepassing

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor de Landroutes (kabelsystemen).
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de kabelsystemen op de Landroutes kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Landroutes (kabelsystemen)



Zoekgebieden transformator- en converterstations

Zoekgebieden

Transformatorstation TNW (Middenweg)

Converterstations DDW (Waddenweg)

Toekomstige converterstations Oostpolder

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	*1: Converterstations DDW (Waddenweg) en Toekomstige converterstations Oostpolder* Tijdelijke grondwaterstandsverlaging tijdens de aanleg door bemaling met kans op verzilting	Verlagen onttrekkingsdebiet, beperken bemalingsduur, retourbemaling, damwanden plaatsten of trenchbox toepassen
Aanleg-/gebruiksfase	*2: Alle stations* Geluid, trillingen en optische verstoring doordat zoekgebieden overlappen met geschikt leefgebied voor grondgebonden zoogdieren	Minimale afstand van 600 m tot het leefgebied aanhouden, zorgen dat geluidsniveau niet hoger is dan 47 dB(A) en voorkomen toename lichtbelasting in natuurterreinen.
	3: Converterstations DDW (Waddenweg) Geluid, optische verstoring en licht verstoren broedgebied van vogelsoort, mogelijk ook soorten met jaarrond beschermde nesten	Minimale afstand van 600 m tot het leefgebied aanhouden, zorgen dat geluidsniveau niet hoger is dan 47 dB(A) en voorkomen toename lichtbelasting in natuurterreinen.
	4: Converterstations DDW (Waddenweg) Verstoring, met name door geluid, van zeer geschikt leefgebied voor vleermuis	Voorkomen dat er licht op vliegroutes, foerageergebieden en verblijfplaatsen schijnt.
Gebruiksfase	*5: Transformatorstation TNW (Middenweg) en Toekomstige converterstations Oostpolder* Toename van 2 ha verharding bij stations	Bij meer dan 500 m2 extra verharding moet worden gecompenseerd door de aanleg van waterberging en/of extra oppervlaktewater. Of op bestaande NAM locaties bouwen
	6: Transformatorstation TNW (Middenweg) Verwachte overschrijding van het kavelbudget op de geluidgevoelige objecten binnen de zonegrens en op de zonegrens zelf	Extra isolatie of afscherming, akoestisch optimale oriëntatie van de stations
	7: Toekomstige converterstations Oostpolder Er bevindt zich één gevoelige bestemming binnen de magneetveldcontour	AC-kabelsystemen en AC-netcomponenten binnen de converterstations op meer dan 25 m afstand vanaf woningen of andere gevoelige bestemmingen aanleggen
	8: Converterstations DDW (Waddenweg) Oppervlakteverlies door aanwezigheid en geschikt leefgebied van de grote vos.	Behouden van bomen
	9: Alle stations Oppervlakteverlies voor vleermuizen door aanwezigheid geschikt leefgebied binnen zoekgebieden	Bosschages, plassen en bebouwing van de bestaande hoogspanningsstations behouden

Zoekgebieden transformator- en converterstations 2/2

Zoekgebieden
Transformatorstation TNW (Middenweg)
Converterstations DDW (Waddenweg)
Toekomstige converterstations Oostpolder

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

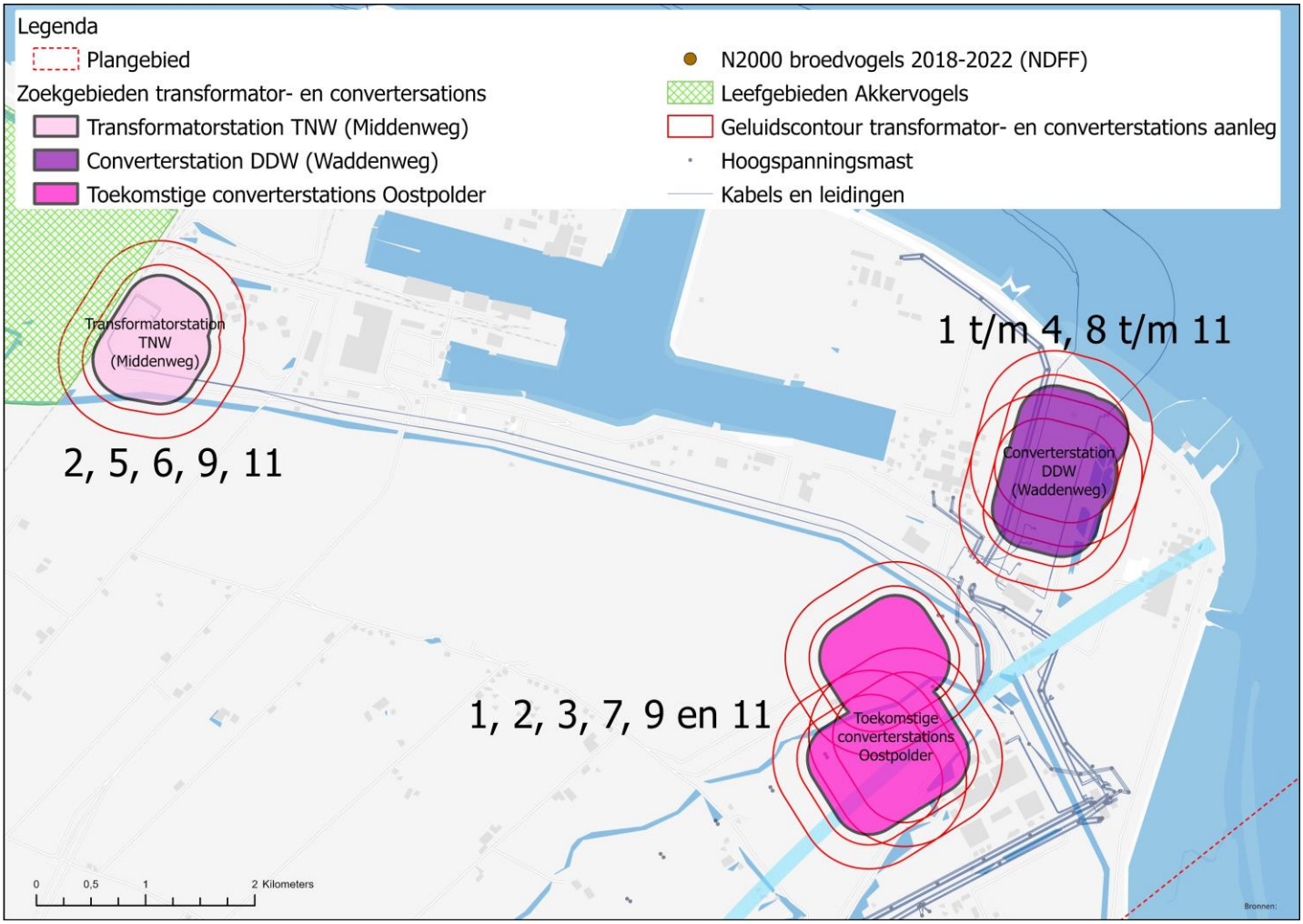
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

	Effect	Mitigerende maatregel
Gebruiksfase	*10: Converterstations DDW (Waddenweg)* Oppervlakteverlies heeft negatief effect op broedgebied, en soorten met jaarrond beschermde nesten	Buiten de bosschages en wateren blijven met de werkzaamheden
	11: Alle stations Oppervlakteverlies van leefgebied voor grondgebonden zoogdieren	Intact houden van ruige oevers, struweel en bomen

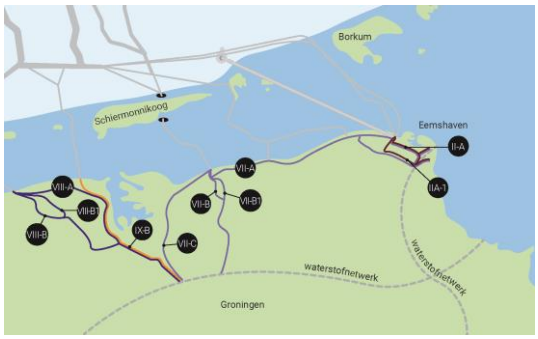
Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor de zoekgebieden transformator- en converterstations).
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de transformator- en converterstations kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.
- Zoekgebied Toekomstige converterstations Oostpolder ligt in de autonome ontwikkeling, de Oostpolder. De Oostpolder heeft een corridor bestemd voor kabelsystemen, maar er liggen nog uitdagingen in de inrichting van het gebied door bijvoorbeeld mogelijke windturbines.

Zoekgebieden transformator- en converterstations



Landroutes (leidingen)



Route	Variant	Maximale configuratie	Corridorbreedte
II	A, A1	7 kabelsystemen en 3 leidingen	1500 m
VII	A	7 kabelsystemen en 3 leidingen	1500 m
VII	B, B1, C	3 leidingen	500 m
VIII	A, B, B1	3 leidingen	500 m
IX	B	3 leidingen	500 m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- HDD-boring bij kruising Natura 2000-gebied en bij kruising oude dijk
- Versmallen corridor bij overlap met Natura 2000-gebied
- Vermijden weidevogelgebieden, woningen, eendenkooien, beschermde dorpsgezichten en monumenten, oude dijken en gebieden met hoge archeologische verwachtingswaarde uit Late Bronstijd – nieuwe tijd, en Paleolithicum – Vroege Bronstijd.

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

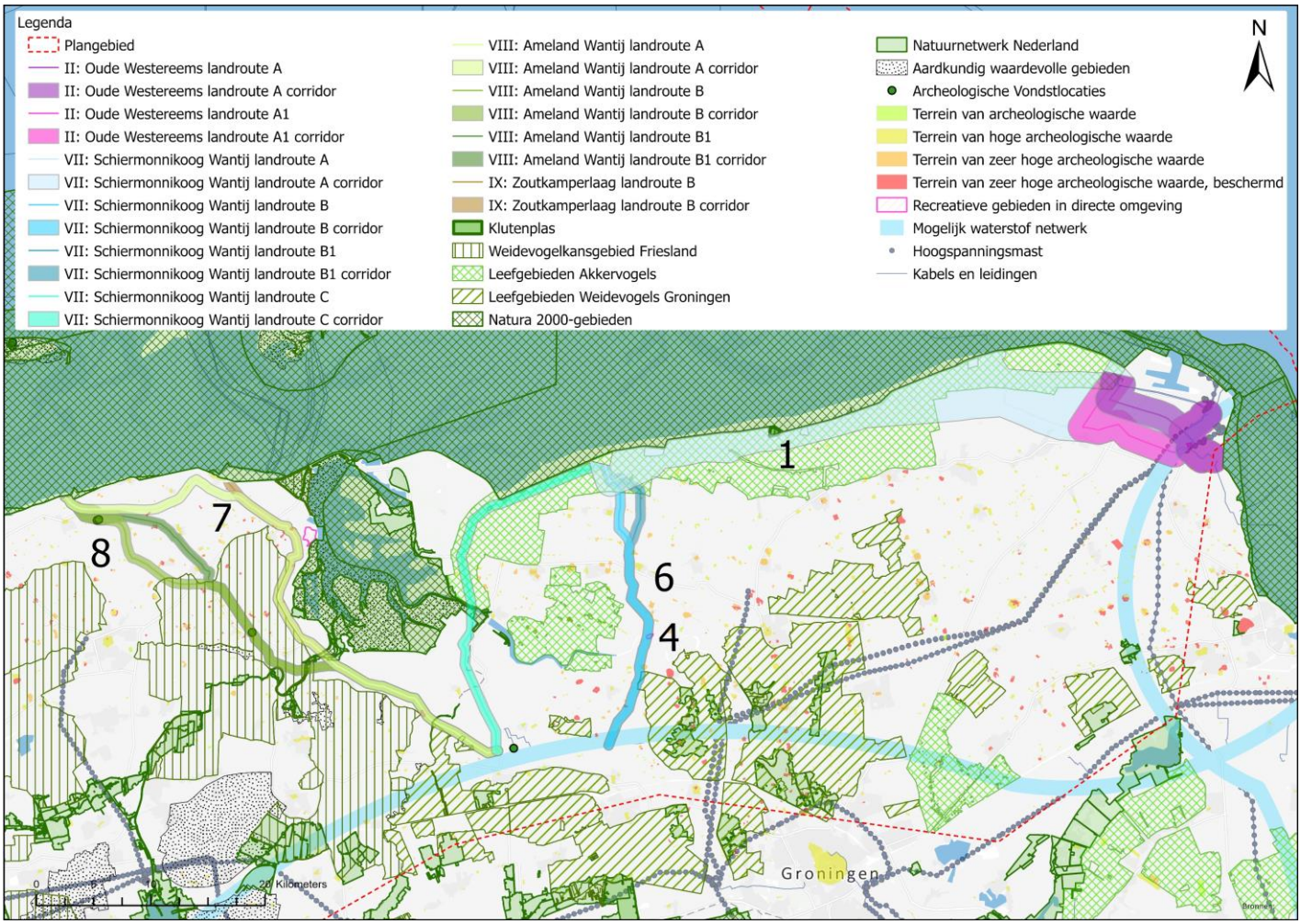
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	*1: Corridors VII (A)* Doorkruising foerageergebied voor wadvogels Klutenplas zorgt voor verandering van het dynamiek substraat.	Vermijden Klutenplas
	2: Alle landroutes Geluid, trilling, optische verstoring en licht verstoren vogels in natuurgebieden.	Werkzaamheden buiten broedseizoen uitvoeren
	3: Alle landroutes Grondwaterstandsverlaging door bemaling met kans op verzilting	Verlagen onttrekkingsdebiet, beperken bemalingsduur, retourbemaling, damwanden plaatsten of trenchbox toepassen
	4: VII (B en B1) Kruising met een camping	Kruising met camping vermijden
	5: Alle landroutes Kruising met veel bestaande kabels en leidingen	Niet van toepassing
	6: VII (B en B1) Werkzaamheden in aardkundig waardevolle gebieden.	HDD-boring. Of, als doorsnijding of vernietiging niet te voorkomen is, kan met een omgevingsvergunning van verbod op afgraven worden afgeweken
	7: VII (B), VIII en IX Bekende archeologische waarden op de routes	Vermijden van archeologische waarden binnen corridor, of vermijden door middel van een HDD-boring
	8: VII (B, B1 en corridor C), VIII (A, corridor B, corridor B1) en corridor IX Kruisingen met archeologische monumententerreinen	Vermijden van archeologische waarden binnen corridor, of vermijden door middel van een HDD-boring

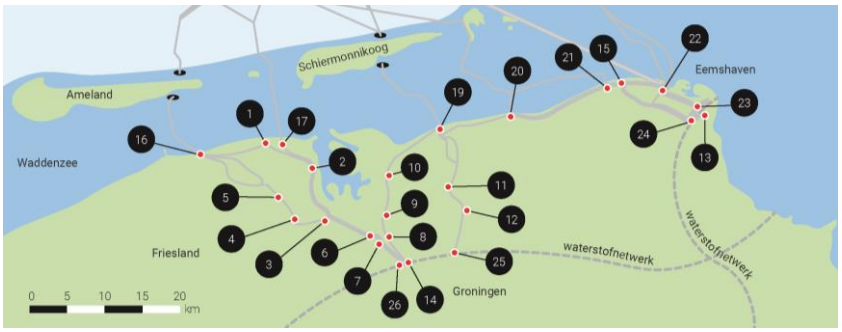
Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor de landroutes (leidingen).
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van leidingen op de landroutes kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Landroutes (leidingen)



Waterstof aanlandingsstations



Aanlandings- en afsluiterstations

25 locaties

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Locatie 18 is afgevallen

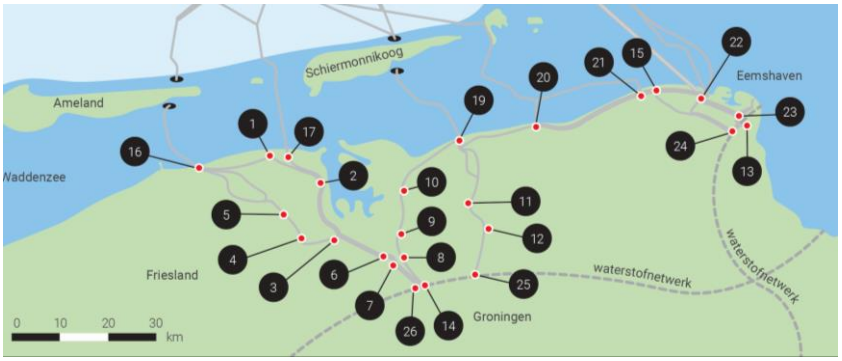
Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	*Zoekgebied 6, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25 en 26* Tijdelijke grondwaterstandsverlaging tijdens de aanleg door bemaling met kans op verzilting	Verlagen onttrekkingsdebiet, beperken bemalingsduur, retourbemaling, damwanden plaatsten of trenchbox toepassen
	Zoekgebied 2, 7, 12 en 24 Aanleg kan voor hinder zorgen voor recreatieve gebieden in de omgeving.	Gebieden vermijden of aanleg buiten recreatief seizoen laten plaatsvinden.
	Zoekgebied 14, 22, 23, 24, 25 en 26 Kruising van veel bestaande leidingen en het beoogde Waterstofnetwerk Nederland	Niet van toepassing
	Zoekgebied 2, 10, 11, 12 en 25 Ingrepen in de bodem ter hoogte van bekende archeologische waarden (zoals scheeps- en vliegtuigwrakken, AMK-terreinen) of verwachtte waarden	Vermijden van archeologische waarden binnen corridor, of vermijden door middel van een HDD-boring
	Zoekgebied 1, 4, 5, 6, 7, 12, 17 en 24 Overschrijding maximale blootstellingsduur geluid op woningen	450 m afstand van woningen aanhouden. Werken met aardenwallen, (container)schermen of geluidsarme aanlegtechnieken (duwen/trillen)
Aanleg-/gebruiksfase	*Zoekgebied 6, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25 en 26* Toename van 2 ha verharding bij aanlandingsstations	Bij meer dan 500 m2 extra verharding moet worden gecompenseerd door de aanleg van waterberging en/of extra oppervlaktewater. Of op bestaande NAM locaties bouwen
	Zoekgebied 1, 2, 4, 5, 7, 10, 12, 14, 17, 21, 24, 25 en 26 Zorgen voor significante hinder voor woningen/bedrijven in of rond de zoekgebieden	Niet van toepassing
	Zoekgebied 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 25 en 26 Risico dat de kwaliteit van cultuurhistorisch waardevolle elementen verloren gaat	Doorsnijding sloten en waterlopen voorkomen door HDD-boring of anders doorsnijden met loodrechte open ontgraving, terugbrengen in originele staat na grondroerende werkzaamheden.
	Zoekgebied 1, 2, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24 en 26 Verstoren van functies als vlieg-, migratieroute, foerageergebied of verblijfplaats voor vleermuizen door licht	Voorkomen dat licht op vlieg-,migratieroute, foerageergebied en/of verblijfplaats schijnt en uitsluitend overdag werken.

Waterstof aanlandingsstations



Aanlandings- en afsluiterstations

25 locaties

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Locatie 18 is afgevallen

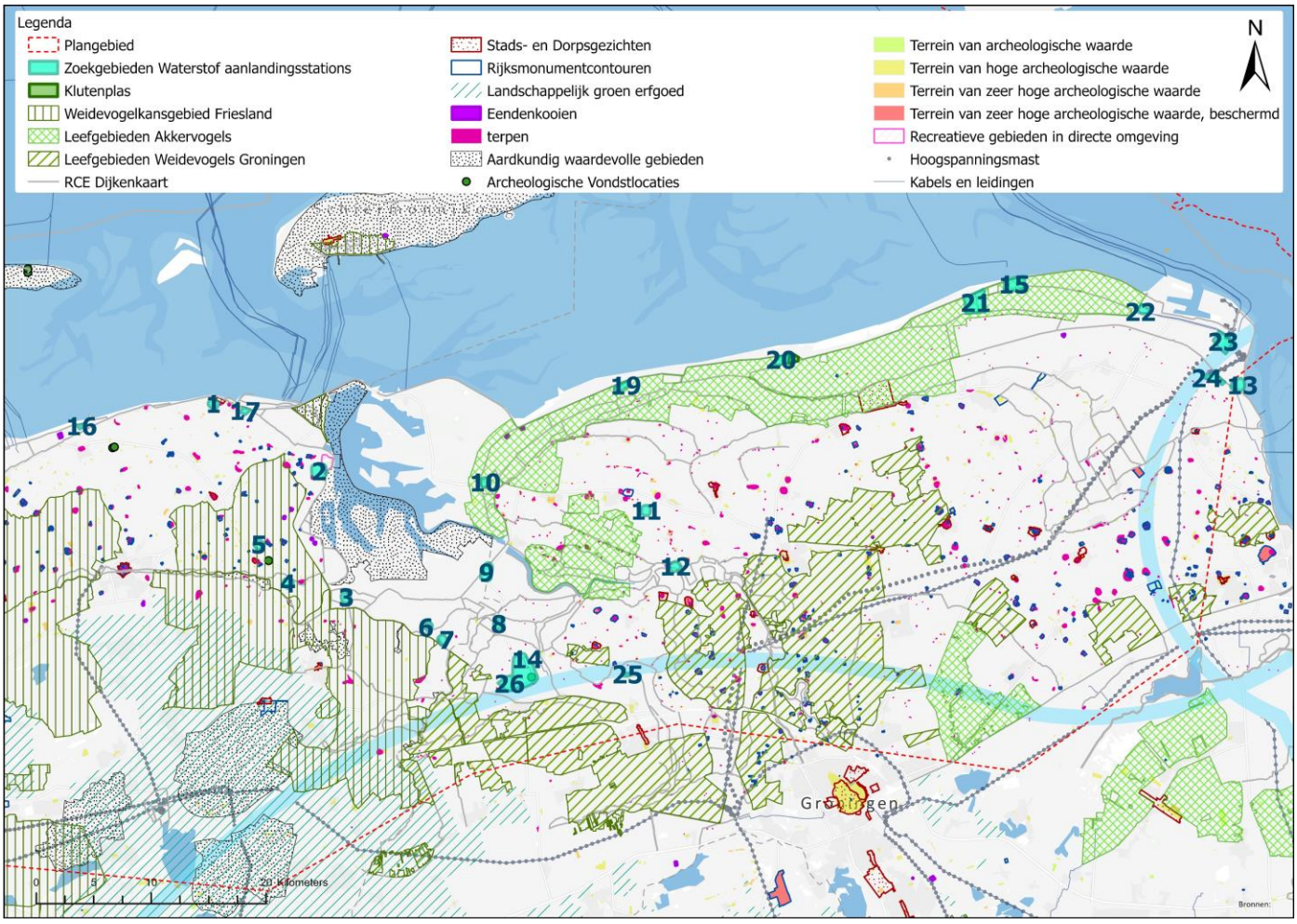
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanleg-/gebruiksfase	*Zoekgebied 2, 12, 13, 14, 15, 23, 24 en 26* Geluid, trillingen en optische verstoring verstoren grondgeboden zoogdieren doordat zoekgebieden grenzen aan geschikt leefgebied voor grondgebonden zoogdieren	Minimale afstand van 600 m tot het leefgebied aanhouden, zorgen dat geluidsniveau niet hoger is dan 47 dB(A) en voorkomen toename lichtbelasting in natuurterreinen.
	Zoekgebied 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 en 26 Geluid, trillingen, optische verstoring en licht verstoren vogels in zoekgebieden doordat de zoekgebieden liggen in of grenzen aan leefgebied dat zeer waarschijnlijk van belang is voor vogels.	Aan houden minimale afstand van 600 m, zorgen dat geluidsniveau op de natuurterreinen niet hoger is dan 47 dB(A) en voorkomen vaan een toename van lichtbelasting in natuurterrein. Buiten broedperiode werkzaamheden uitvoeren specifiek voor locatie 14 en 26.
Gebruiksfase	*Zoekgebied 2, 5, 7, 10, 12, 13, 14 en 15* Oppervlakteverlies voor grondgebonden zoogdieren	Exacte locatie kiezen om buiten de bosschages, ruigte en oevers te kunnen werken.
	Zoekgebied 2, 4, 5, 7, 10, 13, 14, 15, 19, 20 en 21 Oppervlakteverlies van vogelgebieden of jaarrond beschermde nesten.	Buiten ruigte, struwelen, bomen, water, broedlocaties en natuurgebieden werken.
	Zoekgebied 2, 5, 7, 10, 12, 13, 14, 15 en 26 Oppervlakteverlies voor vleermuizen door aanwezigheid bomen binnen zoekgebieden	Bomen, plassen en watergangen behouden
	Zoekgebied 2, 10, 12, 13, 14, 15 en 23 Oppervlakteverlies voor ongewervelden door aanwezigheid geschikte bomen voor afzetten eieren	Bomen behouden
	Zoekgebied 1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 17, 21, 24, 25 en 26 Risico op hogere gecumuleerde geluidbelasting op geluidgevoelige bestemmingen	Voldoende afstand tot woningen aanhouden. Werken met omkasten/inpandig maken van grote geluidbronnen, afscherming op het perceel, isolatie aan woningen (geluidwerend glas, suskasten e.d.)

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor de Waterstof aanlandingsstations
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de Waterstof aanlandingsstations kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Zoekgebieden Waterstof aanlandingsstations



8

LEEMTEN IN KENNIS, MONITORING EN EVALUATIE

In het onderzoek naar de milieueffecten zijn aannames gedaan en moet er rekening worden gehouden met onzekerheden. Dit hoofdstuk legt uit welke aannames er zijn gedaan voor zaken waar op dit moment nog onvoldoende kennis over is (de leemten in kennis). Een leemte in kennis in een MER verwijst naar ontbrekende of onvoldoende informatie die nodig is om de mogelijke milieueffecten van een project of plan volledig en nauwkeurig te beoordelen, zoals:

- missende gegevens over de huidige situatie;
- onvoldoende of onnauwkeurige kennis over de mogelijke effecten;
- missende informatie over mogelijke mitigerende maatregelen;
- onvoldoende informatie over hoe effecten van het project of plan samenhangt met andere ontwikkelingen;
- onzekerheden in de gebruikte methodes en aannames.

Wanneer meer kennis beschikbaar is over een bepaald onderwerp, kan de effectbeoordeling meer precies worden gedaan. De effectbeoordeling kan hierdoor bijvoorbeeld minder negatief uitpakken of er wordt bevestigd dat de eerder uitgevoerde effectbeoordeling klopt. Dit hoofdstuk geeft ook een aanzet voor de monitoring, waarmee de werkelijk optredende gevolgen kunnen worden gemeten.

8.1 Leemten in kennis

Morfologische ontwikkelingen Waddengebied

De bodemligging in het Waddengebied varieert in de tijd. Daardoor is de bodemligging zoals die in PAWOZ is onderzocht anders dan de bodemligging op het moment van de installatie van de kabelsystemen en leidingen. De toekomstige bodemligging is niet precies te voorspellen door de onderlinge invloed tussen bodemontwikkeling en de hydrodynamica en daaraan gekoppelde onzekerheden in morfologische ontwikkelingen. Voor de effectbeoordeling van dit MER is waar mogelijk rekening gehouden met morfologische ontwikkelingen. Aanbevolen wordt om voorafgaand aan de installatie van een kabelsysteem of leiding nieuwe bodemhoogtedata in te winnen langs de route en het ontwerp op basis van deze data te optimaliseren.

Bodemopbouw II: Oude Westereems route

In het gebied van de II: Oude Westereems route door de Waddenzee komen harde lagen voor in de bodem. Maar waar deze precies liggen en welke dikte deze lagen hebben is onbekend. Het is onzeker welke effecten het doorgraven van een harde laag heeft op de bodemontwikkeling. Mogelijk leidt dit lokaal tot diepe erosiegaten, die vervolgens de ligging van geulen in het Eemsestuarium beïnvloeden of tot erosiepatronen die zich verder uitbreiden. In het MER is hiervoor een conservatieve aanname gedaan waardoor meer inzicht de effectbeoordeling van het MER niet zal veranderen of mogelijk minder negatief zal laten uitpakken.

Voorafgaand aan het uitvoeren van het project-mer wordt geotechnisch onderzoek gedaan langs de route. De informatie over de bodembouw kan worden verwerkt in het ontwerp en de aanlegtechniek. Daardoor kunnen de effecten nauwkeuriger worden bepaald.

Verspreiding van zeer grote sedimentvolumes

Voor de aanleg van leidingen langs II: Oude Westereems route en IX: Zoutkamperlaag route moeten zeer grote sedimentvolumes worden gebaggerd en verspreid binnen hetzelfde (kombergings)gebied. In de wetenschappelijke literatuur is nog niet voldoende inzicht in de effecten van het verspreiden van zulke grote sedimentvolumes. In het MER is hiervoor een conservatieve aanname gedaan waardoor meer inzicht de effectbeoordeling van het MER niet zal veranderen of mogelijk minder negatief zal laten uitpakken. Om de effecten van het verspreiden van grote sedimentvolumes op een kombergingssysteem beter te doorgronden zou nader onderzoek moeten worden gedaan.

Bodemontwikkeling door werkzaamheden

De technieken die worden gebruikt voor het aanleggen van kabelsystemen en leidingen in de Waddenzee zijn sterk in ontwikkeling. In het kader van het MER is een apart onderzoek gedaan naar de bodemberoering van een wadtrencher en het natuurlijk herstel van de bodemprocessen, waardoor hier kennis op is ontwikkeld. In het deelrapport Bodem en Water op Zee zijn conservatieve aannamen gedaan voor de volgende effecten waardoor de effectbeoordeling van het MER niet zal veranderen of mogelijk minder negatief zal uitpakken bij meer kennis over deze processen:

- de mate van hersedimentatie die optreedt bij het graven van baggergeulen en op welke manier deze kan worden geminimaliseerd;
- hoe lang de sporen van een wadtrencher zichtbaar blijven op de zeebodem en hoe dit afhangt van de locatie waar deze ingezet is;
- wat het lange termijn effect is van grondberoering voor het realiseren van een HDD-put op de bodemontwikkeling;
- hoeveel kusterosie er optreedt rondom een kofferdam.

Voorkomen van habitats en soorten in de Noordzee en Waddenzee

De effecten op natuur zijn bepaald op basis van een bureaustudie met publiek toegankelijke informatie. Vooral in de Waddenzee zijn er onzekerheden over het actueel of locatie specifiek voorkomen van habitats en soorten. Voor het habitattype H1140 is in het kader van dit MER een expert consultatie geweest, waardoor hier kennis op is ontwikkeld. Ook de hoogwatervluchtplaatsen zijn met hulp van deskundigen in dit MER beter in beeld gebracht. In het deelrapport Natuur zijn conservatieve aannamen gedaan, waardoor de effectbeoordeling van het MER niet zal veranderen of mogelijk minder negatief zal uitpakken bij meer kennis over het voorkomen van soorten en habitats. In het project-mer in de aanlegfase is nader (veld)onderzoek nodig om effecten locatiespecifiek in beeld te brengen.

Door middel van monitoring en openbaarheid van gegevens van deskundigen kan de aanwezigheid van natuurwaarden beter in kaart gebracht om mogelijke effecten zoveel mogelijk te vermijden. Het gaat dan voor de Noordzee specifiek om:

- de aanwezigheid van riffen (Borkumse Stenen);
- de aanwezigheid van (beginnende) platte oesterbanken.

En voor het Waddengebied om het voorkomen van de volgende soorten en habitats:

- de aanwezigheid van schelpdieren in de Noordzeekustzone;
- het actueel en locatie specifiek voorkomen van hotspots van de gevoelige typische soorten;
- het actueel en locatie specifiek voorkomen van hotspots van voedselsoorten voor scholekster, eidereend en steenloper en gebruik van het foerageergebied;
- het gebruik van HVPs. Waarbij geldt als doel om de specifieke locatie van de HVPs te bepalen, de grootte en hoe deze wordt gebruikt door aanwezige vogelsoorten;
- de verspreiding van vogelsoorten bij laagwater en het belang van foerageergebieden in de Waddenzee;
- de aanwezigheid van bodemdieren hotspots op de wadplaten, aangezien deze veranderen in de loop der jaren.

Aard van de verstoringfactoren voor natuur

Er zijn onzekerheden in de effecten van vertroebeling, dynamiek substraat, verstoringsafstanden van broedende en foeragerende vogels, optische verstoring en licht en elektromagnetische velden:

- vertroebeling: de relatie tussen de hoeveelheid vertroebeling en de effecten hiervan op schelpdieren, vissen en zichtjagende vogels is niet goed bekend;

- verandering in de dynamiek substraat: de langetermijneffecten van vergraving en het berijden van het Wad, en de effecten op de overleving dan wel het herstel van bodemdieren is niet goed bekend;
- verandering in de dynamiek substraat: de effecten van verdichting op zandige bodems en de daarbij mogelijke gevolgen voor de bodemdieren is niet goed bekend;
- verstoring: verstoringsafstanden van broedende en foeragerende vogels met betrekking tot specifieke werkzaamheden van de aanleg van kabelsystemen in getijdegebieden;
- optische verstoring en licht: verstoring door licht en de effecten op vasteland soorten is niet goed bekend;
- elektromagnetische velden: de effecten van elektromagnetische velden op (het gedrag van) elektromagnetisch gevoelige soorten (vissen, zeezoogdieren en bodemdieren) zijn niet goed bekend;
- verzilting: de effecten van verzilting op natuur zijn niet goed bekend.

In het deelrapport Natuur zijn voor deze verstoringsfactoren conservatieve aannames gedaan op basis van de wetenschappelijke literatuur waardoor de effectbeoordeling van het MER niet zal veranderen of mogelijk minder negatief zal uitpakken bij meer kennis over deze verstoringsfactoren. Om deze effecten beter te doorgronden zou nader wetenschappelijk onderzoek moeten worden gedaan. De kennis over het effect van elektromagnetische velden voor onderwaterleven is iets verder ontwikkeld.

Modelberekeningen voor natuur
De effectbeoordeling van natuur is onder andere gebaseerd op de modelberekeningen van sedimenttransport en verdroging. De sediment modellering geeft geen inzicht in de invloed van sedimentatie op specifieke locaties, habitattypen en leefgebieden. Aanbevolen wordt om voor de effectbepaling in het project-mer een gedetailleerdere sedimentmodellering te doen om deze effecten beter in beeld te brengen.

In dit MER zijn conservatieve aannames gedaan voor de verdroging als gevolg van bemaling langs de routes. Aanbevolen wordt om voor de effectbeoordeling in het project-mer een gedetailleerder grondwatermodel te maken om deze effecten uitgebreider en meer locatiespecifiek in beeld te brengen.

Stikstof
Voor stikstof kan, zodra er meer duidelijkheid over het project is in de projectfase en het bijbehorende ontwerp, de stikstofdepositiebijdrage nauwkeuriger worden berekend.

8.2 Aanzet tot monitoring en evaluatie

Kennisontwikkeling
In het kader van het Programma voor PAWOZ wordt meegegeven dat kennisontwikkeling en kennisuitwisseling kan worden gestimuleerd op de in de vorige paragraaf beschreven leemten in kennis en informatie. En dan met name op de kennisleemten, die zijn geconstateerd op morfologie en habitats en soorten in het Waddengebied, omdat op die onderwerpen significante effecten kunnen optreden.

Monitoring van effecten
Bij het daadwerkelijk uitvoeren van de werkzaamheden voor de aanleg en het gebruik van kabelsystemen, leidingen en de bijbehorende stations wordt op basis van de resultaten van dit MER aanbevolen om de monitoring te richten op de effecten waar leemten in milieu-informatie zijn geconstateerd, waar onzekerheden zijn in de bepaling van effecten en op die onderwerpen die kunnen leiden tot significante effecten. Dat wil zeggen dat de monitoring in elk geval gericht moet zijn op: sedimenttransport en vertroebeling, herstel van de zeebodemstructuren na aanleg van kabelsystemen en leidingen (vergravingen), de hoogwatervluchtplaatsen (HVPs), riffen (Borkumse Stenen), (beginnende) platte oesterbanken, niet-broedvogels, bodemdieren op de wadplaten, vissen en zeezoogdieren en geluidbelasting.

Mogelijk kan de monitoring van deze effecten worden opgenomen in de bestaande onderzoeks- en monitoringsprogramma's, die in het Waddengebied worden uitgevoerd. De uitvoering van de monitoring en de verantwoordelijkheid van de monitoring moet nader worden uitgewerkt in de project-mer.

Daarbij wordt meegegeven dat openbaarheid van meet- en monitoringsgegevens en kennisuitwisseling tussen alle deskundigen en gebruikers van het Waddengebied bijdraagt om de effecten van ontwikkelingen zoals PAWOZ zoveel mogelijk te beperken.

Bijstuurmogelijkheden

In het project-mer moeten ook de bijstuurmogelijkheden worden uitgewerkt. Dit zijn de maatregelen die achter de hand beschikbaar zijn en getroffen kunnen worden, mochten onverhoopt de milieugrenzen in de praktijk toch worden overschreden. Deze hangen samen met de locatie en de uitvoeringsmethodiek en zijn daarom in dit stadium van het planproces nog niet goed vast te stellen.

Kennisdeling

De kennis die op basis van monitoring van de effecten van de aanleg van de eerste leiding of het eerste kabelsysteem wordt opgedaan, kan worden gebruikt bij de effectbeoordelingen in opvolgende project-mer'en en bij de uitvoering van andere projecten in dit gebied. Openbaarheid van gegevens draagt bij aan het draagvlak, het begrip en ontzorging. Daarom wordt aanbevolen de meetgegevens waar mogelijk beschikbaar te maken en toe te lichten in publieke bijeenkomsten en publicaties.

9

BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN VAN HET MILIEUONDERZOEK

Het MER is opgesteld ter ondersteuning van de besluitvorming over het Programma voor PAWOZ. In het MER zijn de milieueffecten van routes voor kabelsystemen en waterstofleidingen onderzocht en beoordeeld vanaf toekomstige windparken op de Noordzee, door het Waddengebied en het vasteland naar de Eemshaven of het Waterstofnetwerk Nederland en voor de bijbehorende stations. Dat is gedaan voor de thema's bodem en water op zee en op land, natuur, landschap, cultuurhistorie en archeologie, scheepvaart en veiligheid, gebruiksfuncties en leefomgeving. Het uitgangspunt hierbij is dat er maximaal één kabelsysteem of leiding per jaar kan worden aangelegd. De onderzoeken zijn uitgevoerd op het detailniveau dat hoort bij een plan-MER voor een Programma. Hierbij is uitgegaan van een realistische worst-case.

Uit de effectbeoordeling is gebleken dat er op alle routes en stationslocaties effecten kunnen optreden. Voor de negatieve effecten is in het MER onderzocht of er mitigerende maatregelen mogelijk zijn om de effecten te beperken. Een aantal negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone kunnen niet met mitigerende maatregelen worden opgelost. Voor deze negatieve effecten is gekeken of het effect ergens anders zou kunnen worden gecompenseerd. In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste bevindingen van het MER samengevat en zijn de aandachtspunten beschreven voor het vervolgproces over de besluitvorming van PAWOZ en toekomstige project-mer'en die voor de vervolgbesluiten worden opgesteld. In een project-mer zal worden beoordeeld of de mitigerende maatregelen de effecten zodanig verminderen dat er geen sprake meer is van significant negatieve of negatieve effecten.

9.1 Noordzeeroutes en (zoekgebieden) platforms

Op de routes door de Noordzee en de drie zoekgebieden voor platforms worden neutrale (0), licht negatieve (-) en negatieve (- -) effecten verwacht. Voor alle negatieve effecten is zicht op mitigatie. Er zijn geen sterk negatieve (- - -) effecten in beeld waarbij ook geen zicht op mitigatie van de effecten is.

De negatieve effecten van de platforms hebben vooral te maken met de mogelijke geluidsverstoring van vissen en zeezoogdieren door het heien van de verankeringspalen in de aanlegfase. Er is zicht op mitigatie met geluidsbeperkende maatregelen. Aandachtspunten zijn dat er telecomkabels liggen in het zoekgebied van platform DDW-2 en dat er rondom de platforms gebruiksbeperkingen ontstaan voor visserij en aquacultuur vanwege de veiligheidscontour van 500 meter die rondom platforms moet worden aangehouden.

De negatieve effecten van de Noordzeeroutes hebben te maken met de kans op verstoring van natuurwaarden in het KRM-gebied Borkumse Stenen en de kans op verstoring van archeologische waarden. Er zijn enkele verschillen tussen de effecten en aandachtspunten van de Noordzeeroutes. Noordzeeroute A loopt door Borkumse Stenen met aanwezigheid van het potentieel habitattype H1170 (met riffen- en schelpdierconcentraties), en loopt door potentieel leefgebied van de platte oester. Er moet nader onderzoek worden gedaan naar het voorkomen van deze natuurwaarden op Noordzeeroute A. Bij de aanleg van kabelsystemen op Noordzeeroute A moeten deze natuurwaarden worden vermeden.

Voor kabelsystemen op de Noordzeeroutes A, B en C geldt dat de elektromagnetische velden effect kan hebben op visseneitjes rondom de kabelsystemen in de Borkumse Stenen. Voor deze routes geldt daarom als aandachtspunt dat kabelsystemen voldoende diep worden ingegraven of met een kortere lay-length (de afstand die nodig is om één omwenteling van de streng rond de diameter van de geleider te voltooien).

Op alle Noordzeeroutes gelden beperkingen voor het ruimtebeslag in de corridor om ankergebieden te vermijden. Op de Noordzeeroutes A, C en D gelden ook beperkingen door vergunde zand- en schelpenwingebieden en op de Noordzeeroutes C en D door archeologische waarden.
Door deze ruimtelijke beperkingen in de corridors is de beschikbare ruimte voor kabelsystemen en leidingen beperkter dan de volledig onderzochte breedte. Maar de onderzochte corridors van de Noordzeeroutes zijn met minimaal 1 km tot 6 km breedte ruim genoeg, zodat het mogelijk is om meerdere kabelsystemen en/of leidingen in te passen.

Als aandachtspunt voor de keuzes in het Programma geldt dat de Noordzeeroutes voor kabelsystemen en leidingen onlosmakelijk samenhangen met de bijbehorende Waddenzeeroutes. Het aantal kabelsystemen en/of leidingen die passen in de Waddenzeeroutes is bepalend voor het aantal kabelsystemen en leidingen die kunnen worden aangelegd in de Noordzeeroutes.

9.2 Waddenzeeroutes

De grootste effecten van PAWOZ hangen samen met de morfologie en natuurwaarden van de Waddenzee. Er zijn zes routes door de Waddenzee onderzocht waarvan één route alleen voor kabelsystemen, twee routes alleen voor leidingen en twee routes zowel voor kabelsystemen als voor leidingen. Daarnaast is onderzoek gedaan naar een tunnelsysteem onder de Waddenzee door met het intredepunt op de Noordzee.

Uit de effectonderzoeken van de Waddenzeeroutes blijkt dat er op elke route grote uitdagingen liggen om milieueffecten te beperken. Voor leidingen zijn er wat meer mogelijke routes dan voor kabelsystemen, omdat deze routes niet alleen naar de Eemshaven gaan, maar ook naar andere aanknopingspunten van het Waterstofnetwerk Nederland op land kunnen.

Omdat sterk negatieve effecten op Natura 2000-gebieden niet op voorhand konden worden uitgesloten, is een Natuurtoets uitgevoerd. Uit de Natuurtoets blijkt dat het op sommige routes mogelijk is om significante negatieve effecten op de natuurwaarden van de Waddenzee en Noordzeekustzone met mitigerende maatregelen te voorkomen of te beperken; deze effecten zijn beoordeeld als negatief effect (- -). Voor andere routes blijkt dat significant negatieve effecten op de natuurwaarden ook met mitigerende maatregelen vooralsnog niet kunnen worden uitgesloten; deze effecten zijn beoordeeld als sterk negatief effect (- - -). Een sterk negatieve (- - -) geldt voor de II: Oude Westereems route voor leidingen, de V: Boschgat route voor kabelsystemen en de VII: Schiermonnikoog Wantij route voor leidingen.

Voor de drie Waddenzeeroutes waar geen zicht is op mitigatie en significant negatieve (- - -) effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden vooralsnog niet kunnen worden uitgesloten, is onderzocht of er zicht is op compensatie. Tabel 9.1 geeft een samenvatting van de uitkomsten van de Natuurtoets en het Hoofdstuk Compensatie van deelrapport Natuur. Uit het Hoofdstuk Compensatie blijkt dat er op één route, de VII: Schiermonnikoog Wantij route voor leidingen, zicht is op compensatie. Voor de II: Oude Westereems route voor leidingen en de V: Boschgat route voor kabelsystemen is geen zicht op compensatie. In het Programma worden de routes verder geprioriteerd.

Voor alle Waddenzeeroutes geldt dat de mitigerende maatregelen om negatieve effecten op de verschillende soorten en habitattypen (door onder andere geluid, optische verstoring en licht), bodemontwikkeling/morfologie (door onder andere baggeren), vertroebeling en bestaande gebruiksfuncties en waarden in het gebied te voorkomen, zorgen voor beperkingen in ruimte en tijd. Daardoor is de beschikbare ruimte binnen de corridors beperkter dan de volledig onderzochte breedte en moet de timing van de werkzaamheden goed worden afgestemd. Daarbij geldt als aandachtspunt voor de keuzes in het Programma dat bij combinatie van kabelsystemen en leidingen in totaal minder kabelsystemen en/of leidingen kunnen worden aangelegd op de routes door het Waddengebied. Dit komt doordat een afstand tussen kabelsystemen en leidingen moet worden gehanteerd om onderlinge beïnvloeding te voorkomen.

Tabel 9.1 Overzicht van beoordeling en beperkingen voor de aanleg van kabelsystemen en/of leidingen in de Waddenzeeroutes

Waddenzeeroute	Effectbeoordeling één kabelsysteem / leiding - centerline	Zicht op compensatie?	Effectbeoordeling meerdere kabelsystemen / leidingen - corridor	Belangrijkste aandachtspunten in de corridor**
II: Oude Westereems route (kabelsystemen)	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	Niet aan de orde omdat er zicht is op mitigatie	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	- effecten op natuurwaarden en daaruit volgende mitigerende maatregelen; - stremming voor scheepvaart
II: Oude Westereems route (leidingen)	Sterk negatieve effecten (- - -) geen zicht op mitigatie	Nee	Eén kabelsysteem of leiding zorgt al voor sterk negatieve effecten	Niet van toepassing
V: Boschgat route (kabelsystemen)	Sterk negatieve effecten (- - -) geen zicht op mitigatie	Nee	Eén kabelsysteem of leiding zorgt al voor sterk negatieve effecten	Niet van toepassing
VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen)	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	Niet aan de orde omdat er zicht is op mitigatie	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	- effecten op natuurwaarden en daaruit volgende mitigerende maatregelen
VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen)	Sterk negatieve effecten (- - -) geen zicht op mitigatie	Ja*	Eén kabelsysteem of leiding zorgt al voor sterk negatieve effecten	- effecten op natuurwaarden en daaruit volgende compenserende maatregelen
VIII: Ameland Wantij route (leidingen)	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	Niet aan de orde omdat er zicht is op mitigatie	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	- effecten op natuurwaarden en daaruit volgende mitigerende maatregelen
IX: Zoutkamperlaag route (leidingen)	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	Niet aan de orde omdat er zicht is op mitigatie	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	- westelijke rand corridor beperkend voor aanleg meerdere leidingen; - effecten op natuurwaarden en daaruit volgende mitigerende maatregelen
X: Tunnel route (kabelsystemen en/of leidingen)	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	Niet aan de orde omdat er zicht is op mitigatie	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	- permanente verandering morfologie en kustfundament; - effecten op natuurwaarden en daaruit volgende mitigerende maatregelen

* In het Programma moet eerst worden afgewogen of er alternatieven zijn voordat compensatie wordt toegepast, volgens het proces van de ADC-toets (zie paragraaf 6.2.3).

** Voor beperkingen in ruimte en tijd in de corridor, zie de afbeeldingen per route in Hoofdstuk 7.

Hierna zijn de belangrijkste resultaten van de milieuonderzoeken voor de verschillende Waddenzeeroutes kort toegelicht.

II: Oude Westereems route (kabelsystemen en leidingen)

De II: Oude Westereems route is onderzocht voor kabelsystemen en leidingen. Bij het aanleggen van kabelsystemen op deze Waddenzeeroute kunnen diverse negatieve effecten (- -) optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Qua natuurwaarden gaat het om effecten op typische soorten zoals zeegras van habitattype H1140, onderwatergeluid en bovenwatergeluid op zeezoogdieren, en verstoring door bovenwatergeluid, optische verstoring en licht van broedvogels en niet-broedvogels. De locaties van hotspots van gevoelige typische soorten van H1140 zijn niet met voldoende detailniveau bekend en moeten nader worden onderzocht.

Verder gelden er op deze Waddenzeeroute aandachtspunten voor de scheepvaart door risico's op stremming en hinder voor de scheepvaart in de Eemsgeul, en diverse ankergebieden. Bij aanleg van kabelsystemen langs de randen van de corridor is het risico op blootspoelen groot. Ook liggen er veel bestaande kabels en leidingen op deze Waddenzeeroute die moeten worden gekruist.

Voor het aanleggen van leidingen op de II: Oude Westereems route kunnen sterk negatieve effecten (- - -) op de primaire productie, habitattype en vogels door de toename, duur en oppervlakte van vertroebeling door baggerwerkzaamheden vooralsnog niet worden uitgesloten. Alleen voor niet-broedvogels is er zicht op mitigatie van de vertroebelingseffecten, maar voor de effecten op primaire productie en habitattype is geen zicht op mitigatie en ook niet op compensatie. Daarnaast zijn sterk negatieve (- - -) effecten voor zeehonden door onderwatergeluid, bovenwatergeluid, optische verstoring en licht niet uit te sluiten, en hiervoor is geen zicht op compensatie.

Verder zijn er voor leidingen diverse negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie verwacht. Qua natuurwaarden gaat het om verstoring door bovenwatergeluid, optische verstoring en licht van broedvogels en niet-broedvogels. Er geldt een ruimtelijke beperking langs de westelijke zijlijn van de corridor, omdat baggerwerk hier tot langdurige en grootschalige invloed op de bodemontwikkeling zal leiden. De toename, oppervlakte en duur van de vertroebeling heeft effect op vangstsucces in de visserij. En verder gelden dezelfde aandachtspunten ten aanzien van de scheepvaart, ankergebieden, blootspoelen en de kruising van bestaande kabels en leidingen als voor de aanleg van kabelsystemen.

V: Boschgat route (kabelsystemen)

De V: Boschgat route is alleen onderzocht voor kabelsystemen. Deze route is in het routeontwikkelingsproces afgevallen (getrechterd) voor leidingen. De route voor kabelsystemen kenmerkt zich door hoge natuurwaarden van de Waddenzee en de morfologische dynamiek. Vanwege die hoge waarden kunnen diverse sterk negatieve effecten (- - -) vooralsnog niet worden uitgesloten op deze route. Het gaat om sterke vertroebeling door baggerwerkzaamheden en significante verstoring van ligplaatsen van zeehonden. Voor deze effecten is geen zicht op mitigatie en geen zicht op compensatie.

Verder wordt op de zijlijnen van variant A en A1 en de westelijke zijlijn van variant A2 verwacht dat baggerwerkzaamheden een sterk negatief (- - -) effect hebben op wadplaten. En er geldt een ruimtelijke beperking langs de westelijke zijlijn van de corridor, omdat baggerwerk hier tot langdurige en grootschalige invloed op de bodemontwikkeling zal leiden.

Daarnaast kunnen diverse negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie optreden. Het gaat om langdurige en grootschalige invloed op bodemontwikkeling door een groot baggervolume (~2 Miljoen m3) in een dynamisch gebied.

Qua natuurwaarden gaat het om de kans op verandering in de dynamiek substraat in habitattypen H1110, H1140 en essentiële voedsel hotspots voor niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee, en verstoring door bovenwatergeluid, optische verstoring en licht van broedvogels en niet-broedvogels. De locaties van hotspots van H1140 en de voedsel hotspots van de relevante niet-broedvogelsoorten zijn niet met voldoende detailniveau bekend en moeten nader worden onderzocht.

Op deze route liggen bekende archeologische waarden die vermeden moeten worden. Verder gelden er op deze route aandachtspunten ten aanzien ankergebieden, gesloten gebieden en visserij. Bij de aanleg van kabelsystemen is het risico op blootspoelen groot. Langs de kust moeten veel bestaande kabels en leidingen worden gekruist.

VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen en leidingen)

De VII: Schiermonnikoog Wantij route is onderzocht voor kabelsystemen en leidingen. Bij het aanleggen van kabelsystemen op deze route kunnen diverse negatieve effecten (- -) vooralsnog niet worden uitgesloten. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Qua natuurwaarden gaat het om sedimentatie van zeegras en schelpdierbanken van de Waddenzee en Noordzeekustzone, effecten door verandering in de dynamiek substraat op de locaties van hotspots van habitattypen H1110, H1140 en voedsel hotspots van niet-broedvogelsoorten, en verstoring door bovenwatergeluid, optische verstoring en licht van zeezoogdieren, broedvogels en niet-broedvogels. De hotspots met gevoelige typische soorten van H1110, H1140 en de voedsel hotspots van de relevante niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee zijn niet met voldoende detailniveau bekend en moeten nader worden onderzocht. Dat geldt ook voor de essentiële foerageerlocaties van broedvogels.

Verder geldt dat de rand van de corridor overlapt met het militaire gebied Marnewaard. Langs de oostelijke rand van de corridor is het risico op blootspoelen van de kabelsystemen groot. Voor variant A geldt een verhoogde kans op schade aan de kabelsystemen door ankeren en voor variant A1 geldt dat schelpenwingebieden en zandwingebieden moeten worden vermeden.

Voor leidingen is op de VII: Schiermonnikoog Wantij route een sterk negatief effect (- - -) verwacht. Het gaat om verstoring door bovenwatergeluid, optische verstoring en licht van zeehonden, waarvoor vooralsnog geen zicht is op mitigatie. Voor dit effect is wel zicht op compensatie. Verder zijn voor de aanleg van leidingen op deze route dezelfde negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie en aandachtspunten van toepassing als voor de aanleg van kabelsystemen.

VIII: Ameland Wantij route (leidingen)

De VIII: Ameland Wantij route loopt niet naar Eemshaven, maar sluit via landroutes aan op het Waterstofnetwerk Nederland. Deze route is alleen onderzocht voor leidingen. Bij het aanleggen van leidingen op deze route kunnen diverse negatieve effecten (- -) vooralsnog niet worden uitgesloten. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Qua natuurwaarden gaat het om sedimentatie van schelpdierbanken van de Noordzeekustzone, het effect door verandering in de dynamiek substraat op de locaties van hotspots van habitattypen H1110, H1140 en voedsel hotspots van niet-broedvogelsoorten, en verstoring door bovenwatergeluid, optische verstoring en licht van zeezoogdieren, broedvogels en niet-broedvogels. De hotspots van gevoelige typische soorten van H1110, H1140 en de voedsel hotspots van de relevante niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee zijn niet met voldoende detailniveau bekend en moeten nader worden onderzocht. Dat geldt ook voor de essentiële foerageerlocaties van broedvogels.

Verder gelden op deze route risico's op aanvaring met kwetsbare bouwkuipen op het Wad.

IX: Zoutkamperlaag route (leidingen)

De IX: Zoutkamperlaag route loopt niet naar Eemshaven, maar sluit via landroutes aan op het Waterstofnetwerk Nederland. Deze route is alleen onderzocht voor leidingen. Op deze route kunnen negatieve effecten (- -) vooralsnog niet worden uitgesloten. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Langs de westelijke rand van de corridor zijn vanuit morfologie negatieve effecten (- -) verwacht bij diepe ontgraving in kleilagen. Dit effect treedt niet op bij de aanleg van één leiding in het midden van de corridor, maar alleen bij de aanleg van meerdere leidingen. Dit betekent een beperking van de ruimte in de corridor. Qua natuurwaarden gaat om effecten op primaire productie, habitattypen en vogels door vertroebeling, grote verandering in de dynamiek substraat door baggerwerk met effect op habitattypen H1110 en H1140,

kans op verandering in de dynamiek substraat op de locaties van hotspots van habitattypen H1110, H1140 en voedsel hotspots van niet-broedvogelsoorten, en verstoring door onderwatergeluid, bovenwatergeluid, optische verstoring en licht van zeezoogdieren, broedvogels en niet-broedvogels.

Er liggen bekende archeologische waarden op de route. Verder gelden er op deze route aandachtspunten ten aanzien van de scheepvaart door risico's op aanvaring met bouwkuipen op het Wad en effecten van vertroebeling op het vangstsucces van de visserij. Ook is het risico dat de leidingen blootspoelen groot.

X: Tunnel route (kabelsystemen en/of leidingen) en intredepunt Noordzee
Voor de aanleg van het intredepunt Noordzee en het tunnelsysteem kunnen negatieve effecten (- -) vooralsnog niet worden uitgesloten. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie. Het gaat om hinder voor de scheepvaart en de doorgaande operaties in Eemshaven door toename van de scheepvaartintensiteit op de Eemsgeul, effecten op de ruige dwergvleermuis als in de migratieperiode wordt gewerkt, en hinder en verminderd vangstsucces van zichtjagende (duikende) vogels door vertroebeling.

Ook zijn negatieve (- -) effecten voor de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek op de X: Tunnel route verwacht, omdat het intredepunt Noordzee in de gebruiksfase een permanente invloed heeft op de bodemligging op de Ballonplaat en het sedimenttransport binnen de nabijgelegen Natura 2000-gebieden en het referentiegebied. Ook is een negatief (- -) effect op het kustfundament verwacht, omdat het intredepunt Noordzee leidt tot permanente bebouwing in het kustfundament. Het heeft geen direct effect op de hoogwaterveiligheid of het onderhoud van de basiskustlijn.

9.3 Landroutes

Er zijn vijf landroutes onderzocht, met diverse varianten. De landroutes zorgen voor de verbinding tussen de Waddenzeeroutes en een aansluitpunt op het landelijke hoogspanningsnet in de Eemshaven (voor kabelsystemen) of op het Waterstofnetwerk Nederland (westelijke routes voor leidingen) en op het Waterstofnetwerk Groningen in de Eemshaven (oostelijke routes voor leidingen). De II: Oude Westereems landroute en VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A zijn onderzocht voor kabelsystemen en voor leidingen. De V: Boschgat landroute is alleen onderzocht voor kabelsystemen. De westelijke landroutes, de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B, B1 en C, de VIII: Ameland Wantij landroute en de IX: Zoutkamperlaag landroute, zijn alleen onderzocht voor leidingen.

Op de landroutes zijn diverse licht negatieve (-) en negatieve (- -) effecten verwacht. Voor alle negatieve effecten is zicht op mitigatie. Er zijn geen sterk negatieve (- - -) effecten in beeld waarbij geen zicht op mitigatie van de effecten is. Voor alle landroutes geldt dat er kans is op verzilting door grondwaterstandsverlaging door bemaling. Ook moeten er veel bestaande kabels en leidingen worden gekruist. Verder zorgen werkzaamheden op de centerlines van de V: Boschgat landroute, VII: Schiermonnikoog Wantij landroute, VIII: Ameland Wantij landroute en IX: Zoutkamperlaag landroute en in de corridors van alle landroutes voor tijdelijke verstoring door geluid, trilling, optische verstoring en licht van vogels in vogel- en natuurgebieden.

Er zijn ook enkele verschillen in de effecten en aandachtspunten tussen de landroutes. Specifiek voor de corridors van de V: Boschgat landroute B en B1 (voor kabelsystemen) en de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (voor kabelsystemen en leidingen) geldt dat het foerageergebied voor wadvogels van de Klutenplas wordt doorkruist. Dit zorgt voor verandering van de dynamiek van het substraat.

Specifieke aandachtspunten voor de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B en B1 (voor leidingen) zijn de kruising met een camping en werkzaamheden in aardkundig waardevolle gebieden.

Op de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B, de VIII: Ameland Wantij landroute en de IX: Zoutkamperlaag landroute (voor leidingen) liggende bekende archeologische waarden op de landroutes. Voor de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B, B1 en de corridor van variant C, de VIII: Ameland Wantij landroute A

en de corridors van varianten B en B1, en de corridor van de IX: Zoutkamperlaag landroute moeten archeologische monumententerreinen worden doorkruist.

Als aandachtspunt voor de keuzes in het Programma geldt dat de landroutes voor kabelsystemen en leidingen onlosmakelijk samenhangen met de bijbehorende Waddenzeeroutes. Het aantal kabelsystemen en/of leidingen die passen in de Waddenzeeroutes is bepalend voor het aantal kabelsystemen en leidingen die kunnen worden aangelegd in de landroutes.

9.4 Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel

Voor het aanlandingspunt van de tunnel zijn drie zoekgebieden in en in de buurt van de Eemshaven in beeld:
- Eemshaven;
- Oostpolder;
- en Ten Westen van Eemshaven.

In deze zoekgebieden zijn diverse licht negatieve (-) en negatieve (- -) effecten verwacht. Voor alle negatieve effecten is zicht op mitigatie. De negatieve effecten zorgen voor enkele beperkingen in alle zoekgebieden, waardoor niet het hele zoekgebied geschikt is, maar naar verwachting is er in elk zoekgebied voldoende ruimte om een aanlandingspunt voor het tunnelsysteem aan te leggen. Verder onderzoek en nadere locatie bepaling is nodig in de vervolgfase.

In alle zoekgebieden kunnen negatieve effecten optreden op het watersysteem. Het gaat onder andere om het doorsnijden van waterscheidende lagen met effect op KRW grondwaterlichaam Zout Eems, kans op verzilting door grondwaterstandsverlaging door bemaling, lokale verandering van de grondwaterstroming door diepe wanden, en toename van verharding met gevolgen voor het watersysteem. Voor deze effecten is zicht op mitigatie.

Verder zijn er technisch complexe kruisingen nodig met bestaande kabels en leidingen. Ook zal er naar verwachting significante hinder optreden voor woningen en bedrijven in en rondom de zoekgebieden. Bij verdere uitwerking in de vervolgfase moet goed worden gekeken naar maatregelen om hinder voor woningen en bedrijven te voorkomen.

Er zijn ook enkele verschillen in de effecten en aandachtspunten tussen de zoekgebieden. De tunnelsegmentenfabriek (betonfabriek) past alleen op een industrieterrein met geluidproductieplafonds (of een geluidzone). Alleen de zoekgebieden Eemshaven en Oostpolder voldoen aan deze voorwaarde. Dat betekent dat de tunnelsegmentenfabriek niet in zoekgebied Ten Westen van Eemshaven kan worden gerealiseerd, behalve na aanpassing van het Omgevingsplan. Voor het zoekgebied Oostpolder wordt een sterk negatief effect (- - -) verwacht door een risico op geluidsoverschrijding op de zonegrens en meer dan 55 dB (A) bij woningen als gevolg van de tunnelsegmentenfabriek. Voor het zoekgebied Eemshaven wordt een negatief effect (- -) verwacht door een risico op geluidoverschrijding op de zonegrens en minder dan 55 dB (A) bij woningen als gevolg van de tunnelsegmentenfabriek. Door de juiste perceelkeuze binnen het zoekgebied kan dit effect gemitigeerd worden.

Specifiek voor de zoekgebieden Oostpolder en Ten Westen van Eemshaven is er een kans op overschrijding van de maximale blootstellingsduur van geluid op woningen. In deze zoekgebieden zijn ook oppervlakteverlies van geschikt leefgebied voor vleermuizen en verstoring van vleermuizen door licht verwacht.

Voor de zoekgebieden Eemshaven en Ten Westen van Eemshaven is verstoring verwacht op de niet-broedvogels van Ruidhorn en Rommelhoek. In het zoekgebied Ten Westen van Eemshaven kan mogelijk oppervlakteverlies van waardevol weidevogelgebied optreden.

9.5 Zoekgebieden transformator- en converterstations

Er zijn drie zoekgebieden voor transformator- en converterstations in de Eemshaven onderzocht:
- Transformatorstation TNW (Middenweg);
- Converterstations DDW (Waddenweg);
- en Toekomstige converterstations Oostpolder.

In deze zoekgebieden zijn diverse licht negatieve (-) en negatieve (- -) effecten. Voor alle negatieve effecten is zicht op mitigatie. Er zijn geen sterk negatieve (- - -) effecten in beeld waarbij geen zicht op mitigatie van de effecten is.

Voor alle zoekgebieden geldt dat ze overlappen met geschikt leefgebied van grondgebonden zoogdieren en vleermuizen, waardoor er oppervlakteverlies kan optreden en bij werkzaamheden verstoring door geluid, trillingen en optische verstoring kan plaatsvinden.

Er zijn ook enkele verschillen in de effecten en aandachtspunten tussen de zoekgebieden. Voor het zoekgebied Converterstations DDW (Waddenweg) geldt dat er oppervlakteverlies kan optreden voor broedgebieden, soorten met jaarrond beschermde nesten en geschikt leefgebied van de grote vos. Ook kan er tijdens werkzaamheden verstoring van broedgebieden van vogelsoorten en soorten met jaarrond beschermde nesten optreden door geluid, optische verstoring en licht. En werkzaamheden kunnen in dit zoekgebied zorgen voor verstoring, met name door geluid, in zeer geschikt leefgebied voor de vleermuis.

Specifiek voor de zoekgebieden van het Converterstations DDW (Waddenweg) en de Toekomstige converterstations Oostpolder geldt dat er kans is op verzilting door grondwaterstandsverlaging door bemaling.

Aandachtspunt voor de zoekgebieden van het Transformatorstation TNW (Middenweg) en de Toekomstige converterstations Oostpolder is dat de toename van meer dan 500 m^2 verharding bij stations moet worden gecompenseerd door de aanleg van waterberging en/of extra oppervlaktewater.

Bij het zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg) wordt een overschrijding van het kavelbudget verwacht op de geluidgevoelige objecten binnen de zonegrens en op de zonegrens zelf.

Het zoekgebied Toekomstige converterstations Oostpolder ligt in de autonome ontwikkeling de Oostpolder. In de Oostpolder ligt een groen-blauwe zone waar kabelsystemen mogen liggen, maar er liggen nog uitdagingen in de inrichting van het gebied door bijvoorbeeld de aanwezigheid van de huidige windturbines. Voor het zoekgebied Toekomstige converterstations Oostpolder bevindt zich één gevoelige bestemming binnen de magneetveldcontour.

9.6 Zoekgebieden waterstof aanlandingsstations

Er zijn 25 locaties voor aanlandingsstations en afsluiterlocaties voor waterstof onderzocht. In de zoekgebieden voor de waterstof aanlandingsstations zijn diverse licht negatieve (-) en negatieve (- -) effecten verwacht. Voor alle negatieve effecten is zicht op mitigatie. De negatieve effecten hebben voornamelijk te maken met de geluidbelasting voor de omgeving en het oppervlakteverlies en verstoring van leef- en broedgebieden van verschillende diersoorten. Daarnaast zijn effecten verwacht op onder andere het watersysteem, recreatie en archeologische en cultuurhistorische waarden. Er zijn geen sterk negatieve (- - -) effecten in beeld waarbij geen zicht op mitigatie van de effecten is.

Er zijn enkele verschillen in de effecten en aandachtspunten tussen de zoekgebieden. Bij een groot aantal zoekgebieden (1, 2, 4, 5, 7, 10, 12, 14, 17, 21, 24, 25 en 26) zijn er zorgen voor significante hinder voor woningen/bedrijven in of rond de zoekgebieden in de aanlegfase en de gebruiksfase. In de vervolgfase moeten specifieke maatregelen worden uitgewerkt om de hinder te beperken, bij voorkeur in samenwerking met de omgeving.

Verder kan bij een aantal zoekgebieden een overschrijding van de maximale blootstellingsduur van geluid op woningen optreden (1, 4, 5, 6, 7, 12, 17 en 24) en is er een risico op hogere gecumuleerde geluidbelasting op geluidgevoelige bestemmingen (1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 17, 21, 24, 25 en 26). In de vervolgfase kunnen de voorgestelde mitigerende maatregelen nader worden uitgewerkt voor deze specifieke locaties.

Qua natuureffecten is er in diverse zoekgebieden kans op oppervlakteverlies voor grondgebonden zoogdieren (2, 5, 7, 10, 12, 13, 14 en 15), vogelgebieden of jaarrond beschermde nesten (2, 4, 5, 7, 10, 13, 14, 15, 19, 20 en 21), vleermuizen (2, 5, 7, 10, 12, 13, 14, 15 en 26) en ongewervelden (2, 10, 12, 13, 14, 15 en 23).

Door de aanlegwerkzaamheden kan in verschillende zoekgebieden verstoring optreden door geluid, trillingen, optische verstoring en licht in geschikt leefgebied van grondgebonden zoogdieren (2, 12, 13, 14, 15, 23, 24 en 26) en vogels (1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 en 26). Ook kan Lichthinder zorgen voor verstoring van vleermuizen (1, 2, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24 en 26).

Met betrekking tot effecten op het watersysteem is er in enkele zoekgebieden (6, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25 en 26) kans op verzilting door grondwaterstandsverlaging door bemaling. Voor enkele zoekgebieden (6, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25 en 26) moet bij een toename van de verharding met meer dan 500 m^2 de extra verharding worden gecompenseerd door het realiseren van extra oppervlaktewater.

In enkele zoekgebieden (2, 10, 11, 12 en 25) liggen bekende archeologische waarden (zoals scheeps- en vliegtuigwrakken en AMK-terreinen) of zijn er archeologische verwachtingswaarden. In bijna alle zoekgebieden (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 25 en 26) is er een risico dat de kwaliteit van cultuurhistorisch waardevolle elementen verloren gaat. De aanleg van enkele waterstof aanlandingsstation (2, 7, 12 en 24) kan zorgen voor hinder van recreatieve voorzieningen.

Voor een aantal zoekgebieden (14, 22, 23, 24, 25 en 26) geldt als aandachtspunt dat er veel bestaande leidingen en het beoogde Waterstofnetwerk Nederland moeten worden doorkruist.

9.7 Cumulatie

Dit MER kijkt naar de cumulatie van effecten met de autonome ontwikkelingen. De autonome ontwikkelingen zijn meegenomen in de referentiesituatie. Het gaat om projecten die zijn vergund en nog niet zijn uitgevoerd (bijvoorbeeld windpark Eemshaven West), zie paragraaf 3.5. Ook kijkt dit MER naar de cumulatie van effecten bij de aanleg van meerdere kabelsystemen en leidingen.

In deelrapport Natuur is in beeld gebracht welke verstoringsfactoren van de autonome ontwikkelingen (zoals vernietiging, vertroebeling en verstoring) cumulatie kunnen veroorzaken met PAWOZ. Hierbij is aangegeven op welke soorten en habitattypen een effect wordt verwacht. In deze fase van het MER is het niet mogelijk om het exacte effect van de cumulatie in beeld te brengen of duidelijk onderscheid te maken tussen de routes. Ook geeft deelrapport Natuur aan of er wel of geen zicht is op het aanleggen van meerdere kabelsystemen en/of leidingen voor een route. Hierbij is aangeven waar rekening mee gehouden moet worden, zoals de hersteltijd van soorten en de mate van de resteffecten.

Dit MER kijkt niet naar de cumulatie die optreedt door de aanleg van de windparken en eventuele infrastructuur (zoals verdeelstations), behalve als het een autonome ontwikkeling is waarover al besluitvorming heeft plaatsgevonden. Dat komt omdat de inrichting van de windparken nog niet bekend is. In het project-mer voor de windparken zal dit nader moeten worden bekeken.

Uitgangspunt van dit MER was de aanleg van 1 kabelsysteem of 1 leiding per jaar. Daarom is niet gekeken naar de eventuele cumulatie van effecten bij gelijktijdige aanleg van meerdere kabelsystemen of leidingen in een corridor. De gelijktijdige aanleg kan mogelijk minder impact hebben dan vaker terugkomen voor de aanleg van een kabelsysteem of leiding. Dit moet in een project-mer nader worden onderzocht.

Ook kijkt dit MER niet naar de cumulatie van verschillende effecten binnen in de corridors van de routes en zoekgebieden van de zoeklocaties. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat zowel oppervlakteverlies van het leefgebied, geluid als vertroebeling effect heeft op diersoorten. Het is belangrijk om hier in het project-mer onderzoek naar te doen.

9.8 Aandachtspunten voor vervolgbesluiten

PAWOZ onderzoekt op welke routes er voldoende ruimte is voor de aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations. En met welke voorwaarden er kabelsystemen, leidingen en stations kunnen worden aangelegd. Daarbij is in dit MER van PAWOZ gekeken naar de effecten die kunnen optreden in brede corridors en is de uitvoering nog niet in detail uitgewerkt. De locatiespecifieke effecten, zoals veiligheidsrisico's, magneetvelden en geluid, zijn belangrijk, maar niet heel onderscheidend tussen de brede corridors. Deze beoordelingsaspecten zijn belangrijk voor de locatiespecifieke invulling en moeten nader worden uitgewerkt in de project-mer'en. Ook de bijzondere bedrijfsomstandigheden, zoals onderhoud en calamiteiten, moet dan nader worden onderzocht.

Zodra het ministerie van KGG in het Programma voor PAWOZ besluit welke route(s) worden gebruikt voor het aansluiten van windparken TNW en DDW en welke route(s) overblijven voor het aansluiten van andere toekomstige windparken, kan een projectprocedure starten voor de aanleg van kabelsystemen of leidingen tussen toekomstige windparken en de Eemshaven of het Waterstofnetwerk Nederland (zie paragraaf 2.6). Dit is de procedure om te komen tot een projectbesluit. Voor een projectbesluit en de vergunningen die nodig zijn voor de aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations geldt ook een mer-plicht. In een project-mer worden de milieueffecten in meer detail onderzocht. Dan wordt gekeken naar de precieze locatie van kabelsystemen en leidingen in de in dit MER onderzochte corridors en ook de uitvoering wordt dan in meer detail uitgewerkt.

In het project-mer worden de door de minister van KGG gekozen routes nader uitgewerkt binnen de onderzochte corridors. Vanuit dit MER wordt aanbevolen om dan meer specifiek en in meer detail te kijken naar de thema's waar in dit MER negatieve effecten zijn geconstateerd, waarbij de resultaten van dit MER als startpunt kunnen worden genomen, en naar de thema's waar leemten in kennis en informatie zijn geconstateerd.

Ook wordt aanbevolen om nader locatie-onderzoek te doen voor het aanlandingspunt tunnel en de zoekgebieden daarmee meer te beperken.

10

AFKORTINGEN- EN BEGRIPPENLIJST

Tabel 10.1 Lijst met begrippen

Term	Toelichting
66kV-kabels (AC)/66kV-wisselstroomkabels	Ten behoeve van het transporteren van elektriciteit (wisselstroom) vanaf de turbines naar het platform op zee.
220kV-kabels (AC)/220kV-wisselstroomkabels	Ten behoeve van het transporteren van elektriciteit (wisselstroom) vanaf het platform op zee naar het transformatorstation op land.
380kV-kabels (AC)/380kV-wisselstroomkabels	Ten behoeve van het transporteren van elektriciteit (wisselstroom) vanaf converterstation of transformatorstation naar het aansluitpunt landelijke 380kV-net op land.
525kV-kabels (DC)/525kV-gelijkstroomkabels	Ten behoeve van het transporteren van elektriciteit (gelijkstroom) vanaf het platform op zee naar het converterstation op land.
Aanlandingszone	Zone waar de kabelsystemen voor elektriciteitstransport en waterstofleidingen voor waterstoftransport op zee aan het vasteland komen en de (primaire) zeewering kruisen.
Aanlandingspunt tunnel	Het punt waar de tunnel begint in of nabij de Eemshaven. Hier komt een schacht waar de kabelsystemen en/of leidingen de tunnel ingaan.
Aanlegtechnieken	Technische methoden waarmee de verschillende onderdelen van het project worden gerealiseerd. Een voorbeeld van een aanlegtechniek is: boren.
Aansluitpunt	Punt van een (bestaand) hoogspanningsstation of het Waterstofnetwerk Nederland waarop respectievelijk kabelsystemen voor elektriciteitstransport of waterstofleidingen worden aangesloten.
ADC-toets	Een streng toetsingskader dat wordt gebruikt wanneer uit een Passende Beoordeling blijkt dat significante effecten op Natura 2000-gebieden vooralsnog niet kunnen worden uitgesloten. Bij een ADC-toets moet een project aan drie voorwaarden voldoen: A: er geen alternatieven zijn; D: sprake is van dwingende redenen van groot openbaar belang; C: de nodige compenserende maatregen worden getroffen om te waarborgen dat de algehele samenhang van Natura 2000 bewaard blijft.
Afsluiterlocatie	Omheinde installaties waar bedienbare afsluiters zitten die de gasstroom in de ondergrondse leiding kunnen regelen.
Alternatief	Een andere manier dan het voornemen om (in aanvaardbare mate) tegemoet te komen aan de doelstelling(en). De Wet milieubeheer schrijft voor, dat in een MER alleen alternatieven moeten worden beschouwd, die redelijkerwijs in de besluitvorming een rol kunnen spelen.
Autonome ontwikkeling	Op zichzelf staande ontwikkelingen die een verandering in het plangebied tot gevolg hebben, die onafhankelijk van het voornemen plaatsvinden en waarover al een besluit is genomen. Bijvoorbeeld wanneer deze ontwikkelingen vastgesteld zijn in een ruimtelijk plan of de vergunning ervoor is verleend. Over de uitvoering ervan bestaat voldoende zekerheid.
Autonome processen	Ontwikkelingen in de fysieke omgeving die onafwendbaar zijn en een gegeven zijn voor de toekomstige staat van de kenmerken van de omgeving. Het betreft bijvoorbeeld zeespiegelstijging en andere gevolgen van klimaatverandering. In het algemeen leiden deze processen over een lange periode pas tot relevante veranderingen.

Term	Toelichting
Ballonplaat	Dit is een zandplaat op de Noordzee ongeveer 4 kilometer ten noorden van Rottumerplaat. Hier is de zee redelijk ondiep en de bodem redelijk stabiel. In dit gebied wordt onderzocht waar het intredepunt van de tunnel zou kunnen komen.
Baseline(s)	Het 'bevriezen' van het ontwerp (o.a. uitgangspunten, route), zie 'bevriesmoment'. Onderdeel van het iteratieve proces. Baseline 0 = vastgesteld in de NRD; Baseline 1 = nadere uitwerking in de fase routeontwikkeling; Baseline 2 = optimalisatie van baseline 1. Op dit niveau worden de effecten beoordeeld; Baseline 3 = optimalisatie op basis van de effectenbeoordeling.
Belanghebbende	Iemand die bij dit programma een bepaald belang heeft, bijvoorbeeld een overheid, (maatschappelijke) organisatie, grondeigenaar, agrariër of een bewoner.
Beoordelingsaspect (milieuaspect)	Een beoordelingsaspect/milieuaspect is een onderwerp dat binnen een MER wordt onderzocht. Bijvoorbeeld het beoordelingsaspect 'Bodem en Water'. Elk aspect is vertaald naar één of meerdere deelaspecten. Bijvoorbeeld het deelaspect 'Bodem' of 'Grondwater' binnen het beoordelingsaspect 'Bodem en water'.
Beoordelingskader	Lijst met daarin alle criteria die per (milieu)aspect onderzocht worden in het MER.
Beoordelingsschaal	Schaal die aangeeft hoe een criterium beoordeeld wordt in het MER. Deze schaal maakt onderscheid tussen positieve, neutrale en negatieve beoordelingen.
Bevoegd gezag	Overheidsorgaan dat bevoegd is een besluit te nemen over het voornemen van de initiatiefnemer.
Bevriesmoment	Momenten in de tijd (binnen het proces) wanneer het ontwerp wordt 'bevroren'.
Centerline	De middellijn van een route voor de kabelsystemen en/of waterstofleidingen. Elke route heeft een effectbeoordeling voor de situatie waarbij 1 kabelsysteem of 1 waterstofleiding op deze middellijn wordt aangelegd.
Commissie voor de milieueffectrapportage (Commissie mer)	Onafhankelijke, bij wet ingestelde, commissie die het bevoegd gezag adviseert over de reikwijdte en detailniveau van het MER en de beoordeling van de kwaliteit van het MER.
Compenserende maatregelen	Wanneer na het toepassen van mitigerende maatregelen restschade overblijft dan kunnen compenserende maatregelen getroffen worden. Bijvoorbeeld; bomen moeten worden gekapt. Het aanplanten van nieuwe bomen op een andere plek is dan een compenserende maatregel.
Configuratie	Manier waarop iets is opgebouwd uit losse componenten. In PAWOZ-Eemshaven betekent dit een specifieke samenstelling van kabelsystemen en/of leidingen in een route. Een configuratie is bijvoorbeeld één DC-kabelsysteem en één waterstofleiding.
Converterstation	Station waar gelijkstroom wordt omgezet in wisselstroom en op het juiste spanningsniveau wordt gebracht.
Corridor	De maximale breedte van een route waarbinnen de kabelsystemen en/of waterstofleidingen kunnen komen te liggen. Deze corridor verschilt per route. Elke route heeft een effectbeoordeling voor de situatie waarbij de maximale configuratie in de corridor van de route wordt aangelegd.
Criterium	Een criterium is een maatstaf die gebruikt wordt om een beoordelingsaspect of deelaspect in het MER te beoordelen. Bijvoorbeeld het criterium 'invloed op zetting' om voor het deelaspect 'Grondwater' te beschrijven wat het effect is van grondwaterverlaging.
Cumulatie	De bij elkaar opgetelde effecten van verschillende ontwikkelingen samen. De verschillende ontwikkelingen kunnen zowel binnen als buiten het voornemen plaatsvinden.
Deelaspect	Een deelaspect is één van de onderdelen van een beoordelingsaspect. Bijvoorbeeld het deelaspect 'Bodem' of 'Grondwater' als onderdeel van het beoordelingsaspect 'Bodem en water'.
Deelrapport	Rapporten ter ondersteuning van het MER of IEA dat concentreert op een bepaald thema, bijvoorbeeld natuur, Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie en Bodem en Water.
Demarcatie PAWOZ - pVAWOZ	Tussen de onderzoeken voor PAWOZ en pVAWOZ is gewerkt met zogenaamde demarcatiepunten. Omdat de onderzoeken van deze programma's gelijktijdig plaatsvinden is afgesproken tot waar PAWOZ een route onderzoekt en waar pVAWOZ start. Het demarcatiepunt is dus het punt waar de te onderzoeken routes van PAWOZ en pVAWOZ op elkaar aansluiten. Voor kabelsystemen ligt het demarcatiepunt ten westen van windgebied DDW. Voor leidingen ligt het demarcatiepunt ten westen van windgebied TNW.

Term	Toelichting
Eems-Dollard verdrag	Overeenkomst tussen Nederland en Duitsland waarin afspraken zijn gemaakt over het gemeenschappelijk beheer en gebruik van het Eems-Dollard Verdragsgebied.
Elektriciteitskabel	Kabels met ondergrondse ligging ten behoeve van het transporteren van elektriciteit.
EM-velden	Elektromagnetische velden als gevolg van de elektriciteitstransport door kabels of als gevolg van het transformatorstation en/of converterstation.
eParticipatie	Website die iedereen in staat stelt om online zijn of haar mening te geven of met nieuwe informatie of inzichten te komen.
Flens	Een afsluiter die kan worden toegepast op het uiteinde van een pijpleiding.
Gasunie	Gasunie is een netwerkbedrijf voor energie. Via Hynetwork Services (een 100% dochteronderneming van Gasunie) ontwikkelt Gasunie het waterstofnetwerk op land, Waterstofnetwerk Nederland. En Gasunie maakt zich klaar om ook het waterstofnetwerk op zee te ontwikkelen.
Gebruiksfuncties	De huidige en toekomstige functies in een gebied. Bijvoorbeeld, wonen, natuur of recreatie.
Gevoeligheidsanalyse	Een gevoeligheidsanalyse onderzoekt de invloed van veranderingen in de inputparameters op de uitvoer van een model of systeem.
Hoofdrapport	Dit zelfstandig leesbare document bevat de belangrijkste beslisinformatie uit de deelrapporten. Alleen onderscheidende en (sterk) negatieve effecten zijn in het hoofdrapport weergegeven.
Ingreep	Voor het uitvoeren van het voornemen (bijvoorbeeld: het aanleggen van een kabel) zijn verschillende ingrepen nodig (zoals graven, bemalen, baggeren of heien). Elke ingreep kan met verschillende aanlegtechnieken aangelegd worden. De relatie tussen elke ingreep en het effect op het milieu wordt beschreven onder ingreep-effectrelaties.
Ingreep-effectrelatie	Een ingreep-effectrelatie verwijst naar de relatie tussen het voornemen en het effect dat het voornemen veroorzaakt. Het voornemen bestaat uit verschillende ingrepen (bijvoorbeeld: graven, bemalen, baggeren of heien) welke in locatie, omvang en tijd verschillende effecten kunnen veroorzaken. Het beschrijven van de relatie wordt gebruikt om te begrijpen welke ingrepen welk effect hebben. Hiermee wordt de impact van het voornemen beoordeeld.
Initiatiefnemer	Een natuurlijk persoon, dan wel privaat- of publiekrechtelijk rechtspersoon (een particulier, bedrijf, instelling of overheidsorgaan) die een bepaalde activiteit wil (doen) ondernemen en daarover een besluit vraagt. Bij PAWOZ-Eemshaven is het Ministerie van Klimaat en Groene Groei de initiatiefnemer.
Integrale effectenanalyse (IEA)	Een analyse van de milieueffecten, kosten, omgeving, techniek, landbouw, planning en toekomstvastheid van de routes. Voor PAWOZ-Eemshaven is hiervoor een apart document opgesteld.
Intredepunt op de Noordzee	Het punt waar de tunnel begint bij de Ballonplaat op de Noordzee. Hier komt een schacht waar de kabelsystemen en/of leidingen de tunnel ingaan.
Iteratief proces	Een iteratief proces is een herhaaldelijke manier om een doel te bereiken of een probleem op te lossen. In plaats van alles in één keer te doen, worden kleine stappen gedaan en wordt telkens gekeken hoe het verbetert kan worden. Een cyclus van acties wordt herhaald, waarbij feedback en nieuwe inzichten worden gebruikt om elke keer beter te worden. In PAWOZ-Eemshaven wordt dit iteratieve proces gebruikt om de routes te verbeteren, dit wordt optimalisatie genoemd. Het doel van het optimaliseren van de routes is om negatieve effecten zoveel mogelijk te verminderen of zelfs helemaal weg te nemen. Het optimaliseren van de routes in een iteratief proces is de routeontwikkeling. Dit vindt plaats aan de hand van baselines.
Kabelcircuit	Set van drie fasedraden die samen een volwaardige eenheid vormen waarop driefasen-wisselspanning bedreven kan worden.
Kabelsysteem	Een kabelsysteem is een bundel van elektriciteitskabels dat bestaat uit twee parallelle kabelcircuits bij wisselstroom of één kabelcircuit + een glasvezelverbinding bij gelijkstroom. Het betreft alleen de elektriciteitskabels, niet het platform of transformator/converterstation.
Kilovolt (kV)	Eenheid van elektrische spanning.
Klimaatneutraal	Klimaatneutraal betekent dat we ervoor zorgen dat we geen schadelijke stoffen uitstoten die het klimaat veranderen. We compenseren of verminderen de schadelijke stoffen die we produceren.

Term	Toelichting
Kofferdam	Een kofferdam is een tijdelijke constructie gemaakt van damwanden die wordt ingezet bij het aanleggen van infrastructuur. Het doel van de kofferdam is om aanzanding in een gebaggerde sleuf te voorkomen en de werkzaamheden te beschermen tegen golven en stromingen.
Kwelder	Kwelders zijn begroeide stukken land die direct, zonder duinenrij of dijken, aan zee grenzen. Ze liggen meestal langs ondiepe getijdengebieden zoals de Waddenzee of langs de Noordzeekust. Bij storm of extra hoog water komt een kwelder onder water te staan. Kwelders spelen een belangrijke rol in de kustbescherming. Door de aanwezigheid van de begroeiing op de kwelders wordt het opstuiven van zand tegengegaan en wordt de kustlijn verstevigd. Bovendien bieden kwelders een leefgebied voor verschillende soorten vogels, vissen en andere dieren.
Lay-length	Dit is de afstand die nodig is om één omwenteling van de streng rond de diameter van de geleider te voltooien voor een kabelsysteem.
Milieueffectrapportage (mer)	De wettelijk geregelde procedure van milieueffectrapportage; een hulpmiddel bij de besluitvorming, dat bestaat uit het maken, beoordelen en gebruiken van een milieueffectrapport en het evalueren achteraf van de gevolgen voor het milieu van de uitvoering van een activiteit. Onder de Omgevingswet wordt de afkorting mer gebruikt.
mer-plicht	De verplichting tot het opstellen van een milieueffectrapport voor een bepaald besluit over een bepaalde activiteit.
Microreliëf	Onder microreliëf worden hoogteverschillen verstaan van minimaal 10 à 30 cm over afstanden van één tot drie meter.
Microtunnel	Pijpleiding aanlegtechniek waarbij tijdens de voortgang van het boorproces complete tunnelsecties ingeduwd worden om de boorgang te stabiliseren. Deze methode is technisch beperkt in lengte (ongeveer 2 km) en diameter (ongeveer 2 m).
Milieueffectrapport (MER)	Het rapport waarin de resultaten worden neergelegd van het onderzoek naar de milieueffecten van een voornemen en van de redelijkerwijs in beschouwing te nemen alternatieven daarvoor.
Mitigerende maatregelen	Maatregelen die worden genomen om de nadelige effecten van activiteiten of fysieke ingrepen te verminderen dan wel te voorkomen.
MW	Megawatt = 1.000 kilowatt (kW). kW is een eenheid van elektrisch vermogen.
MWh	Megawattuur = 1.000 kilowattuur (kWh). kWh is een eenheid van energie.
Monitoringsprogramma	Programma dat bijhoudt of de situatie beter of slechter wordt door de realisatie van het voornemen.
Morfodynamiek	De verandering van de zeebodem, het transport van sedimenten en het samenspel hiertussen.
Morfologie	Vorm van de zeebodem.
Natura 2000-gebieden	Ecologisch netwerk van speciale beschermingszones die zijn aangewezen in de Habitatrichtlijn of de Vogelrichtlijn. Volgens deze Europese richtlijnen moeten lidstaten specifieke diersoorten en hun natuurlijke leefomgeving (habitat) beschermen om de biodiversiteit te behouden.
Natuur Netwerk Nederland (NNN)	Het door de overheid nagestreefde en in beleidsnota's vastgelegde landelijke netwerk van natuurgebieden en verbindingszones daartussen.
Nearshore	Het gebied nabij de kust met geringere waterdiepte dan offshore gebieden. In het geval van PAWOZ-Eemshaven wordt hier het Waddengebied bedoeld.
Niet gesprongen explosieven (NGE)	In en op de zeebodem liggende niet gesprongen explosieven, overgebleven van de oorlogshandelingen in beide wereldoorlogen en van militaire activiteiten op zee. Voor de installatie van de kabelsystemen op zee kunnen niet gesprongen explosieven een gevaar opleveren voor de betrokkenen.
Nota van Antwoord	Een document met daarin een reactie op ontvangen vragen en opmerkingen uit de periode van ter inzage legging.
Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD)	De NRD geeft aan met wat (reikwijdte) en met welke diepgang (detailniveau) de alternatieven worden onderzocht en beschreven worden in het milieueffectrapport (MER).
NSG-Richtlijn laagfrequent geluid	De NSG-Richtlijn laagfrequent geluid is bedoeld om klachtenbehandelaars, met name akoestische onderzoekers, een handvat te bieden om een klacht over laagfrequent geluid te kunnen objectiveren. De Richtlijn geeft daarom een criterium (referentiecurve) waaraan het resultaat van

Term	Toelichting
	geluidsmetingen in woningen kan worden getoetst. NSG is de Nederlandse Stichting Geluidshinder.
Offshore	Aanduiding voor op zee en een gebied zeewaarts van de 6-mijlszone. Vaak ook gerefereerd aan waterdieptes van meer dan 10 tot 20 meter.
Omgevingsbesluit	In bijlage V van dit besluit staat een lijst met zowel de mer-plichtige als de mer-beoordelingsplichtige activiteiten opgenomen en de daarvoor benodigde besluiten.
Omgevingsplan	Het omgevingsplan bevat algemene regels van de gemeente voor de fysieke leefomgeving. Iedere gemeente heeft 1 omgevingsplan onder de Omgevingswet. Het omgevingsplan vervangt het geldende bestemmingsplan en de beheersverordening uit de Wet ruimtelijke ordening.
Omgevingswet	Wet in Nederland, die per 1 januari 2024 is ingegaan, waarin alle wetten zijn samengevoegd die met de fysieke leefomgeving, waaronder ook het milieu, te maken hebben.
Onshore	Aanduiding voor 'op land'.
Open planproces	Het proces waarin de provincie Groningen en gemeente Het Hogeland in samenwerking met de omgeving haar plannen voor de Oostpolder uitwerkt.
Optimalisatie	Het aanpassen van het voornemen om negatieve effecten te mitigeren.
Outstanding Universal Value	De Outstanding Universal Value staat voor een culturele en/of natuurlijke betekenis die zo uitzonderlijk groot is dat het de nationale grenzen overschrijdt en van gemeenschappelijk belang is voor huidige en toekomstige generaties van de hele mensheid. Daardoor is de permanente bescherming van dit erfgoed van het grootste belang voor de internationale gemeenschap als geheel.
Overige toekomstige ontwikkelingen	Naast de autonome ontwikkelingen zijn er overige toekomstige ontwikkelingen in hetzelfde (plan- of studie)gebied die zich in een voorfase (toekomstig idee) bevinden en waarover eventuele besluitvorming na de besluitvorming over PAWOZ-Eemshaven plaatsvindt.
Parallelle projecten	Andere projecten die gelijktijdig aan PAWOZ-Eemshaven plaatsvinden, zoals VAWOZ 2040.
Participatie	Het betrekken van belanghebbenden (zoals; inwoners, maatschappelijke organisaties, grondeigenaren, agrariërs, regionale en lokale overheden en ondernemers) bij het maken van een programma of plan.
Passende Beoordeling	Een Passende Beoordeling is een beoordeling van de effecten van een activiteit op de natuurdoelstellingen van een Natura 2000-gebied. Wanneer significante effecten op Natura 2000-gebieden niet op voorhand uitgesloten kunnen worden of onzeker zijn, moet een Passende Beoordeling worden uitgevoerd. In de Passende Beoordeling worden de mogelijke effecten van de aanleg, het beheer, het gebruik en de verwijdering van de activiteit, in cumulatie met andere plannen en projecten, beoordeeld in het licht van de instandhoudingsdoelstellingen van de betrokken Natura 2000-gebieden.
Plangebied	Het gebied waarbinnen het voornemen kan worden gerealiseerd.
Plan-MER	Het MER voor een plan of programma. PAWOZ-Eemshaven heeft een plan-MER.
Platform	Locatie waar energie van windparken op zee wordt verzameld en/of omgezet voor transport naar land.
Programma	Een programma is een instrument onder de Omgevingswet. Het vat het nieuwe beleid op hoofdlijnen samen en is kaderstellend (geeft de grenzen aan) voor nieuwe plannen of projecten. PAWOZ-Eemshaven resulteert in een programma. Dit is een notitie waarin beschreven staat welke routes wel/niet kunnen en een prioritering. Dit wordt ook het programma-beleidsdocument genoemd.
Projectbesluit	Het projectbesluit is een instrument voor waterschappen, provincies en het Rijk voor het mogelijk maken van complexe projecten met een publiek belang. Het projectbesluit wijzigt het omgevingsplan met regels die nodig zijn voor het uitvoeren, inwerking hebben of in stand houden van het project. De gewijzigde regels van het omgevingsplan zijn onderdeel van het projectbesluit. Het projectbesluit vervangt het inpassingsplan, tracébesluit, projectplan uit de Waterwet en de coördinatieregelingen uit de Wro, Tracéwet, Waterwet en Ontgrondingenwet.
Project-MER	Het MER voor een projectbesluit dat het vervolg kan zijn op PAWOZ-Eemshaven. Een project-MER kent een groter detailniveau dan een plan-MER.
Referentiesituatie	Bij deze situatie wordt uitgegaan van de huidige situatie en de autonome ontwikkeling. Deze situatie dient als referentiekader voor de effectbeschrijving van de routes in het MER.

Term	Toelichting
Rijkscoördinatieregeling (RCR)	De procedure als bedoeld in paragraaf 3.6.3 van de Wet op de ruimtelijke ordening. Wanneer een initiatief onder de RCR valt dan moet er een (Rijks)inpassingsplan worden vastgesteld en de voorbereiding en bekendmaking daarvan wordt gecoördineerd door het Rijk.
Risk Based Burial Depth (RBBD)	Het bepalen van een begraafdiepte waarvoor geldt dat de faalkans van een kabelsysteem als gevolg van externe bedreigingen zodanig klein is dat het risico acceptabel is.
Robuust ontwerp	De maximale configuratie van een route. Waarbij de maximale fysieke en/of milieuruimte die mogelijk is binnen een route is ingevuld. Een robuust ontwerp is een technisch uitvoerbaar en vergunbaar alternatief dat een realistische worst-case situatie omvat.
Route	Een mogelijke ligging voor de kabelsystemen en/of waterstofleidingen van het platform in een windenergiegebied naar een aansluitlocatie op het landelijk hoogspannings- en/of waterstofnetwerk.
Routeontwikkeling	De routeontwikkeling tijdens PAWOZ-Eemshaven is een doorlopend proces, waarbij van grof naar fijn wordt gewerkt. Dit bekent dat tijdens het project routes worden geoptimaliseerd om tot een robuust ontwerp te komen. Het beschrijft bijvoorbeeld het ontwerpproces, de uitgangspunten voor het routeontwerp, het routeontwerp per route en de trechtering van routes in aanloop naar de effectbeoordeling.
Segmenttunnel	Pijpleiding aanlegtechniek waarbij tijdens de voortgang van het boorproces de tunnelwand wordt opgebouwd door het plaatsen van segmenten die samen een sectie van de tunnelomtrek vormen. Deze methode kan voor grotere diameters en over meerdere kilometers lengte worden toegepast.
Studiegebied	Het gebied waarbinnen zich milieugevolgen kunnen voordoen als gevolg van het voornemen (of alternatieven) en dat dient te worden beschouwd in het MER. De omvang van het studiegebied kan per beoordelingsaspect verschillen.
Systeemintegratie	Het op een gecoördineerde wijze integreren (koppelen) van ketens van verschillende energiedragers en gebruikssectoren tot één duurzaam, betrouwbaar, betaalbaar en veilig energiesysteem, met een breed maatschappelijk draagvlak.
TenneT	TenneT is in Nederland de beheerder van het elektriciteitsnet vanaf een spanningsniveau van 110 kV. Ook beheert TenneT het Elektriciteitsnet op zee.
Thema	De deelrapporten van het MER gaan over beoordelingsaspecten, de deelrapporten van de IEA gaan over thema's. Bijvoorbeeld techniek, landbouw of kosten. Elk deelrapport behandelt één thema. Een thema bestaat uit (deel)aspecten en criteria.
Ter inzage legging	De periode waarin de NRD, het plan-MER, de IEA en het programma te lezen zijn. Dit is ook de periode waarin iedereen een zienswijze kan indienen en vragen kan stellen over de NRD, het plan-MER, de IEA en het programma.
Toetsingsadvies	Een document met daarin de resultaten van de toetsing van het plan-MER door de Commissie voor de mer. De Commissie mer kan ook om een tussentijds toetsingsadvies gevraagd worden.
Trechtering	Het onderbouwd laten afvallen van bepaalde routes of bepaalde configuraties binnen routes. Elke route is in steeds groter detail onderzocht. Hieruit komt naar voren welke routes wel en niet kansrijk zijn. Dit is onderdeel van het iteratieve proces.
Variant	Een (deel van een) route kan verschillende paden volgen. Dit zijn de varianten van de route. Bijvoorbeeld: de route die ligt in het Schiermonnikoog Wantij in de Waddenzee (de VIII - Schiermonnikoog Wantij route) heeft twee varianten voor de ligging van kabelsystemen (A en A1)
Voornemen	Een omschrijving van de activiteit die de initiatiefnemer wil gaan uitvoeren. Het beschrijft wat er wordt gebouwd en hoe het wordt aangelegd.
Voorzorgbeleid magneetvelden	Maatregelen waarmee netbeheerders de magneetvelden van onderdelen van het elektriciteitsnet structureel verminderen. Dit heeft tot doel om de mogelijke gezondheidsrisico's van magneetvelden te verminderen.
Wantij	Een gebied tussen eilanden en de kust waar wel sprake is van eb en vloed, maar niet van stroming.
Waterstof	Waterstof is een veelvoorkomend chemisch element. Waterstof is een energiedrager, dat betekent dat duurzaam opgewekte elektriciteit wordt omgezet naar waterstof in gasvorm. Dit kan opgeslagen en via leidingen getransporteerd worden, vergelijkbaar met aardgas. Waterstof heeft een belangrijke rol in de energietransitie en kan gebruikt worden voor bijvoorbeeld zware industrie, brandstof voor grote voertuigen of energieopslag.

Term	Toelichting
Waterstof aanlandingsstation	Dit station bevat de noodzakelijke functies voor het aansluiten van waterstof op het Waterstofnetwerk Nederland. Deze functies zijn nog niet vastgesteld. Voorbeelden zijn het meten en eventueel regelen van de druk, meten van de kwaliteit van het waterstofgas en faciliteiten die nodig zijn om de leiding intern te kunnen inspecteren.
Waterstofleiding	Leidingen waarin waterstofgas kan worden getransporteerd. Dit kunnen hergebruikte leidingen zijn of nieuw aan te leggen leidingen.
Waterstofnetwerk Nederland	Het netwerk van waterstofleidingen door Nederland die ontwikkeld en beheerd worden door Gasunie dochter HyNetwork Services (HNS). Dit netwerk is nog in ontwikkeling en zal bestaan uit nieuw aan te leggen leidingen en het (her-)gebruik van bestaande leidingen. De waterstofleidingen van PAWOZ-Eemshaven sluiten aan op het noordelijke deel van dit te ontwikkelen netwerk (Waterstofnetwerk Groningen).
Werkstrook	De werkstrook is het gebied dat tijdens de aanlegfase wordt gebruikt voor het opstellen van machines en voertuigen en voor het opslaan van afgegraven zand.
Werkterrein	Een tijdelijke werkplek rondom het voornemen waar bouwbedrijven werkzaamheden uitvoeren. Hier worden bijvoorbeeld materialen opgeslagen en constructies opgebouwd.
Zeemijl / nautische mijl	Een zeemijl (Engels: Nautical Mile, afgekort NM of nmi) is een lengtemaat die gelijk is aan precies 1.852 meter.
Zienswijze	Iedereen kan een formele reactie geven op het MER, de IEA en het programma. Dit kan tijdens de periode van terinzagelegging.

Tabel 10.2 Lijst met afkortingen

Afkorting	Betekenis
AC	Alternating Current (wisselstroom). Wisselstroom is een elektrische stroom met een periodiek wisselende stroomrichting. Vrijwel het hele elektriciteitsnet in Nederland maakt gebruik van dit type stroom. Dit type wordt ook gebruikt voor het ontsluiten van windpark TNW
AO	Ambtelijk Overleg
BOP	Bestuurlijk Overleg Programma
BOW	Bestuurlijk Overleg Waddengebied
Ciemer	Commissie voor de milieueffectrapportage
CO_2	Koolstofdioxide
dB	Decibel, eenheid van geluidsniveau
DC	Direct Current (gelijkstroom) is een elektrische stroom waarbij de stroomrichting constant is, in tegenstelling tot wisselstroom. De 525 kV-kabels worden met gelijkstroom bedreven.
DDW	Windenergiegebied Doordewind
EDV	Eems-Dollard Verdragsgebied
EMV	Elektromagnetische Velden
EEZ	Exclusieve Economische Zone
GIS	Geografisch Informatiesysteem
GW	Gigawatt
HDD	Horizontal Directional Drilling. Oftewel: een gestuurde boring
HNS	HyNetwork Services (Gasunie-dochter)
HSAO	Huidige Situatie, Autonome Ontwikkelingen
IEA	Integrale Effectenanalyse
KRW	Kaderrichtlijn Water
kV	Kilovolt

Afkorting	Betekenis
kWh	Kilowattuur
LCA	Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie
LTO Noord	Land- en Tuinbouw Organisatie Noord
mer	Milieueffectrapportage (procedure)
MER	Milieueffectrapport (product)
Ministerie van BZK	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Ministerie van KGG	Ministerie van Klimaat en Groene Groei
MW	Megawatt
MWh	Megawattuur
N2000	Natura 2000-gebied
NGE	Niet Gesprongen Explosieven
NGT	Noord Gas Transport. Dit is een bestaande gasleiding op zee
NNN	Natuurnetwerk Nederland
NM	Nautische Mijl
NOZ TNW	Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden
NRD	Notitie Reikwijdte en Detailniveau
NZA	Noordzeeakkoord
PAWOZ	Programma Aansluiting Wind Op Zee
OBW	Omgevingsberaad Waddengebied
OO	Omgevingsoverleg
PB	Passende Beoordeling
PvA	Plan van Aanpak
RBBD	Risk Based Burial Depth Oftewel: risico gestuurde begraafdiepte
RCR	Rijkscoördinatieregeling
RHDHV	Royal HaskoningDHV
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
RWS	Rijkswaterstaat
SO	Schetsontwerp
TEC	Tunnel Engineering Consultants
TNW	Windenergiegebied Ten Noorden van de Waddeneilanden
TWh	Terawattuur
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
VAWOZ 2030	Verkenning Aanlanding Wind Op Zee 2030
VAWOZ 2040	Verbindingen Aanlanding Wind Op Zee 2040
VO	Voorontwerp
WNN	Waterstofnetwerk Nederland
W+B	Witteveen+Bos

11

REFERENTIES

- Commissie mer (2022). *Programma aansluiting wind op zee (PAWOZ Eemshaven).* 3660. Hyperlink.
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2021). *Verkenning aanlanding wind op zee 2030 (VAWOZ).* DGKE-WO / 21269180. Hyperlink.
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2022). *Voortgang waterstofbeleid.* DGKE-DE / 22564234. Hyperlink.
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2023a). *Nij begun: op weg naar erkenning, herstel en perspectief.* PDGGO / 26789894. Hyperlink.
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2023b. *Kennisgeving Programma Wind op Zee Eemshaven. Vaststelling van de benodigde onderzoeken voor het milieueffectrapport.* 7574. Hyperlink.
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2024a). *Energie Infrastructuur Plan Noordzee 2050.* DGKE-DRE / 58924132. Hyperlink.
- Ministerie van Economische Zaken. (2024b. *Update aanvullende routekaart wind op zee.* DGKE-DRE / 52795804. Hyperlink.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2020). *Agenda voor het Waddengebied 2050.* Hyperlink.
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2022). *Ontwerp-wijzigingsbesluit Habitatrichtlijngebieden vanwege aanwezige waarden*. DN&B/2018-000. Hyperlink.
- Regio Noord-Nederland. (2020). *Regioadvies Net op zee Ten noorden van de Waddeneilanden.* 2020-089305. Hyperlink.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2019). *Net op zee - Ten noorden van de Waddeneilanden.* Hyperlink.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2023). *Verkenning aanlanding wind op zee (VAWOZ) 2030.* Hyperlink.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2024a). *Programma Verbindingen Aanlanding Wind Op Zee (VAWOZ) 2031-2040*. Hyperlink.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2024b). *Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) – Eemshaven*. Hyperlink.
- Royal HaskoningDHV. (2021). *Rapportage Onderzoek Innovatie Doorkruising Waddengebied.* T&PBH9744R001F01. Hyperlink.
- Tweede Kamer Der Staten-Generaal. (2023). *Kabinetsreactie op het rapport "Groningers boven gas" van de Parlementaire enquête aardgaswinning Groningen*. 35561-17. Hyperlink.
- Witteveen+Bos. (2021). *Effectenanalyse Verkenning aanlanding windenergie op zee (VAWOZ).* 124603/21-013.723. Hyperlink.
- Wadden Sea World Heritage. (n.d.). *Becoming World Heritage.* Hyperlink.

Bijlage(n)

BIJLAGE: WETTELIJK- EN BELEIDSKADER

I.1 Algemeen wettelijk kader

Tabel I.1 Algemeen wettelijk kader

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
Internationale verdragen	
Eems-Dollard verdrag, 1960	Het Eems-Dollard verdrag regelt de samenwerking tussen Nederland en Duitsland met betrekking tot scheepvaart in de Eemsmonding. In het verdrag zijn afspraken gemaakt over gemeenschappelijk beheer en gebruik van het gebied. Relevant voor PAWOZ is dat voor de routes die het Eems-Dollard Verdragsgebied kruisen een scheepvaartvergunning moet worden afgegeven door de Duitse Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS).
UNESCO Werelderfgoedverdrag: Waddenzee, 1972	Sinds 2009 is de Waddenzee aangemerkt als natuurlijk Werelderfgoed in het Werelderfgoedverdrag. Hieronder valt ook het bodem- en watersysteem van de Waddenzee. Dit brengt voor PAWOZ de verplichting met zich mee om het gebied in goede staat te houden.
Agreement on the Conservation of Seals in the Wadden Sea (WSSA), 1990	Overeenkomst tussen Nederland, Duitsland en Denemarken over de bescherming van de gewone zeehond (Phoca vitulina) in de Waddenzee (onderdeel van de Conventie Migrerende wilde diersoorten/Verdrag van Bonn). Deze overeenkomst verplicht PAWOZ om de gewone zeehond in de Noordzee in gunstige staat van instandhouding te houden.
Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas (ASCOBANS), 1992	Verdrag van de Verenigde Naties (United Nations) waarin lidstaten zijn overeengekomen om tandwalvissen in de Oostzee, de Noordoost Atlantische Oceaan, de Ierse Zee en de Noordzee te beschermen en hun populaties in een gunstige staat van instandhouding te laten bereiken en te houden. Het verdrag verplicht PAWOZ om de tandwalvis in de Noordzee in gunstige staat van instandhouding te houden.
Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (OSPAR), 1992	Het OSPAR-verdrag beschermt het mariene milieu in de Noordoost-Atlantische Oceaan en is belangrijk voor afstemming van Noordzeebeleid, met als doel het beschermen van het mariene milieu van de Noordoost-Atlantische Oceaan tegen risico's van antropogene vervuiling. Om vervuiling van het water tegen te gaan, moeten landen de best beschikbare (emissiereductie)technologie toepassen. De gestandaardiseerde technologie en planningsprincipes omvatten eisen voor de reductie van emissies van windparken, platforms en kabels. Daarnaast dienen gebruiksconflicten te worden meegenomen in de gebiedsbepaling voor nieuwe ontwikkelingen. PAWOZ dient rekening te houden met bovenstaande verdragsverplichtingen.
Westereemsverdrag, 2014	Het Westereemsverdrag is een verdrag tussen Nederland en Duitsland betreffende het gebruik en beheer van de territoriale zee van 3 tot 12 zeemijlen. Nederland is westelijk van de lijn bevoegd voor de in het verdrag genoemde thema's en Duitsland voor het oostelijk deel. Het verdrag is relevant voor PAWOZ omdat het gaat om geografische bevoegdheden, rechten en verantwoordelijkheden met betrekking tot installaties voor hernieuwbare energie en alle andere installaties; kabels en leidingen en niet-levende natuurlijke eigendommen. Het verdrag bevat voorwaarden voor een gelijkwaardige en efficiënte toegang tot de havens van beide staten in de Eemsmonding.

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
Europese richtlijnen en verordeningen	
Vogelrichtlijn, 1979	In de Vogelrichtlijn wordt aangegeven welke soorten en leefgebieden van vogels beschermd moeten worden door de lidstaten. Voor Nederland is de bescherming geïmplementeerd in het systeem van de Omgevingswet. Het is samen met de Habitatrichtlijn een van de meest relevante Europese richtlijn waar PAWOZ rekening mee moet houden.
Habitatrichtlijn, 1992	In de Habitatrichtlijn wordt aangegeven welke soorten en welke typen natuurgebieden (met uitzondering van vogels en hun leefgebieden) beschermd moeten worden door de lidstaten. In Nederland is de bescherming geïmplementeerd in het systeem van de Omgevingswet. Op grond van de richtlijn zijn Natura 2000-gebieden ingesteld, waarvan de Waddenzee het grootste Natura 2000-gebied in ons land is.
Kaderrichtlijn Water (KRW), 2000	De KRW heeft als doel de bescherming en verbetering van aquatische ecosystemen en waterafhankelijke terrestrische natuur tegen achteruitgang. De KRW stelt normen en doelstellingen vast om dit doel te bereiken. PAWOZ dient rekening te houden met die normen en doelstellingen, die in de Nederlandse wetgeving zijn geïmplementeerd in de Omgevingswet en het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl).
Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM), 2008	De KRM heeft als doel om de lidstaten te verplichten de nodige maatregelen te nemen om een goede milieutoestand te bereiken en/of te behouden in hun mariene wateren. De KRM definieert de 'Goede Milieu Toestand' (GMT) en legt normen en doelstellingen vast om deze te bereiken. PAWOZ dient rekening te houden omdat het gebied in de Noordzee genaamde 'Borkumse Stenen' is aangewezen als beschermd KRM-gebied. In Nederland zijn de normen en doelstellingen uit de KRM geïmplementeerd in de Omgevingswet en het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl).
Europese Klimaatwet, 2021	De Europese Klimaatwet verplicht alle Europese landen in 2050 klimaatneutraal te zijn. In 2030 moet de CO2-uitstoot in heel Europa met 55% verminderd zijn ten opzichte van 1990. PAWOZ draagt bij aan deze doelstellingen.
Nationale wet- en regelgeving	
Mijnbouwwet (Mbw), 2019	De Mbw reguleert het gebruik van bestaansbronnen in de diepe ondergrond, zoals het opsporen, winnen en opslaan van delfstoffen en aardwarmte. De wet is, met een bepaalde uitzondering, alleen van toepassing op delfstoffen die op een diepte van meer dan 100 meter van de aardbodem aanwezig zijn. De Mbw is relevant voor PAWOZ omdat PAWOZ indien mogelijk een waterstof aanlandingsstation koppelt aan een bestaande mijnbouwlocatie.
Klimaatwet, 2019	De nationale Klimaatwet stelt vast met hoeveel procent ons land de CO2-uitstoot moet terugdringen. In de wet worden dezelfde doelen nagestreefd als de doelen in de Europese klimaatwet. De Klimaatwet stelt ook vast dat het kabinet een Klimaatplan moet maken en moet burgers en bedrijven zekerheid geven over het behalen van de klimaatdoelstellingen. PAWOZ draagt bij aan het behalen van deze klimaatdoelstellingen.
Omgevingswet (Ow), 2024	De Omgevingswet staat voor een goede balans tussen benutten en beschermen van de fysieke leefomgeving. De Omgevingswet is om verschillende redenen relevant voor PAWOZ en de plan-mer. Ten eerste stelt de Omgevingswet regels omtrent de fysieke leefomgeving op, meer in het bijzonder met betrekking tot natuur, milieu, water en bouw(werk)en. De Omgevingswet bestaat voor natuur uit twee delen: gebiedsbescherming en soortenbescherming. De natuurbescherming wordt bepaald door de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn, en is in de Omgevingswet geïmplementeerd. De gebiedsbescherming ziet op Natura2000-gebieden en de soortenbescherming op de soorten en habitattypen die in heel Nederland leven. Daaraan gerelateerd is de Omgevingswet relevant omdat Europese richtlijnen die betrekking hebben op de fysieke leefomgeving erin zijn geïmplementeerd. Aanvullende voorbeelden daarvan zijn de Kaderrichtlijn Water, de Grondwaterrichtlijn en Richtlijn 2014/52/EU (de Europese mer-richtlijn). Tot slot is de Omgevingswet relevant voor PAWOZ omdat de Omgevingswet een uitwerking is van laatstgenoemde richtlijn en deze regels bevat die het opstellen van onderhavige milieueffectrapportage verplichten. Een milieueffectrapportage brengt de milieueffecten van een plan of project in beeld voordat de overheid daar een besluit over neemt.

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
	Wanneer een programma kaders stelt voor toekomstige mer-plichtige activiteiten of projecten die grote milieueffecten kunnen hebben, is een plan-mer verplicht (artikel 16.34, 16.36 en 16.43 Ow).
Omgevingsbesluit (Ob), 2024	Het Ob is een van de vier algemene maatregelen van bestuur waar de Omgevingswet in doorwerkt. Het Ob is relevant voor PAWOZ omdat het in aanvulling op de Omgevingswet onder meer regelt welk bestuursorgaan het bevoegd gezag is om een omgevingsvergunning te verlenen en welke procedures gelden. Ook regelt dit besluit wat de betrokkenheid is van andere bestuursorganen, adviesorganen en adviseurs bij de besluitvorming en een aantal op zichzelf staande onderwerpen, zoals de milieueffectrapportage. In bijlage V van het Ob is materieel bepaald dat voor PAWOZ een plan-MER moet worden opgesteld. Tot slot geldt op grond van artikel 3.7 Ob een beperkingengebied van 500 meter afstand van enig onderdeel van de mijnbouwinstallatie met betrekking tot een mijnbouwinstallatie in een oppervlaktewaterlichaam.
Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl), 2024	Het Bkl is ook een van de algemene maatregelen van bestuur waar de Omgevingswet in doorwerkt. Het besluit is gericht op het beschermen en verbeteren van de kwaliteit van de leefomgeving. Het stelt specifieke regels over milieu, natuur, water, en andere aspecten die belangrijk zijn voor een gezonde omgeving. Ook verschillende Europese richtlijnen zijn geïmplementeerd in het Bkl en er staan instructieregels, beoordelingsregels en regels voor monitoring (gericht aan overheden) in. Voor PAWOZ zijn relevant de bepalingen met betrekking tot onder meer de bodem, het Natuurnetwerk Nederland, het kader voor de toetsing van geluidbelasting en de implementatie van de relevante Europese richtlijnen.
Besluit activiteiten leefomgeving (Bal), 2024	Het Bal is ook een algemene maatregel van bestuur waar de Omgevingswet in doorwerkt. Het Bal bevat regels voor activiteiten in de fysieke leefomgeving waarvan bekend is dat ze mogelijk nadelige gevolgen veroorzaken voor het milieu. Het Bal omschrijft algemene rijksregels voor milieubelastende activiteiten (MBA) in de fysieke leefomgeving en omschrijft het of activiteiten meldingsplichtig zijn of een omgevingsvergunning nodig hebben. Hoofdstuk 7 van het Bal is in het bijzonder relevant voor PAWOZ omdat dat hoofdstuk ziet op activiteiten in de Noordzee. Het bevat onder meer een specifieke zorgplicht voor activiteiten op de Noordzee.
Provinciale wet- en regelgeving	
Omgevingsverordening Fryslân 2022, Omgevingsverordening Groningen 2016	In een omgevingsverordening is provinciale regelgeving voor de fysieke leefomgeving opgenomen die in acht moeten worden genomen bij het opstellen van ruimtelijke plannen. Voor PAWOZ zijn de provinciale omgevingsverordeningen onder meer relevant omdat ze planologische bescherming van NNN en weide- en akkervogelgebieden beschrijven. Ook bevatten de verordeningen instructieregels met betrekking tot (het karakteristieke open uiterlijk van) de Waddenzee. Tot slot zijn in de verordeningen instructieregels uit de Omgevingswet vertaald en onderliggende algemene maatregelen van bestuur opgenomen, bijvoorbeeld met betrekking tot geluid.
Waterschapsverordening Noorderzijlvest 2024, Waterschapsverordening Wetterskip Fryslân 2024	De Waterschapsverordeningen bevatten regels over de fysieke leefomgeving die het waterschap stelt binnen haar beheergebied. Er staan regels in over onder meer waterkeringen, watergangen, grondwater, vergunningplichten en meldingplichten. De verordeningen zijn relevant voor PAWOZ omdat er regels in staan die zien op het aanleggen van windturbines, kabels en leidingen op en in de buurt van waterkeringen.
Duitse wet- en regelgeving	
Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung, 1990	De Duitse regelgeving omtrent de milieueffectrapportage (Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)) voorziet in de uitvoering van een (Strategische) Milieueffectrapportage voor bepaalde plannen of programma's. Hiermee zorgt het ervoor dat eventuele gevolgen voor het milieu vroegtijdig en alomvattend worden geïdentificeerd. Een Strategische Milieueffectrapportage wordt alleen uitgevoerd als uit een voorlopig onderzoek blijkt dat het plan aanzienlijke milieugevolgen kan hebben. De UVPG omvat eisen voor het opstellen van de milieueffectrapportage en (nationale en internationale) participatie. Afhankelijk van de gekozen route dient PAWOZ hier rekening mee te houden.

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
Trilaterale Wattenmeer Kooperation von 1978 und Trilaterales Monitoring und Assessment-Programm, 1997 (TMAP)	Het doel van Trilaterale Waddenzee Samenwerking uit 1978 en de Trilaterales Monitoring und Assessment-Programm (TMAP) uit 1997 tussen Denemarken, Nederland en Duitsland is het behouden van de diversiteit van biotooptypen in het ecosysteem van de Waddenzee. Indien mogelijk wordt er gestreefd naar een natuurlijk en zelfvoorzienend ecosysteem waarin natuurlijke processen ongestoord kunnen verlopen. Daarvoor is samen met de gemeenschap een Waddenzeeplan ontwikkeld. Maatregelen voor het vermijden en verminderen van effecten op het milieu omvatten planningsprincipes voor een zo laag mogelijk gebruik van natuurgebieden. Voor onderzeese kabelsystemen omvat dit beleid kabelgeleidingsprincipes zoals bundeling en het kiezen van de kortst mogelijke route, het benutten van zoveel mogelijk ruimte en planningsprincipes met betrekking tot de legdiepte op het 2K-criterium en op kabelkruisingen. Deze principes zijn relevant voor PAWOZ.
Bundesnaturschutzgesetz, 2009	De Europese Vogel- en Habitatrichtlijn zijn in de Duitse Federale Natuurbeschermingswet (Bundesnaturschutzgesetz of BNatSchG) vertaald voor de specifieke situatie van Duitsland. De BNatSchG is relevant voor PAWOZ omdat het onder andere de bescherming regelt van soorten en gebieden en bevat ook bepalingen over landschapsplanning, ingrepen in de natuur en landschap, ecologische verbindingen, natuurbescherming van mariene gebieden, toegang tot natuur en landschap voor recreatieve doeleinden en de deelname van erkende natuurbeschermingsverenigingen in bepaalde besluitvormingsprocessen. De Federale Natuurbeschermingswet kent een interventieregeling om ook de prestaties, functionaliteit en natuurlijke balans ook buiten de beschermde gebieden te behouden.
Schallschutzkonzept, 2013	In aanvulling op de *Bundesnaturschutzgesetz* is het zogenaamde *Schallschutzkonzept* van toepassing op activiteiten die in het Duitse deel van de Noordzee onderwatergeluid produceren. Deze richtlijn is voor PAWOZ relevant omdat het als doel heeft het beschermen van bruinvissen tegen onderwatergeluid dat ontstaat als gevolg van heiwerkzaamheden bij de aanleg van *offshore* windparken. De richtlijn stelt hierbij verschillende eisen met betrekking tot soortenbescherming en geluidsproductie.
Gesetz zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See (Windenergie-auf-See-Gesetz - WindSeeG), 2017	De WindSeeG bevat de wettelijke basis voor het opstellen en actualiseren van een plan voor gebiedsontwikkeling voor offshore windenergie, rekening houdend met natuurbehoud, scheepvaart en offshore-verbindingslijnen. Het bepaalt dat ontwikkelingen niet toelaatbaar zijn als deze in strijd zijn met zwaarder wegende publieke of private belangen. De gebiedsontwikkeling moet worden beoordeeld op de verschillende thema's zoals de bedreiging van het mariene milieu. Deze wet bepaalt de kaders aan de hand waarvan het voornemen van PAWOZ dient te worden onderzocht.
Richline Offshore Anlagen (2021) zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs	Deze richtlijn uit 2021 bevat basiseisen met betrekking tot noodzakelijke voorwaarden en eisen aan het ontwerp, de constructie, de werking en de etikettering van Offshore-systemen en voor het leggen en exploiteren van onderzeese kabels, leidingen en vergelijkbare onderzeese systemen in de Duitse zeescheepvaartroutes, de zeewaartse wateren, de kustzee en in de Duitse EEZ. Als gevolg van een projectbeoordeling kan het noodzakelijk zijn dat aanvullende voorwaarden en eisen in het kader van de andere planningsbesluiten, planningsgoedkeuringen of vergunningen volgens WindSeeG, WaStrG, BBergG of BImSchG gelden.

I.2 Algemeen beleidskader

Tabel I.2 Algemeen beleidskader

Beleidsstuk	Uitleg en relevantie
Internationaal beleid	
Waddenzeeverklaring Esbjerg, 2001	De Waddenzeeverklaring Esbjerg is een ministeriële verklaring van de negende trilaterale regeringsconferentie over de bescherming van de Waddenzee en is ondertekend door Denemarken, Duitsland en Nederland. De verklaring erkent de unieke waarde van het Waddenzeegebied als natuurgebied en ecosysteem en verplicht de ondertekende landen om het gebied te beschermen en te beheren. Voor PAWOZ is relevant dat het verdrag kaders en beperkingen stelt voor een ingreep in de Waddenzee.
Klimaatakkoord van Parijs, 2015	De Conference of Parties (CoP) die eind 2015 in Parijs werd gehouden, heeft een nieuw Klimaatakkoord opgeleverd. Aan het akkoord doen 195 landen mee, inclusief de VS en China. Er is onder andere afgesproken de opwarming van de aarde te beperken tot minder dan twee graden Celsius, met een streven naar 1,5 graad Celsius. De doelstellingen uit het akkoord dienen te worden overgenomen in nationale wet- en regelgeving.
Europees beleid	
Europese Biodiversiteitsstrategie, 2030	Ambitie van de Europese Commissie voor het herstel van de Europese biodiversiteit in 2030, ten gunste van de mensheid, het klimaat en de planeet. De Europese Biodiversiteitsstrategie stelt als doel om voor 2030 (1) ten minste 30 procent van het land- en zeeoppervlak van de EU wettelijk te beschermen en (2) ten minste een derde van de beschermde gebieden in de EU strikt te beschermen. Deze strategie is relevant voor PAWOZ omdat de concrete ambities het vergroten van de huidige Natura 2000-gebieden omvatten, het maken van een Europees herstelplan en het introduceren van maatregelen ten gunste van het transformatieproces en de diversiteit.
Integraal Beheerplan voor de Waddenzee, 2023	Het Integraal Beheerplan voor de Waddenzee is een strategisch document dat het beheer en behoud van het Waddenzeegebied regelt. Het beheerplan omvat verschillende aspecten, waaronder natuurbehoud, visserij, recreatie, scheepvaart, energieontwikkeling en kustverdediging. Het Beheerplan streeft naar een integrale benadering waarbij de verschillende activiteiten en belangen in het gebied met elkaar in balans worden gebracht. Voor PAWOZ is het Beheerplan relevant omdat het de huidige situatie voor de Waddenzee en de plannen weergeeft.
Nationaal beleid	
Natuurnetwerk Nederland, 2014	De basis van het natuurbeleid in Nederland is het Natuurnetwerk Nederland (NNN). Het NNN is een samenhangend netwerk van bestaande en nieuwe natuurgebieden in Nederland. Het netwerk moet natuurgebieden beter verbinden met elkaar en met omringend agrarisch gebied. Voor PAWOZ is relevant dat naast het natuurnetwerk op land, alle grote wateren waaronder de Waddenzee, de Noordzee en de Eems-Dollard zijn aangewezen als onderdeel van het NNN.
Nationaal Klimaatakkoord, 2015 en 2019	In het nationale Klimaatakkoord is in aanvulling op het Klimaatakkoord van Parijs afgesproken om het emissieniveau van broeikasgassen in Nederland te reduceren, om zo een bijdrage te leveren aan het beperken van het opwarmen van de aarde. Conform het Klimaatakkoord heeft het kabinet een Klimaatplan 2021-2030 opgesteld, waarin het beleid en de afspraken staan beschreven om de doelstellingen uit het Klimaatakkoord te behalen. Voor PAWOZ is het Klimaatakkoord relevant omdat met betrekking tot wind op zee is afgesproken dat wordt gezocht naar aansluitlocaties aan de kust met voldoende vraag naar elektriciteit of andere energiedragers, zodat uitbreidingen van het landelijke hoogspanningsnetwerk zo veel mogelijk voorkomen kunnen worden.
Noordzeekustvisserijakkoord (VIBEG II), 2017	In het Noordzeekustvisserijakkoord zijn afspraken vastgelegd tussen natuurorganisaties, de visserijsector en het Rijk over de bodemberoerende visserij in de Noordzeekustzone. Hierbij zijn gebieden geheel of deels gesloten voor de bodemberoerende visserij. De aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations kan

Beleidsstuk	Uitleg en relevantie
	gevolgen hebben voor de visserijsector. PAWOZ dient daar rekening mee te houden.
Nationaal Water Programma 2022 – 2027 (NWP)	Het NWP 2022 – 2027 beschrijft de hoofdlijnen van het nationale waterbeleid en het beheer van de Rijkswateren en Rijksvaarwegen. Voor het waterbeleid is het NWP een uitwerking van de Nationale Omgevingsvisie (NOVI). Belangrijke onderdelen van het NWP zijn de stroomgebiedbeheerplannen, het overstromingsrisicobeheerplan en het Programma Noordzee, die als bijlagen zijn opgenomen. Voor PAWOZ is relevant dat in het NWP een paragraaf is opgenomen met beleid dat gaat over de aanleg van kabels en leidingen ten behoeve van windparken in de Noordzee. Er is bijvoorbeeld afgesproken kabels en leidingen te bundelen, zodat in de toekomst ruimte overblijft voor aanleg en onderhoud en ander gebruik.
(Partiële Herziening) Programma Noordzee 2022-2027	Het Programma Noordzee 2022-2027 is onderdeel van het NWP en gaat over ruimtelijke indeling van de Noordzee en het bereiken van de goede milieutoestand. Het programma is relevant voor PAWOZ omdat het een beschrijving geeft op het gebied van het versterken van het ecosysteem, de transitie naar een duurzame voedselvoorziening en de transitie naar een duurzame energievoorziening. In het programma staat tevens dat kabels en leidingen zo moeten worden gesitueerd en aangelegd dat zij geen gevaar of belemmering vormen voor andere nationale belangen. Ook wordt in het programma beleid besproken dat ziet op verschillende veiligheids- en onderhoudszones rondom leidingen en kabels. Wat betreft de defensiegebieden in de Noordzee, wordt medegebruik van oefengebieden toegestaan voor zover dit met het militaire gebruik is te verenigen. De opgave voor de partiële herziening is om ruimte te reserveren voor tenminste 23-26 GW aan extra opgesteld vermogen van windenergie op zee, om in 2040 tot totaal 50 GW te komen.
Het Programma Verbindingen Aanlanding Wind Op Zee (Programma VAWOZ)	Het Programma VAWOZ onderzoekt hoe en waar de energie vanuit nog te bouwen windparken op zee het beste aan land kan worden gebracht. Het programma is nog niet vastgesteld. In het Programma VAWOZ wordt onderzocht hoe de windenergie aangesloten kan worden op het hoogspanningsnet of waterstofnetwerk. Ook onderzoekt het programma mogelijke locaties op land om met elektrolyse van windenergie waterstof te maken. Het programma sluit aan op PAWOZ, dat zich concentreert op de precieze routes van leidingen en kabels.
(Aanvullende) Routekaart windenergie op zee, 2030	In de Routekaart windenergie op zee 2030 staat waar, wanneer en met welke capaciteit nieuwe windparken op zee komen. De ambitie is om een extra vermogen van circa 7 gigawatt aan windenergie op zee te realiseren, onder meer met het park Ten noorden van de Waddeneilanden (TNW). In juni 2022 is in de Aanvullende Routekaart windenergie op zee de totale ambitie voor wind op zee verdubbeld van 11 naar 21 GW voor 2030. In de aanvullende routekaart zijn nieuwe windenergiegebieden aangewezen, waaronder Door De Wind (DDW). De Routekaart is relevant voor PAWOZ omdat PAWOZ bijdraagt aan het verwezenlijken van de doelstellingen.
Agenda voor het Waddengebied 2050, 2020	De Agenda voor het Waddengebied 2050 stelt de duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied voorop. De Agenda beschrijft het gezamenlijk langetermijnperspectief voor het Waddengebied en formuleert gezamenlijke doelen, handelingsprincipes en stappen richting een periodiek te actualiseren Uitvoeringsprogramma voor het Waddengebied teneinde deze doelen te realiseren. Een onderdeel in het Uitvoeringsprogramma is het opstellen van een Energieverkenning, waarmee wordt beoogd inzicht te krijgen in de gevolgen van de energietransitie voor het Waddengebied. De verkenning maakt gebruik van al lopende verkenningen, bundelt deze en vult waar nodig aan. Relevant voor PAWOZ is de paragraaf in de Agenda over de energietransitie, waarin staat dat het Waddengebied een koploper wil zijn in de energietransitie en een grote bijdrage kan leveren aan de ambitieuze klimaatdoelstellingen. Het aanleggen van kabels en leidingen in het Waddengebied dient op een zorgvuldige manier te gebeuren met zo min mogelijk effect op de natuurwaarden en met behoud van het karakteristieke open landschap.

Beleidsstuk	Uitleg en relevantie
Ruimtelijk afwegingskader klimaatadaptieve gebouwde omgeving, 2023	Het Ruimtelijk afwegingskader is een beslissingsondersteunend instrument voor gemeenten, waterschappen en provincies dat hen helpt om bij locatiekeuzes voor nieuwe woningbouw, werklocaties, publieke gebouwen of industriegebieden een goede afweging te maken vanuit het water- en bodemsysteem. Het gaat over de onderwerpen waterveiligheid, wateroverlast, bodemdaling en de beschikbaarheid van drinkwater. Het Ruimtelijk afwegingskader laat zien waar er in Nederland goed gebouwd kan worden, waar er een opgave is vanuit het water- en bodemsysteem, en waar het niet verstandig is om te bouwen. Het is voor PAWOZ relevant omdat het Ruimtelijk afwegingskader gebruikt dient te worden bij de locatiekeuze voor nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen.
Afwegingskader voor activiteiten op de Noordzee	Het Afwegingskader voor activiteiten op de Noordzee geldt voor alle vergunningplichtige activiteiten en projectbesluiten in het kader van de op de Noordzee geldende wet- en regelgeving in de territoriale zee en de EEZ voor zover het de aspecten betreft die invloed hebben op het watersysteem van de Noordzee. Het Afwegingskader is in de Omgevingswet zover mogelijk geïntegreerd. Het Afwegingskader is een beleidsregel die het bevoegd gezag verplicht om bij de vergunningverlening overeenkomstig dit kader te handelen. Het Afwegingskader is van belang voor PAWOZ omdat PAWOZ betrekking heeft op het gebruik van de Noordzee.
Nationaal Waterstof Programma, 2021	Het Nationaal Waterstof Programma is een werkplan en draagt bij aan de ambitie met betrekking tot waterstof uit het Klimaatakkoord. Het plan onderzoekt en stimuleert de bijdrage van waterstof aan het realiseren van de energietransitie. Het is relevant voor PAWOZ omdat PAWOZ bijdraagt aan de waterstofdoelen door te onderzoeken hoe stroom voor de compressie van waterstof en op zee geproduceerde waterstof door middel van leidingen aan land kan komen.
Routekaart Waterstof, 2022	De Routekaart Waterstof beschrijft hoe een brede groep stakeholders de komende jaren vooruitgang wil boeken om de Nederlandse waterstofambities en klimaatdoelen te halen. In de Routekaart zijn doelen opgesteld, bijvoorbeeld het verhogen van de binnenlandse productie naar 80 petajoule in 2030, en 6 tot 8 gigawatt elektrolyse. Richting 2030 wordt er ook gewerkt aan opschaling van offshore elektrolyse. De Routekaart is relevant voor PAWOZ omdat de Routekaart stelt dat de infrastructuur voor waterstoftransport op zee op termijn belangrijk zal zijn voor de Nederlandse energievoorziening, en gebruikt zal worden door meerdere windparken op zee en voor internationaal transport.
Structuurvisie Waddenzee, 2023	De structuurvisie Waddenzee bevat de hoofdlijnen van het Rijksbeleid voor de Waddenzee. De hoofddoelstelling voor de Waddenzee is de duurzame ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied en het behoud van het unieke open landschap. Het beleid is gericht op duurzame bescherming en een zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van bodemkundige processen en moet een hoge waterkwaliteit waarborgen. In de bodem aanwezige archeologische waarden worden beschermd. PAWOZ dient rekening te houden met de structuurvisie.
Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte, 2012	In de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte schets het Rijk de ambities van het ruimtelijk- en mobiliteitsbeleid van Nederland in 2040. Het is relevant voor PAWOZ omdat het de ambities, doelen en plannen aangeeft met betrekking tot energiezekerheid en windenergie op zee.
Nationale Omgevingsvisie (NOVI), 2020	De Nationale Omgevingsvisie (NOVI) is een instrument van de Omgevingswet. Tot de inwerkingtreding van de Omgevingswet gold de NOVI als structuurvisie onder de Wet ruimtelijke ordening (Wro). In de NOVI staat dat op zee wordt gezocht naar ruimte voor windmolens. Ook blikt de NOVI vooruit op de toekomst, waarin veel duurzame energie opgeslagen zal moeten worden, zodat dat gebruikt kan worden op momenten dat geen duurzame energie wordt opgewekt.
Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW), 2018	De Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW) van de voormalige ministers van Infrastructuur & Waterstaat (IenW) en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) is een programma met als doel om de ecosystemen in de Nederlandse Grote Wateren weer toekomstbestendig te maken door de waterkwaliteit te verbeteren en natuur te versterken. Het PAGW schept de randvoorwaarden voor een effectieve uitvoering van de maatregelen om onder andere Natura 2000-beheerplannen uit te voeren en doelen uit de Kaderrichtlijn Water te halen. Het PAGW is relevant voor PAWOZ omdat het PAGW ook het Waddengebied beslaat.

Beleidsstuk	Uitleg en relevantie
Programma Eems-Dollard 2050	Het Programma Eems-Dollard 2050 is een meerjarig adaptief programma van overheden (o.a. gemeenten, de provincie en waterschappen) en stakeholders. Het streefbeeld is dat de Eems-Dollard in 2050 een klimaatrobuust en veerkrachtig estuarium is met passende dimensies en natuurlijke dynamiek, gezonde leefgebieden en geleidelijke overgangen, natuurlijke troebelheid en voldoende voedsel aan de basis van de voedselketen. Dit streefbeeld vormt een kompas voor het ontwikkelen en uitvoeren van PAWOZ.
Noordzeeakkoord, 2020	Het Noordzeeakkoord bevat gemeenschappelijke uitgangspunten, opgaven en afspraken die de opgaven voor visserij, natuur en windenergie met elkaar in balans brengen, rekening houdend met de belangen van andere gebruikers zoals zeevaart en zandwinning. In het Noordzeeakkoord staan afspraken over o.a. infrastructuur op zee, de aanwijzing en bescherming van gebieden, installaties en objecten in de Noordzee en handhaving en veiligheid. Overheid en stakeholders verplichten zich wederzijds aan een loyale medewerking bij de uitvoering van de afspraken van dit akkoord. De punten uit het Noordzeeakkoord zijn meegenomen in PAWOZ. De afspraken in dit akkoord vormen de basis voor het Programma Noordzee 2022-2027 en de Routekaart windenergie op zee na 2030.
Hoofdlijnenakkoord 2024 – 2028, 2024	In het Hoofdlijnenakkoord 2024 – 2028 hebben de vier coalitiepartijen vastgelegd dat met betrekking tot klimaatbeleid wordt vastgehouden aan de bestaande afspraken. Windmolens komen zoveel mogelijk op zee, waarbij eerst gekeken wordt naar ruimte voor de visserij.
Beleidskader natuur Waddenzee	Met het beleidskader wordt beoogd de (cumulatieve) impact op de natuur van het gebruik van de Waddenzee terug te brengen om zo de balans tussen ecologie en economie te herstellen. Het beleidskader draagt bij aan de hoofddoelstelling voor de Waddenzee; 'een duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied en het behoud van het unieke en open landschap'. Het beleidskader zal mede invulling geven aan de natuuropgaven zoals beschreven in de Agenda voor de Waddenzee 2050 en zal bijdragen aan het oplossen van een aantal dilemma's die in de Agenda zijn geïdentificeerd. Het kader is relevant voor PAWOZ omdat het te zijner tijd gebruikt kan worden door de bevoegde instanties zoals de beheerders van het Natura 2000-gebied en de verleners van vergunningen op grond van de Omgevingswet.
Provinciaal beleid	
Noordervisie2040, 2013	De Noordervisie2040 is een ruimtelijk-economische visie vanuit de provincies Drenthe, Friesland en Groningen en agendeert verschillende transities, onder andere met betrekking tot water, energie en landbouw. Voor PAWOZ is de Noordervisie relevant omdat het de visie schetst hoe het Waddengebied eruit moet zien.
Regionaal waterprogramma provincie Groningen 2024, Regionaal waterprogramma provincie Friesland 2022-2027	Het regionaal waterprogramma (RWP) is een Omgevingsprogramma met beleidskaders en uitwerkingen voor het provinciale waterbeheer en klimaatadaptatie. Voor PAWOZ zijn de programma's relevant omdat daarin onder andere doelen staan met betrekking tot de bodem, grondwater(reserves) en de Waddenzee.
Omgevingsvisie Fryslân 2020, Omgevingsvisie Groningen 2021	In de provinciale omgevingsvisies is het langetermijnbeleid voor de fysieke leefomgeving opgenomen. Voor PAWOZ zijn de visies onder meer relevant omdat ze de strategieën en het beleid aangeven dat betrekking heeft op het Waddenlandschap, de bodem en waterkwaliteit en de Eems Dollard. In de visies wordt aangegeven dat de voorkeur uit gaat naar het opwekken van windenergie op zee.
Beleid van waterschappen	
Waterbeheerprogramma 2022-2027, Wetterskip Fryslân	Wetterskip Fryslân beheert het watersysteem, de waterkeringen en de zuiveringsinstallaties in Friesland en in het Groninger Westerkwartier. Daarbij wordt vastgehouden aan de drie kernthema's waarin het werk van het Waterschap is verdeeld: waterveiligheid, voldoende water en schoon water. In het Waterbeheerprogramma wordt een drietal ontwikkelingen genoemd die relevant zijn voor PAWOZ, namelijk; de verandering van klimaat, de verstoring van de ecologie en de veranderende relatie tussen overheid en samenleving.

Beleidsstuk	Uitleg en relevantie
	Voor PAWOZ is het Waterbeheerprogramma verder relevant omdat het de kaders en regelgeving meegeeft voor de watergangen en waterkeringen in het plangebied
Waterbeheerprogramma 2022-2027, Noorderzijlvest	Het Waterschap Noorderzijlvest zorgt in delen van Groningen, Drenthe en een klein stukje van Friesland voor veilig, voldoende en schoon water. De focus in het Waterbeheerprogramma 2022-2027 ligt op een natuurlijker, duurzamer waterbeheer. Het voorkomen van droogte en verzilting, de uitvoering van de Kaderrichtlijn Water, het stimuleren van de biodiversiteit, winnen van grondstoffen en energie uit afvalwater en verdergaande samenwerking in de waterketen zijn een aantal uitdagingen die genoemd worden in het programma. Het is voor PAWOZ relevant omdat het kaders en regelgeving weergeeft met betrekking tot watergangen en waterkeringen in het plangebied.

II

BIJLAGE: NOTITIE ROUTEONTWIKKELING

PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

Notitie Routeontwikkeling Deel 3

Ministerie van Klimaat en Groene Groei

7 FEBRUARI 2025

Witteveen + Bos

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Project	Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) - Eemshaven
Opdrachtgever	Ministerie van Klimaat en Groene Groei
Titel	Notitie Routeontwikkeling Deel 3
Organisatie	RHW - Combi RHDHV & W + B
Werkpakket	4.4 Notitie Routeontwerp
Onderdeel	GEN - General
Soort	RP - Report
Discipline	MR
Status	A1 - Client accepted
Voortgangspercentage	100%
Projectnummer	BI9148
Document Referentie	BI9148-RHW-4.4-GEN-RP-MR-093706
Datum	7 februari 2025

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Postbus 24087
3511 SW Utrecht
Nederland
www.witteveenbos.com

Royal HaskoningDHV Nederland B.V.
Postbus 1132
3818 EX Amersfoort
Nederland
www.royalhaskoningdhv.nl

0 PUBLIEKSSAMENVATTING 6

0.1 Aanpak stap 2 7
0.2 Uitkomsten stap 2 10
0.3 Vervolg (stap 4) 12

1 BESCHRIJVING VAN HET PROGRAMMA PAWOZ - EEMSHAVEN 13

1.1 Aanleiding voor het Programma 13
1.2 Doelstelling van het Programma 13
1.3 Beschrijving van het plangebied 14
1.4 Voorgenomen activiteit van het programma PAWOZ-Eemshaven 15
1.4.1 Elektriciteitsnet op zee en op land 15
1.4.2 Waterstofnetwerk op zee en op land 17
1.4.3 Tunnelsysteem tussen Ballonplaat en Eemshaven 18
1.5 Doel van deze rapportage 18

2 HET ONTWERPPROCES 20

2.1 Inleiding 20
2.2 Robuust ontwerp 20
2.3 Routeontwikkeling 23
2.3.1 Een stapsgewijs proces 23
2.3.2 Omgevingsproces 26
2.4 Vervolgproces 27

3 UITGANGSPUNTEN ROUTEONTWIKKELING 28

3.1 Inleiding 28
3.2 Elektrische verbinding (kabelsystemen) 28
3.2.1 Platform op zee 29
3.2.2 Kabelsystemen op zee (offshore en nearshore) 30
3.2.3 Kabelsystemen op land 32
3.2.4 Transformatorstation of converterstation 33
3.2.5 Hoogspanningsstation (380 kV) 34
3.3 Waterstofverbinding (leidingen) 34
3.3.1 Platform op zee en waterstofproductie 35
3.3.2 Waterstofverbindingen (leidingen) op zee 35
3.3.3 Waterstof aanlandingsstation en afsluiterlocaties 37
3.3.4 Waterstofverbindingen (leidingen) op land 38
3.4 Tunnelsysteem 38

4 OVERZICHT VAN ALLE ROUTES 41

5 NOORDZEEROUTES A TOT EN MET D 46

5.1 Status van routes 46

5.2 Toelichting op routes kabelsystemen 50

5.2.1 A: Parallel aan Gemini kabels 50
5.2.2 B: Parallel aan verlaten telecom kabel 51
5.2.3 C: Direct naar TNW 51
5.2.4 D: Parallel aan bestaande gasleiding 51
5.2.5 Installatiemethode - kabelsystemen 51
5.2.6 Installatiemethode - leidingen 52
5.2.7 Breedte corridor en te onderzoeken configuratie kabelsystemen en/of leidingen 52

6 I: MEEUWENSTAART ROUTE 53

6.1 Status van route 53

6.2 Toelichting op route (Baseline 1) 53

7 II: OUDE WESTEREEMS ROUTE 57

7.1 Status van route 57

7.2 Toelichting op route (Baseline 3) 57

8 III: HORSBORNGAT ROUTE 62

8.1 Status van route 62

8.2 Toelichting op route (Baseline 1) 63

9 IV: GEUL ROTTUMS ROUTE 66

9.1 Status van route 66

9.2 Toelichting op route (Baseline 1) 66

10 V: BOSCHGAT ROUTE 70

10.1 Status van route 70

10.2 Toelichting op route 71

11 VII: SCHIERMONNIKOOG WANTIJ ROUTE 75

11.1 Status van route 75

11.2 Toelichting op route (Baseline 3) 75

12 VIII: AMELAND WANTIJ ROUTE 79

12.1 Status van route 79
12.2 Toelichting op route (Baseline 3) 79

13 IX: ZOUTKAMPERLAAG ROUTE 82

13.1 Status van route 82
13.2 Toelichting op route (Baseline 3) 83

14 X: TUNNEL ROUTE 86

14.1 Status route 86
14.2 Toelichting route (Baseline 3) 86
14.2.1 Bouw en ingebruikname van tunnel 90

15 LANDROUTES - XI: DIJKVARIANT B ROUTE 92

15.1 Status van route 92
15.2 Toelichting op route (Baseline 1) 92

16 LANDROUTES - KABELSYSTEMEN 94

16.1 Status van route 94
16.2 Toelichting op route (Baseline 3) 95

17 LANDROUTES - LEIDINGEN 101

17.1 Status van routes 101
17.2 Toelichting op routes (Baseline 3) 102

Laatste pagina 109

Bijlage(n)		Aantal pagina's
I	Begrippenlijst en afkortingen	9
II	TenneT routeontwerp Baseline 1	90
III	Gasunie routeontwerp Baseline 1	50
IV	Overzichtskaart routes	1
V	Toelichting op ontwikkeling en eventuele trechtering routes tussen Baseline 0 en Baseline 3	160
VI	Studie morfologisch ontwerpprofiel Waddengebied routes	171
VII	Notitie onderlinge afstand kabels en leidingen TenneT	6
VIII	Notitie onderlinge afstand kabels en leidingen Gasunie	4
IX	Risk Based Burial Depth	58
X	Tennet Routeontwerp Baseline 2	26
XI	Gasunie routeontwerp Baseline 2	83

0

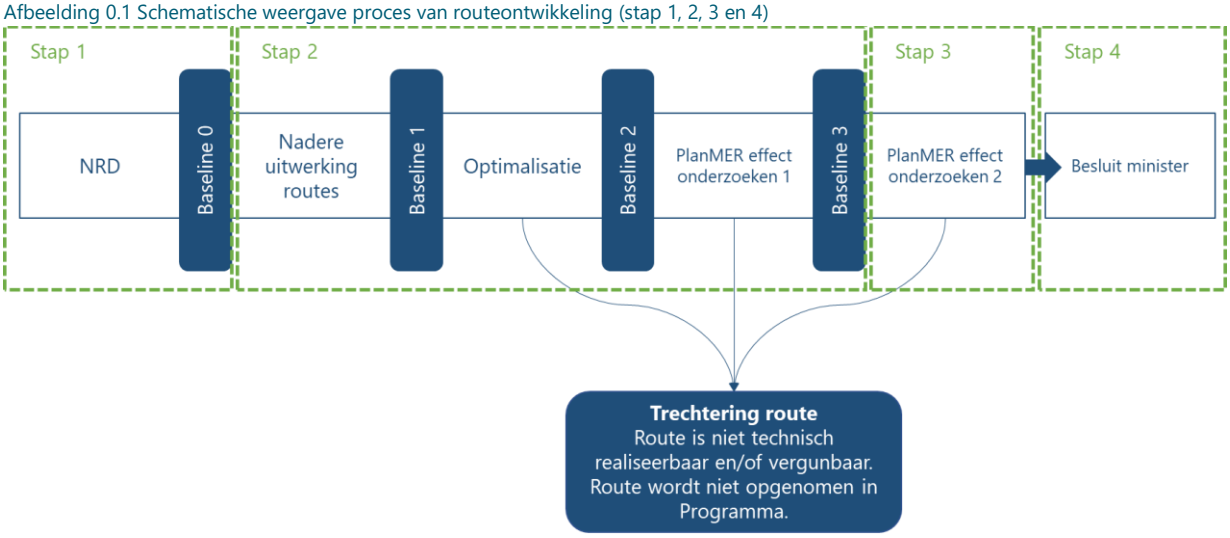
PUBLIEKSSAMENVATTING

Op de Noordzee worden boven de Waddeneilanden windparken aangelegd. De energie van deze parken moet naar de Eemshaven worden gebracht. Dit kan met kabelsystemen of, als de stroom op zee wordt omgezet naar waterstof, via waterstofleidingen. Het Rijk onderzoekt nu, in nauw contact met de omgeving, welke geschikte routes er zijn om deze energie naar de Eemshaven te brengen. Daarbij is het belangrijk goed te onderzoeken wat de effecten zijn van deze mogelijke routes en aanlegtechnieken. Het ontwikkelen en beoordelen van routes gebeurt via het Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) – Eemshaven (kortweg: PAWOZ). In het PlanMER van PAWOZ is het doel om van mogelijke routes te onderzoeken of er voldoende fysieke- en milieuruimte is om kabelsystemen en/of leidingen aan te leggen. Vervolgens zal er een prioritering worden bepaald welke routes in welke (tijds)volgorde gebruikt kunnen worden.

PAWOZ heeft 4 stappen:

- in stap 1 is de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) opgesteld. Dit is de onderzoeksagenda voor PAWOZ: welke routes worden onderzocht en wat moeten we van die routes weten? De onderzoeken zelf worden uitgevoerd in stap drie. Deze NRD is definitief vastgesteld op 30 januari 2023.
  De NRD is hier online te vinden: Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) - Eemshaven (rvo.nl);
- in stap 2 zijn de routes uit de NRD (Baseline 0) verder uitgewerkt (Baseline 1). Paragraaf 2.3 beschrijft wat een baseline is. Op basis van die uitwerking zijn optimalisaties voor de routes uitgewerkt en is bepaald welke routes wel en welke routes niet in de eerste ronde effectenonderzoeken in het planMER en de IEA worden onderzocht (Baseline 2). Op basis van de eerste ronde effectenonderzoeken zijn routes verder geoptimaliseerd of zijn deze getrechterd (Baseline 3). De conclusies van deze stap staan in deze definitieve versie van de Notitie Routeontwikkeling (Deel 3);
- in stap 3 wordt onderzocht welke effecten het aanleggen van routes heeft, bijvoorbeeld op de natuur, op landbouw en op scheepvaart. Dit wordt beschreven in de Integrale effectenanalyse (IEA), waar het Milieueffectrapport (planMER) onderdeel van is. Deze rapporten geven een overzicht van alle onderzochte effecten;
- in stap 4 wordt op basis van alle informatie uit stap 3 door de Minister van Klimaat en Groene Groei besloten, in afstemming met de regionale bestuurders, welke routes in welke (tijds)volgorde gebruikt kunnen worden voor het aanleggen van kabelsystemen en/of waterstofleidingen. Dit wordt opgeschreven in het door het Ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) op te stellen Ontwerpprogramma.

Afbeelding 0.1 Schematische weergave proces van routeontwikkeling (stap 1, 2, 3 en 4)



Omgevingsproces
- bij elke stap in het proces wordt de omgeving betrokken;
- inbreng uit omgeving wordt meegenomen bij zowel het uitwerken van routes als bij het beoordelen van routes;
- binnen PAWOZ wordt gewerkt vanuit het principe van 'radicale transparantie': beschikbare informatie wordt zo veel als mogelijk vroegtijdig gecommuniceerd en online gepubliceerd op de PAWOZ Website.

Deze Notitie Routeontwikkeling is opgesteld om de mogelijke routes te beschrijven en de daarbij horende veronderstelde aanlegtechnieken. De eerdere delen, Deel 1 en Deel 2, worden beschouwd als 'groeidocumenten': bij nieuwe inzichten, wanneer routes in meer detail worden uitgewerkt of op basis van de effectenonderzoeken, werd een nieuw deel opgesteld. Hierbij zijn er ook optimalisaties van routes onderzocht.
Deze definitieve versie van de Notitie Routeontwikkeling (Deel 3) is de vastlegging van de finale te onderzoeken routes (Baseline 3) hiervoor. Met de informatie van deze Notitie Routeontwikkeling zijn de onderzoeken uitgevoerd ten behoeve van het planMER en de IEA.

In deze samenvatting leest u de belangrijkste punten uit de definitieve Notitie Routeontwikkeling (Deel 3).

0.1 Aanpak stap 2

In de NRD zijn 8 routes voor kabelsystemen en 10 routes voor waterstofleidingen vastgesteld. De NRD is getoetst door Commissie voor de milieueffectrapportage. Het advies van de Commissie staat hier. De NRD-routes zijn verder onderzocht in PAWOZ. Om de onderzoeken naar de effecten van deze routes goed uit te kunnen voeren, zijn in stap 2 de NRD-routes verder uitgewerkt. Op basis van die uitwerking is bepaald welke routes wel en welke routes niet in de effectenonderzoeken in het planMER en de IEA worden onderzocht. De conclusies van deze stap staan in deze definitieve versie van de Notitie Routeontwikkeling. In Afbeelding 0.2 zijn de routes van Baseline 3 (BL 3) weergegeven die zijn onderzocht.

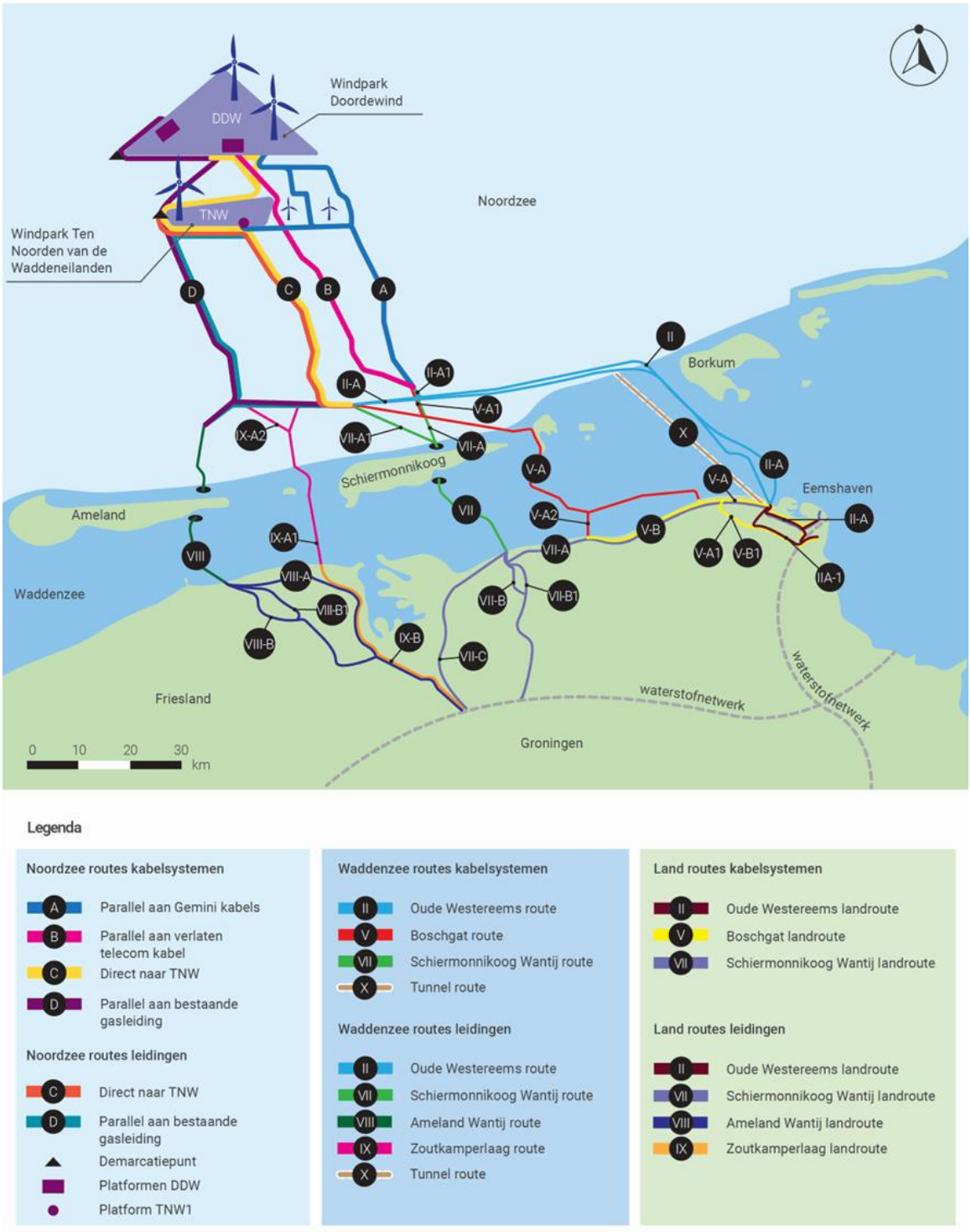
De Waddenzee is een kwetsbaar en uniek ecologisch gebied. Ook is de morfologie er complex; de vorm van de bodem verandert constant door de invloed van wind en getij. Dit kan ook lokaal gebeuren door de invloed van het aanleggen van kabelsystemen of leidingen. Bij de keuze voor een aanlegtechniek moet met deze dynamiek rekening worden gehouden. In stap 2 is daarom vanuit de driehoek techniek, ecologie en morfologie en vanuit het perspectief van de Omgevingswet gekeken naar effecten op het Natura 2000-gebied Waddenzee. Deze tussenstap geeft eerste inzichten in de technische uitvoerbaarheid van routes.

Daarnaast is voor een aantal routes de vergunbaarheid vanuit natuurbeschermingswetgeving verder onderzocht en bekeken. Hierbij is onderzocht of de te verwachten significante effecten te mitigeren zijn en, indien dit niet mogelijk is, te compenseren zijn. Het doel is om een inschatting te maken of een eventuele ADC-toets succesvol zou kunnen worden doorlopen en daarmee kan leiden tot vergunbaarheid. Routes die niet uitvoerbaar en/of niet vergunbaar zijn, zijn niet verder onderzocht in stap 3. Dit proces noemen we trechteren. Overgebleven routes worden in stap 3 in het planMER en de IEA nader onderzocht.

Om tot de uiteindelijke overgebleven routes te komen, is er in het proces ook gekeken naar optimalisaties van de routes. Deze nieuwe inzichten zijn meegenomen in de totstandkoming van Deel 1 en Deel 2 van de Notitie Routeontwikkeling en uiteindelijk in deze definitieve versie Deel 3 opgenomen.

De Notitie Routeontwikkeling hanteert de volgende onderverdeling:
- rood - De route wordt als niet uitvoerbaar en/of vergunbaar beoordeeld. De route wordt daarom niet nader onderzocht in de effectenonderzoeken in het planMER en de IEA (stap 3).
- niet rood - De route wordt verder onderzocht in stap 3: uit de effectonderzoeken in het planMER en de IEA moet blijken of routes een grote kans van vergunbaarheid hebben.

Afbeelding 0.2 Overzichtskaart van routes die zijn onderzocht in Baseline 3



0.2 Uitkomsten stap 2

De resultaten van stap 2 staan in Tabel 0.1. De routes zijn verdeeld in zones: Noordzee, Waddengebied en vasteland. Hierbij is aangegeven of de route van toepassing is voor een kabelsysteem (elektrische verbinding) en/of een leiding (waterstofverbinding). Daarbij is vervolgens aangegeven wat de conclusie is uit de planMER en IEA eerste ronde effectenonderzoeken. Als de route is 'getrechterd' (afgevallen), is deze route rood gemarkeerd in de tabel. Daarbij is aangegeven tussen welke Baselines (BL) deze is getrechterd. De getrechterde routes zijn niet verder onderzocht op milieueffecten in het planMER of de aan de IEA verbonden thema's.

Tabel 0.1 Overzicht van onderzochte routes

Zone	Hoofdstuk	Route	Route naam	Onderzocht in Baseline 3?		Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
				Kabelsysteem (elektrische verbinding)	Leiding (waterstof-verbinding)	
Noordzee	5	A	Parallel aan Gemini kabels	ja	Getrechterd (BL1 - BL2)	7 kabelsystemen
	5	B	Parallel aan verlaten telecom kabel	ja	Getrechterd (BL1 - BL2)	7 kabelsystemen
	5	C	Direct naar TNW	ja	ja	7 kabelsystemen en 3 leidingen
	5	D	Parallel aan bestaande gasleiding	ja	ja	7 kabelsystemen en 3 leidingen
Wadden-gebied	6	I	Meeuwenstaart route	Getrechterd (BL1 - BL2)	Getrechterd (BL1 - BL2)	
	7	II	Oude Westereems route (A, A1, leidingvariant)	ja	ja	6 kabelsystemen óf 3 leidingen óf 1 kabelsysteem en 3 leidingen óf 2 kabelsystemen en 1 leiding
	8	III	Horsborngat route	Getrechterd (BL1 - BL2)	Getrechterd (BL1 - BL2)	
	9	IV	Geul Rottums route	Getrechterd (BL1 - BL2)	Getrechterd (BL1 - BL2)	
	10	V	Boschgat route (A, A1, A2)	ja	Getrechterd (BL1 - BL2)	1 kabelsysteem
	11	VII	Schiermonnikoog Wantij route (A, A1, leidingvariant)	ja	ja	7 kabelsystemen en 3 leidingen
	12	VIII	Ameland Wantij route	n.v.t.	ja	3 leidingen
	13	IX	Zoutkamperlaag route (A)	n.v.t.	Getrechterd (BL2 - BL3)	
	13	IX	Zoutkamperlaag route (A1, A2)	n.v.t.	ja	3 leidingen

Zone	Hoofdstuk	Route	Route naam	Onderzocht in Baseline 3?		Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
				Kabelsysteem (elektrische verbinding)	Leiding (waterstof-verbinding)	
	14	X	Tunnel route	ja	ja	5 (DC) kabelsystemen en 2 leidingen voor een multi-tube tunnelsysteem (meerdere tunnelbuizen) *Getrechterd voor de single-tube. De multi-tube optie wordt onderzocht.*
Land	15	XI	Dijkvariant B route	Getrechterd (BL1 - BL2)	Getrechterd (BL1 - BL2)	
	16	II	Oude Westereems landroute (A, A1)	ja	ja	7 kabelsystemen en 3 leidingen
	16	V	Boschgat landroute (A, A1, B, B1)	ja	ja	1 kabelsysteem
	16	VII	Schiermonnikoog wantij landroute (A)	ja	ja	7 kabelsystemen en 3 leidingen
	17	VIII	Ameland Wantij landroute (A, B, B1)	n.v.t.	ja	3 leidingen
	17	IX	Zoutkamperlaag landroute (A)	n.v.t.	Getrechterd (BL2 - BL3)	
	17	IX	Zoutkamperlaag landroute (B)	n.v.t.	ja	3 leidingen

Voor de A: Parallel aan Gemini kabels (leiding), de B: Parallel aan telecom kabel (leiding), de I: Meeuwenstaart route (kabelsysteem én leiding), de III: Horsborngat route (kabelsysteem én leiding), de IV: Geul Rottums route (kabelsysteem én leiding), de V: Boschgat route (alleen voor een leiding), de IX: Zoutkamperlaag route (A), de IX: Zoutkamperlaag landroute (A), de X: Tunnel route (single-tube) en de XI: Dijkvariant B route (kabelsysteem én leiding) is geconcludeerd dat de routes technisch niet uitvoerbaar en/of vergunbaar (Wnb) zijn. De belangrijkste redenen hiervoor zijn;

- A: Parallel aan Gemini kabels: Een leiding via Noordzeeroute A, de meest oostelijke routes, is geografisch gezien niet sluitend met het uitgangspunt 'een zo kort mogelijke route', omdat leidingen westelijk van deze route starten vanaf windgebied TNW of vanaf het demarcatiepunt PAWOZ en pVAWOZ. In hoofdstuk 5 en in bijlage V is meer informatie hierover opgenomen;
- B: Parallel aan telecom kabel: Een leiding langs Noordzeeroute B, de op een na meest oostelijke routes, is geografisch gezien niet sluitend met het uitgangspunt 'een zo kort mogelijke route', omdat leidingen westelijk van deze route starten vanaf windgebied TNW of vanaf het demarcatiepunt PAWOZ en pVAWOZ. In hoofdstuk 5 en in bijlage V is meer informatie hierover opgenomen;
- I: Meeuwenstaart route: Voor de toegang van materieel dat nodig is om leidingen aan te leggen dient een werkgeul door de Meeuwenstaart (een ondiepe zandplaat) gegraven te worden. Deze werkzaamheden leiden tot permanente veranderingen van morfologische kenmerken in het gebied (mogelijk zelfs tot het verdwijnen van de Meeuwenstaart). Hierdoor kunnen significant negatieve effecten op dit vogelrichtlijnengebied niet worden uitgesloten. Aangezien deze effecten niet gecompenseerd kunnen worden, is de route als niet vergunbaar beoordeeld. In hoofdstuk 6 en in bijlage V is meer informatie hierover opgenomen;
- III: Horsborngat route en IV: Geul Rottums route: Vanwege de doorkruising van het referentiegebied en tijdelijk gesloten gebieden en werkzaamheden in permanent gesloten gebieden heeft LNV (bijlage V van bijlage V) aangegeven dat op basis van de benodigde aanlegtechnieken de route niet vergunbaar is. Aanvullend op de beschouwing van LNV is door ecologen van de RHDHV/Witteveen+Bos een ecologische quickscan uitgevoerd waarbij de gevoelige soorten en periodes in het gebied rondom deze routes in beeld zijn gebracht. Hieruit volgt dat de aanlegwerkzaamheden onrealistisch lang duren wanneer de werkzaamheden buiten de gevoelige periodes uitgevoerd worden (oplopend tot 10 jaar).

Wanneer wel binnen de gevoelige periodes wordt gewerkt zijn significante effecten op vogels en zeehonden niet uit te sluiten. Er is een inschatting gemaakt voor de stappen van de ADC-toets, waarbij met name een analyse is uitgevoerd op de 'C' (compensatie). Daaruit is vastgesteld dat compensatie van de effecten niet haalbaar is. De route is als niet vergunbaar beoordeeld. In hoofdstukken 8 en 9 en in bijlage V is meer informatie hierover opgenomen;

- V: Boschgat route: Voor toegang van materieel voor de aanleg van een leiding (voor een waterstofverbinding) in het Boschgat zijn forse baggerwerkzaamheden nodig. Het volume dat wordt gebaggerd en verspreid is circa 6 miljoen m^3. Vertroebelingsberekeningen en daaropvolgende ecologische beoordelingen uit het eerdere project Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden (dat dezelfde route volgt voor een kabelsysteem, en waar een kleiner baggervolume bij hoort) sluiten significant negatieve effecten van de vertroebelingspluim op de nabijgelegen natuurwaarden niet uit. Aangezien dit effect niet gecompenseerd kan worden, is de route voor leidingen als niet vergunbaar beoordeeld. In hoofdstuk 10 en in bijlage V is meer informatie hierover opgenomen;
- IX: Zoutkamperlaag route (A): De voorgenomen route kruist een militair gebied ten oosten van het Lauwersmeer. Het ministerie van Defensie heeft aangegeven dat zij het niet toelaat om het gebied te kruisen. Deze route is daarom niet haalbaar gebleken. In hoofdstuk 13 en in bijlage V is meer informatie hierover opgenomen;
- X: Tunnel route (single-tube): Uit de onderzoeksfase voor de technische haalbaarheid van de tunnel is gebleken dat er te grote risico's zijn voor een single-tube (meerdere kabelsystemen en leidingen in één tunnelbuis). De single-tube is daarom beoordeeld als technisch niet uitvoerbaar. In hoofdstuk 14 en in bijlage V is meer informatie hierover opgenomen;
- XI: Dijkvariant B route: Op zowel het gebied van aanleg als beheer sluiten de eisen van het Waterschap voor de kering en de eisen van TenneT (kabelsystemen) en Gasunie (leidingen) niet op elkaar aan. Deze route is niet haalbaar gebleken. In hoofdstuk 15 en in bijlage V is meer informatie hierover opgenomen
- IX: Zoutkamperlaag landroute (A): De voorgenomen route kruist een militair gebied ten oosten van het Lauwersmeer. Het ministerie van Defensie heeft aangegeven dat zij het niet toelaat om het gebied te kruisen. Deze route is daarom niet haalbaar gebleken. In hoofdstuk 17 en in bijlage V is meer informatie hierover opgenomen.

Deze routes zijn daarom niet verder onderzocht in het planMER en de IEA (stap 3) van PAWOZ. Routes zonder een rode markering in Tabel 0.1 zijn onderzocht in de effectenonderzoeken van het planMER en de Integrale effectenanalyse.

0.3 Vervolg (stap 4)

Met het planMER en de IEA, die gebruik maken van de input van deze definitieve Notitie Routeontwikkeling Deel 3, is stap 3 van PAWOZ afgerond. Op basis van alle informatie uit het planMER en de IEA wordt vervolgens door de Minister van Klimaat en Groene Groei besloten, in afstemming met de regionale bestuurders, welke routes in welke volgorde in tijd gebruikt kunnen worden voor het aanleggen van kabelsystemen en/of waterstofleidingen. Dit wordt opgeschreven in het door het Ministerie van KGG op te stellen (ontwerp) Programma.

1

BESCHRIJVING VAN HET PROGRAMMA PAWOZ - EEMSHAVEN

Dit is de notitie Routeontwikkeling van het Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven (hierna: PAWOZ). Het is de bedoeling dat er nieuwe windparken op de Noordzee ten noorden van de Waddeneilanden komen. De energie van die toekomstige windparken moet in de Eemshaven worden aangesloten op het energienet. PAWOZ onderzoekt en prioriteert meerdere routes voor kabelsystemen en waterstofleidingen vanaf toekomstige windparken op de Noordzee, door het Waddengebied en het vasteland naar de Eemshaven.

Dit hoofdstuk start met een toelichting van de aanleiding van het Programma (paragraaf 1.1) en de doelstelling van het Programma (paragraaf 1.2). Paragraaf 1.3 beschrijft het plangebied. Paragraaf 1.4 beschrijft de voorgenomen activiteit. Tenslotte beschrijft paragraaf 1.5 het doel van deze notitie Routeontwikkeling.

1.1 Aanleiding voor het Programma

Boven de Waddeneilanden komen nieuwe windparken op de Noordzee. Dat zijn in elk geval het windpark Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW, 700 Megawatt) en het windpark Doordewind (DDW, 4 Gigawatt). In de toekomst kunnen er nog meer windparken bij komen. Al deze windparken samen kunnen veel duurzame energie opwekken.

De energie van deze windparken moet naar het landelijke hoogspanningsnet van TenneT of het Waterstofnetwerk Nederland van Gasunie in de buurt van de Eemshaven worden gebracht. Dit kan met elektriciteitskabels (hierna: kabelsystemen) of, als de stroom op zee wordt omgezet naar waterstof, met waterstofleidingen (hierna: leidingen). Het Rijk onderzoekt nu, samen met de omgeving, welke routes en bijbehorende stations gebruikt kunnen worden om de windenergie naar de Eemshaven te brengen. En welke routes de voorkeur hebben om eerst te worden gebruikt.

Daarbij is het belangrijk om goed te onderzoeken wat de effecten zijn op allerlei routes, stationslocaties en van verschillende aanlegtechnieken. De besluitvorming over welke routes te benutten en in welke volgorde vindt plaats in het Programma Aansluiting Wind Op Zee – Eemshaven (hierna: PAWOZ).

1.2 Doelstelling van het Programma

Het doel van PAWOZ is om te onderzoeken waar voldoende ruimte is om kabelsystemen, leidingen en de bijbehorende stations in de Noordzee, het Waddengebied en op land aan te leggen. Met ruimte wordt de combinatie van fysieke ruimte en milieuruimte bedoeld. Beiden zijn nodig om kabelsystemen, leidingen en stations aan te kunnen leggen. Het gaat in elk geval om de ruimte voor het aansluiten van TNW en DDW. En verder is onderzocht hoeveel ruimte er nog meer is, met een maximum van 10,7 GW aan elektrische verbindingen en 36-42 GW voor waterstof.

Op elke route zijn er uitdagingen, omdat er bepaalde regels gelden en er andere gebruikers zijn. Per route is onderzocht hoeveel beschikbare ruimte er is. Deze informatie vormt input voor het Programma. In het Programma worden de routes geprioriteerd. Dit betekent dat de ene route de voorkeur krijgt boven een andere route. Als TNW en DDW en andere windparken in de toekomst worden ontwikkeld, dan worden routes uit PAWOZ gebruikt om de parken aan te sluiten. PAWOZ draagt zo bij aan het aansluiten van windparken op zee en daarmee aan het terugbrengen van de Nederlandse CO_2-uitstoot en de energietransitie van Nederland.

Opgave aangewezen en toekomstige windenergiegebieden

Opgave DDW
Windenergiegebied Doordewind (DDW) gaat bestaan uit twee windkavels, DDW-noord en DDW-zuid. Beide krijgen een capaciteit van 2 GW. In dit MER zijn beide toekomstige windkavels voor de eenvoud samengenomen. Het wordt aangeduid als 'Windpark DDW' met een capaciteit van 4 GW. DDW wordt met twee gelijkstroom (DC)-kabelsystemen (van elk 2 GW) aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet.

Opgave TNW
Windpark Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW) krijgt een capaciteit van 700 MW. Het windpark is aangewezen als een demonstratieproject voor waterstof voor 500 MW en moet met een leiding worden aangesloten op het Waterstofnetwerk Nederland. Er wordt gekeken of de resterende 200 MW met een elektrische verbinding kan worden gekoppeld aan DDW. Als alternatief is onderzocht of TNW met twee wisselspanning (AC)-kabelsystemen (van elk 350 MW) kan worden aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet.

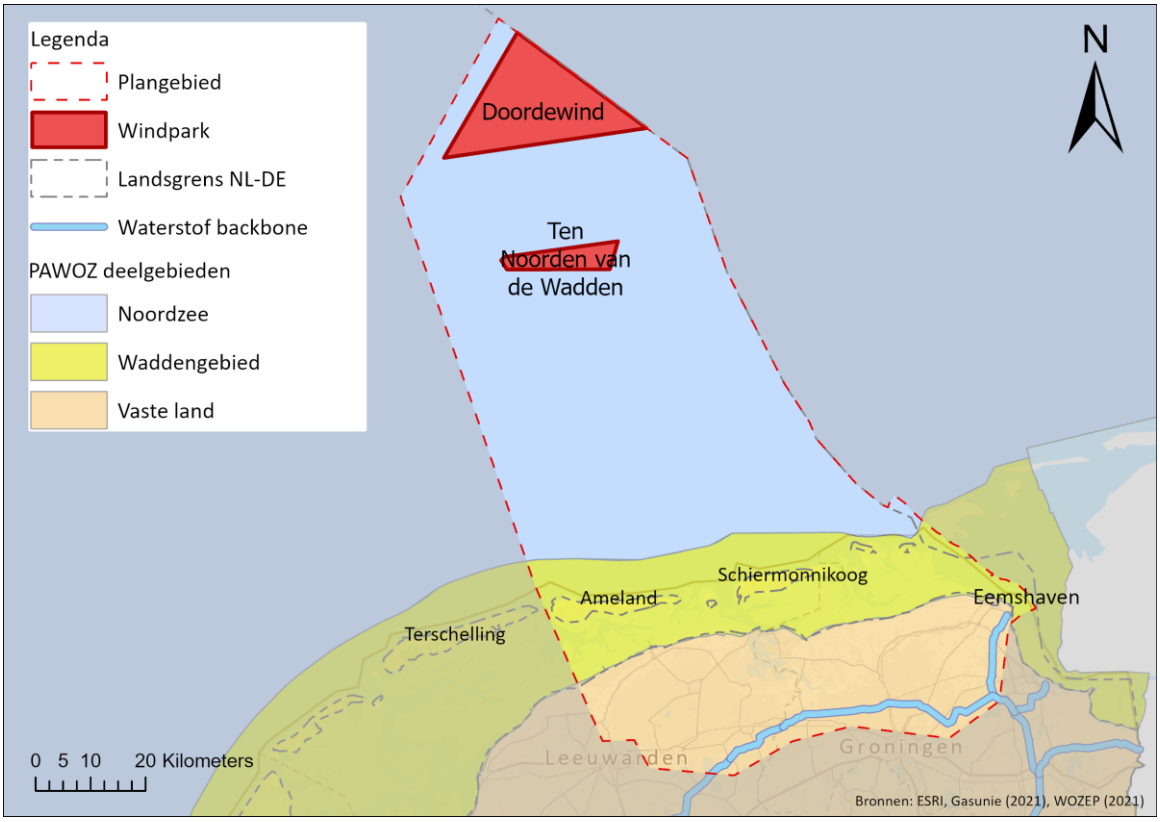
Toekomstige windenergiegebieden
Het is nog niet besloten welke gebieden er in de toekomst worden gereserveerd voor windenergie en waar de energie van deze parken gaat aanlanden. Dat wordt onderzocht in het Programma Verbindingen Aanlanding Wind Op Zee 2031-2040 (pVAWOZ). pVAWOZ gebruikt de resultaten van PAWOZ om te bepalen of en via welke routes toekomstige windgebieden kunnen aansluiten op de Eemshaven.

1.3 Beschrijving van het plangebied

Afbeelding 1.1 laat zien in welk gebied de routes en stationslocaties zijn onderzocht. Dit wordt het plangebied van PAWOZ genoemd. Het plangebied is verdeeld in drie deelgebieden: de Noordzee, het Waddengebied en het vasteland. De Waddeneilanden en de kust van het vasteland zijn onderdeel van het Waddengebied.

Demarcatie PAWOZ - pVAWOZ
Tussen de onderzoeken voor PAWOZ en pVAWOZ is gewerkt met zogenaamde demarcatiepunten. Omdat de onderzoeken van deze programma's gelijktijdig plaatsvinden hebben we afgesproken tot waar PAWOZ een route onderzoekt en waar pVAWOZ start. Het demarcatiepunt is dus het punt waar de te onderzoeken routes van PAWOZ en pVAWOZ op elkaar aansluiten. Voor kabelsystemen ligt het demarcatiepunt ten westen van windgebied DDW. Voor leidingen ligt het demarcatiepunt ten westen van windgebied TNW.

Afbeelding 1.1 Het plangebied van PAWOZ



1.4 Voorgenomen activiteit van het programma PAWOZ-Eemshaven

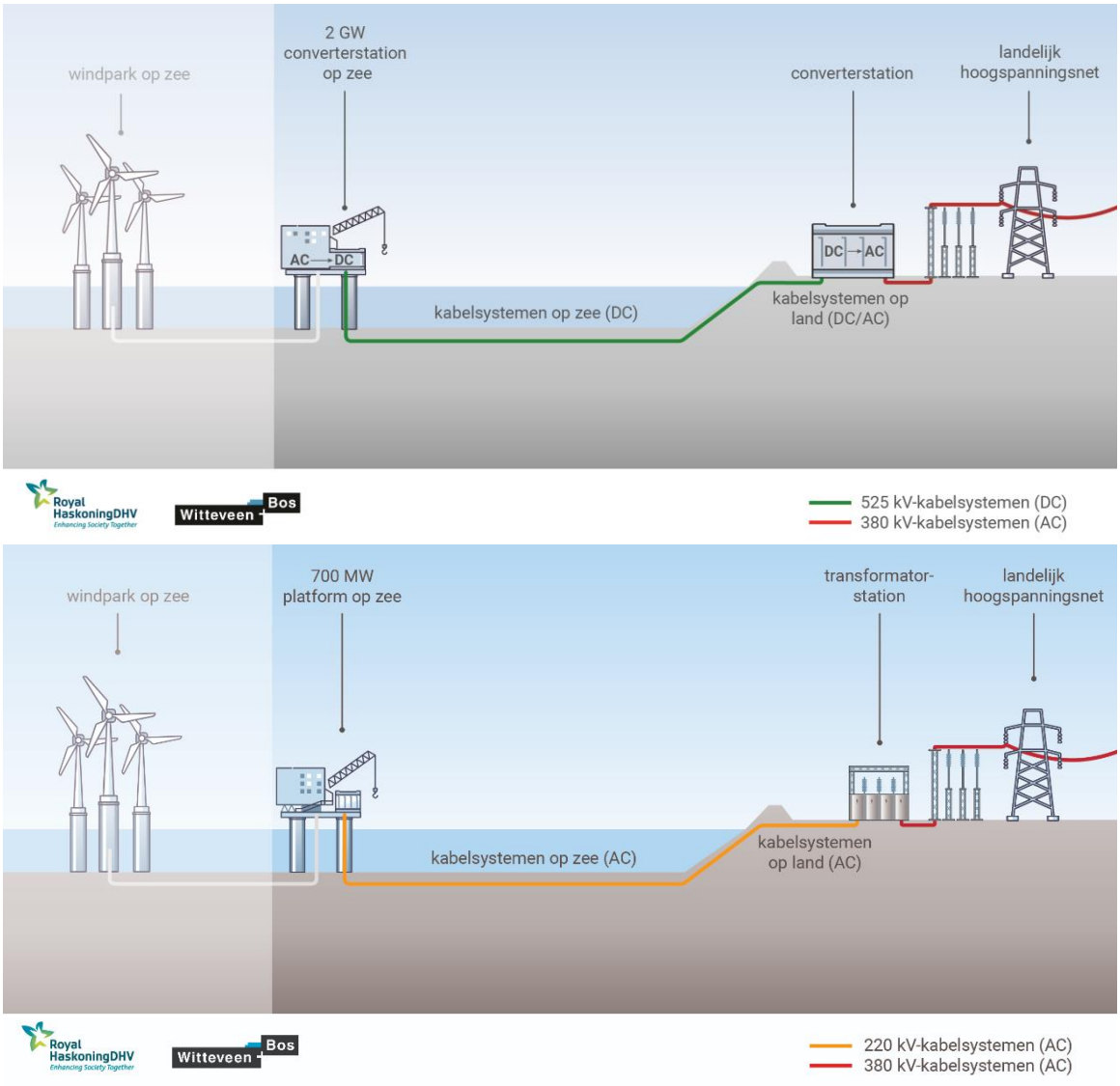
De voorgenomen activiteit voor PAWOZ is om energie van windparken op zee boven de Waddeneilanden aan te sluiten op het landelijke hoogspanningsnet van TenneT of het Waterstofnetwerk Nederland van Gasunie in de buurt van de Eemshaven. Er is ook onderzocht of een tunnelsysteem kan worden gebruikt om onder het grootste deel van het Waddengebied door te gaan. In deze paragraaf staan de hoofdlijnen van het elektriciteitsnet, het waterstofnetwerk, en het tunnelsysteem. Een uitgebreidere toelichting van de voorgenomen activiteit en de aanlegtechnieken staat in Hoofdstuk 3.

1.4.1 Elektriciteitsnet op zee en op land

Het elektriciteitsnet bestaat uit kabelsystemen en de bijbehorende stations. Dat zijn de platforms op zee bij TNW en DDW en de transformator- of converterstations op land. De onderzoeksopgave voor PAWOZ bestaat uit twee wisselstroom (AC)-verbindingen van 220 kV (350 MW) en vijf gelijkstroom (DC)-verbindingen van 525 kV (2 GW). Beide soorten verbindingen staan in Afbeelding 1.2.

De AC- en DC-verbindingen lopen van een platform op zee, via kabelsystemen onder de zeebodem naar het vasteland. Vervolgens wordt de elektriciteit met kabelsystemen op land naar een transformatorstation (voor AC) of converterstation (voor DC) gebracht. Daar wordt het spanningsniveau omgezet naar 380 kV. Tenslotte wordt de elektriciteit getransporteerd naar een 380 kV-hoogspanningsstation waar het wordt aangesloten op het landelijke hoogspanningsnet. De 380 kV-stations die in beeld zijn voor de aansluiting op het landelijke hoogspanningsnet zijn Eemshaven Oudeschip en Eemshaven Oostpolderweg. Deze 380 kV-stations zijn geen onderdeel van de voorgenomen activiteit.

Afbeelding 1.2 Schematische weergave van het elektriciteitsnet (boven: gelijkstroom, onder: wisselstroom)



Platforms op zee

De platforms van TNW en DDW zijn onderdeel van de voorgenomen activiteit. Voor DDW zijn twee zoekgebieden onderzocht. TenneT heeft een standaard ontworpen voor een 700 MW wisselstroomplatform en voor een 2 GW gelijkstroom platform. De platforms van toekomstige windparken zijn niet meegenomen. Dat is omdat nog niet duidelijk is of, en zo ja welke, windparken worden aangesloten op de Eemshaven. De windturbines zelf en de parkbekabeling maken geen onderdeel uit van PAWOZ.

Kabelsystemen op zee

Uitgangspunt voor de onderlinge afstand tussen TenneT kabelsystemen op zee is 200 m. Dit geldt zowel voor AC- als DC-kabelsystemen. Voor de aanleg van kabelsystemen op de Noordzee en het Waddengebied wordt het principe 'bury and would like to forget' toegepast. Dat principe is erop gericht kabelsystemen in één keer voldoende diep te begraven, zodat ze niet blootspoelen. De diepte is bepaald in een begraafdiepte studie die als bijlage is opgenomen in de Notitie Routeontwikkeling.

Er zijn verschillende kabelinstallatietechnieken voor op zee, de ondiepere geulen en de droogvallende wadplaten. Er kan baggerwerk nodig zijn om voldoende waterdiepte voor de installatievaartuigen of voldoende ingraafdiepte te realiseren. Voor het passeren van de kust en de eilanden worden horizontaal gestuurde boringen (hierna: HDD-boring) toegepast.

De duur van de werkzaamheden voor de aanleg van een kabelsysteem op zee is onder andere afhankelijk van de aanlegtechniek, de kabellengte en de route. Het uitgangspunt van PAWOZ is dat er maximaal één kabelsysteem per jaar wordt aangelegd.

Kabelsystemen op land

Waar de kabelsystemen aan land komen, moeten die worden omgezet naar ondergrondse kabelsystemen op land. Om de kabelsystemen op land en op zee op elkaar aan te sluiten is op deze locatie (aan de landzijde van de waterkering) een overgangsmof nodig. Dat is een soort 'kroonsteen' tussen de kabelsystemen op land en op zee.

Voor de aanleg van kabelsystemen op land zijn twee installatietechnieken: een open ontgraving of een HDD-boring. Uitgangspunt voor de aanleg van kabelsystemen op land is een doorlooptijd van circa 10 weken per kilometer. Dit geldt zowel voor een AC- als voor een DC-verbinding.

Transformatorstation of converterstation

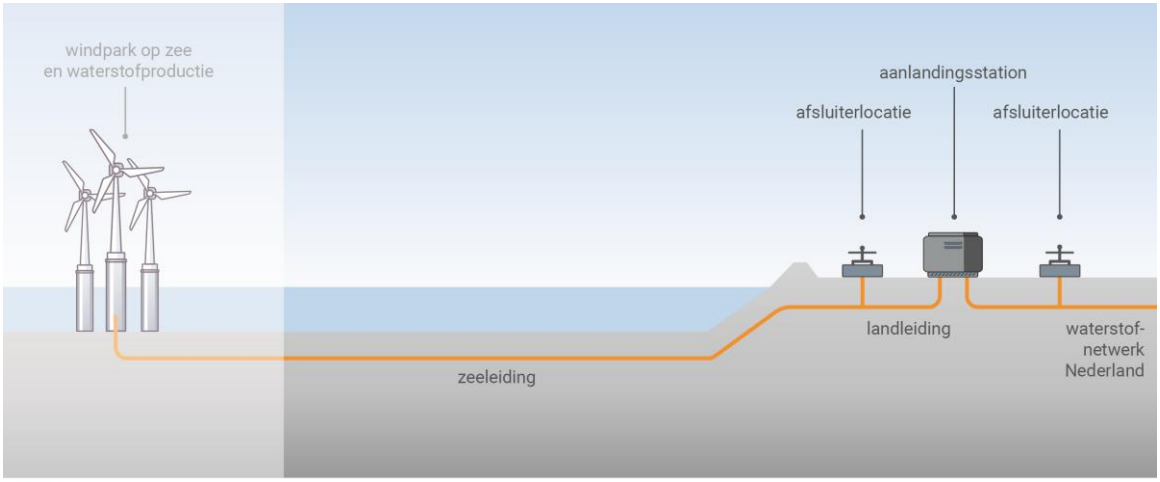
Voordat de kabelsystemen op land kunnen worden aangesloten op het landelijke hoogspanningsnet moet de spanning worden getransformeerd naar 380 kV wisselspanning. Dat gebeurt in een transformatorstation. In het geval van een DC-verbinding betekent dit dat deze eerst nog moet worden geconverteerd (van DC naar AC). Dit gebeurt in een converterstation.

1.4.2 Waterstofnetwerk op zee en op land

Het waterstofnetwerk op zee en land bestaat uit leidingen en de bijbehorende stations, zoals weergegeven in Afbeelding 1.3. Dat zijn de aanlandingsstations en afsluiterlocaties. De onderzoeksopgave voor PAWOZ bestaat uit drie leidingen voor het transport van waterstof, inclusief waterstof aanlandingsstation en afsluiterlocaties.

Vanaf een platform op zee loopt een leiding over de zeebodem naar het vasteland. Bij de aanlanding komt een waterstof aanlandingsstation. Bij de aanlanding komt ook een afsluiterlocatie waar de leiding op zee kan worden afgesloten van de leiding op land. De leidingen op land worden aangesloten op het Waterstofnetwerk Nederland dat wordt ontwikkeld door Hynetwork (100 % dochteronderneming van Gasunie, www.hynetwork.nl). Bij de aansluiting op het landelijk waterstofnetwerk is ook een afsluiterlocatie voorzien.

Afbeelding 1.3 Schematische weergave van een waterstofverbinding



Platform op zee

Waterstof wordt gemaakt door elektrolyse. Daarbij wordt met behulp van elektriciteit (opgewekt uit windenergie) zeewater gesplitst in waterstof (in gasvorm) en zuurstof. Elektrolyse op zee kan plaatsvinden in de turbine zelf (decentraal) of op een platform (centraal). Bij centrale productie van waterstof, kunnen verschillende type onderconstructies worden gebruikt.

De platforms voor waterstof zijn geen onderdeel van de voorgenomen activiteit. De platforms zijn niet meegenomen. De windturbines zelf en de parkbekabeling maken ook geen onderdeel uit van PAWOZ.

Leiding op zee

Uitgangspunt voor PAWOZ zijn nieuwe leidingen met een diameter van 48 inch. Voor de aanleg op de Noordzee en het Waddengebied wordt het principe 'bury and would like to forget' toegepast. Dat principe is erop gericht leidingen in één keer voldoende diep te begraven, zodat ze niet blootspoelen. De diepte is bepaald in een begraafdiepte studie die als bijlage is opgenomen bij de Notitie Routeontwikkeling.

Er kunnen verschillende installatietechnieken worden gebruikt op zee, de ondiepere geulen en de droogvallende wadplaten. Er kan baggerwerk nodig zijn om voldoende waterdiepte voor de installatievaartuigen of voldoende ingraafdiepte te realiseren.

Leiding op land

Ook voor leidingen op land is het uitgangspunt nieuwe leidingen met een diameter van 48 inch. Voor de aanleg van leidingen op land zijn er twee type installatietechnieken: een open ontgraving of een sleufloze techniek, zoals een horizontaal gestuurde boring (hierna: HDD-boring).

Aanlandingsstations en afsluiterlocaties

Uitgangspunt is dat een waterstof aanlandingsstation een oppervlakte van 2 ha heeft. Daarbij is ervan uitgegaan dat eventuele compressie van waterstof op zee plaatsvindt. Waar mogelijk wordt een waterstof aanlandingsstation gebouwd in de nabijheid van reeds aanwezige infrastructuur ('bundelingsprincipe'). Een afsluiterlocatie heeft een oppervlakte van 20 m bij 20 m.

1.4.3 Tunnelsysteem tussen Ballonplaat en Eemshaven

Als alternatief op de in de vorige paragrafen beschreven aanlegtechnieken voor het elektriciteitsnet en waterstofnetwerk is onderzocht of kabelsystemen of leidingen in een geboord tunnelsysteem onder het Waddengebied kunnen worden aangelegd. De uitgangspunten die op dit alternatief van toepassing zijn, wijken af van de uitgangspunten uit de vorige paragrafen. Voor de ontwikkeling van het tunnelsysteem is een intredepunt op de Noordzee en een aanlandingspunt in of nabij de Eemshaven nodig. Het intredepunt op de Noordzee ligt op de Ballonplaat. Voor het aanlandingspunt in de Eemshaven is met zoekgebieden gewerkt. Het tunnelsysteem bestaat uit meerdere tunnelbuizen waar de kabelsystemen en leidingen in liggen. Het tunnelsysteem wordt enkel onderzocht als route voor het doorkruisen van het Waddengebied. Vanaf zowel het intredepunt als aanlandingspunt worden de kabelsystemen en leidingen naar respectievelijk de windparken en de aansluitpunten op het vasteland met conventionele technieken aangelegd.

1.5 Doel van deze rapportage

De routes uit de NRD zijn nader uitgewerkt en sommige routes zijn getrechterd (tussentijds onderbouwd afgevallen). Deze Notitie Routeontwikkeling (Deel 3) beschrijft de uitkomsten van dit proces. Het doel van dit rapport is inzicht geven in welke vergunbare en technisch uitvoerbare routes worden onderzocht in het planMER en de IEA. Vanuit de onderzoeken in het planMER en de IEA zullen mogelijk mitigerende maatregelen worden geadviseerd om in een vervolgfase verder te onderzoeken. Deze mitigerende maatregelen zijn niet opgenomen in de NRO en Baseline 3 is hier niet op aangepast.

De volgende onderdelen voor de Notitie Routeontwikkeling worden daarom vastgelegd:

- het ontwerpproces (H2);
- de uitgangspunten voor het routeontwerp (H3);
- het ontwerp per route (H4 overzicht, H5 t/m H17 per route).

De Notitie Routeontwikkeling was een groeidocument, waarvan Deel 1 op 22 juni 2023 is gepubliceerd en Deel 2 op 19 oktober 2023. De beide notities zijn op de website van RVO te vinden. De notitie is aangepast na de eerste ronde van effectbeoordelingen voor het planMER en de IEA. Op basis van de uitkomsten van de eerste ronde van de effectenonderzoeken zijn de routes waar nodig en mogelijk geoptimaliseerd ten opzichte van de routes uit Deel 2 om vervolgens te worden her-beoordeeld in de tweede ronde effectbeoordelingen.

2

HET ONTWERPPROCES

2.1 Inleiding

Op 30 januari 2023 is de NRD voor PAWOZ, de onderzoeksagenda, na een breed omgevingsproces gepubliceerd. In de NRD zijn routes voor kabelsystemen en voor leidingen vastgesteld, die verder worden onderzocht in PAWOZ. Om de onderzoeken naar de effecten goed uit te kunnen voeren, is PAWOZ begonnen met het uitwerken deze NRD-routes. Dit is gedaan in een multidisciplinair projectteam. Onderdeel van dit team zijn ecologen, morfologen, MER-specialisten, juridische adviseurs en technische specialisten vanuit de adviesbureaus, aangevuld met experts van TenneT en Gasunie. Het proces dat is gevolgd voor het vastleggen van de routeontwerpen, wordt in dit hoofdstuk nader toegelicht.

2.2 Robuust ontwerp

Om inzicht te krijgen in de vergunbaarheid en technische uitvoerbaarheid van de routes is in de routeontwikkeling toegewerkt naar een 'robuust ontwerp' per route. Dit is een routeontwerp dat op basis van de beschikbare informatie zowel technisch uitvoerbaar als vergunbaar lijkt en daarmee mogelijk kan bijdragen aan de doelstellingen voor PAWOZ. Gegeven de beschikbare informatie, betekent dit het volgende[1]:

Technisch uitvoerbaar: het ontwerp wordt gemaakt op basis van bewezen en beschikbare technieken. Hiermee wordt gewaarborgd dat wat wordt ontworpen, daadwerkelijk technisch uitvoerbaar is. Zo moet worden voldaan aan relevante technische vereisten en wordt rekening gehouden met eventuele technische beperkingen.

Vergunbaar: de effectonderzoeken in het planMER en de IEA moeten inzichtelijk maken of routes een grote kans op vergunbaarheid hebben. Voorafgaand aan de effectenonderzoeken is een tussenstap uitgevoerd welke inzicht geeft in niet vergunbare situaties (in het kader van de Wet natuurbescherming) die al met een beperktere inspanning vast te stellen zijn. Het uitgangspunt is dat de routes uit de NRD worden onderzocht in het planMER en de IEA, tenzij routes gemotiveerd niet vergunbaar zijn. Dan vallen routes af (trechtering). Routes die afvallen, worden niet verder onderzocht in de effectenonderzoeken van het planMER en de IEA.

In de tussenstap is, mede op basis van het advies van de Commissie voor de milieueffectrapportage op de NRD, vanuit de driehoek techniek, ecologie en morfologie en vanuit het perspectief van de Omgevingswet gekeken naar effecten op het Natura 2000-gebied Waddenzee. Wanneer significante negatieve effecten door installatie van kabelsystemen en/of leidingen op de instandhoudingsdoelstellingen (doelen voor soorten of habitattypen) of kernopgaven niet kunnen worden uitgesloten, wordt onderzocht of de te verwachten significante effecten te mitigeren zijn en indien niet mogelijk, te compenseren zijn. Om vervolgens een inschatting te kunnen maken of een eventuele ADC-toets succesvol doorlopen zou kunnen worden en daarmee kan leiden tot vergunbaarheid. In het tekstkader op de volgende pagina wordt het principe van een ADC-toets toegelicht.

[1] Voor de XI - Dijkvariant B route is een afwijkende aanpak toegepast omdat dit een route over land betreft.

Routes waarvoor significant negatieve effecten worden verwacht, zijn nader onderzocht vanuit de invalshoeken techniek, ecologie en morfologie (Bijlage V). Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van gegevens uit eerder uitgevoerde studies en van gebiedskennis van experts op het gebied van ecologie en morfologie.

Wanneer significante negatieve effecten door installatie van kabelsystemen en/of leidingen op de instandhoudingsdoelstellingen (doelen voor soorten of habitattypen) of kernopgaven niet kunnen worden uitgesloten, is naar het principe van de ADC-toets gekeken.

Toepassing ADC-toets in tussenstap

Het doel van PAWOZ is om de beschikbare ruimte voor toekomstige aansluitingen te onderzoeken, en dus zo veel mogelijk realistische routes (alternatieven) te onderzoeken. Tijdens de tussenstap, voorafgaand aan de effectenonderzoeken in het planMER en de IEA, kan nog geen uitspraak worden gedaan over welke routes wel vergunbaar zijn (wel is er voor een aantal routes in beeld gebracht dat ze niet vergunbaar zijn). De vraag uit de ADC-toets of er alternatieven zijn (de 'A' in de ADC-toets) kan daarom nog niet worden beantwoord.

De tweede vraag uit de ADC-toets, of er sprake is van dwingende redenen van groot openbaar belang (de 'D' in de ADC-toets), is niet onderscheidend per route en is niet meegenomen in bijlage V en in deze notitie. Immers, de redenering of er wel of geen dwingende reden van openbaar belang is zal gelden voor iedere route.

De vraag of compenserende maatregelen mogelijk zijn (de 'C' in de ADC-toets), kan wel worden beoordeeld. Om deze redenen is in het verdiepende onderzoek (bijlage V) beoordeeld of compenserende maatregelen mogelijk zijn. Als op basis van eerder uitgevoerde studies en gebiedskennis van experts volgt dat er geen compenserende maatregelen mogelijk zijn, wordt uitgegaan van een niet vergunbare situatie onder de Wet natuurbescherming en krijgt de route de beoordeling niet vergunbaar. Er kan dan immers niet worden voldaan aan één van de drie eisen uit de ADC-toets.

ADC-toets

Als uit de effectbeoordeling blijkt dat mogelijk significante negatieve effecten op Natura 2000-gebieden niet uit te sluiten zijn, dient een ADC-toets te worden doorlopen. Hiermee moet nader onderzocht worden of een project alsnog kan doorgaan. Dit kan alleen als het project voldoet aan de volgende eisen:

A: er zijn geen alternatieven;

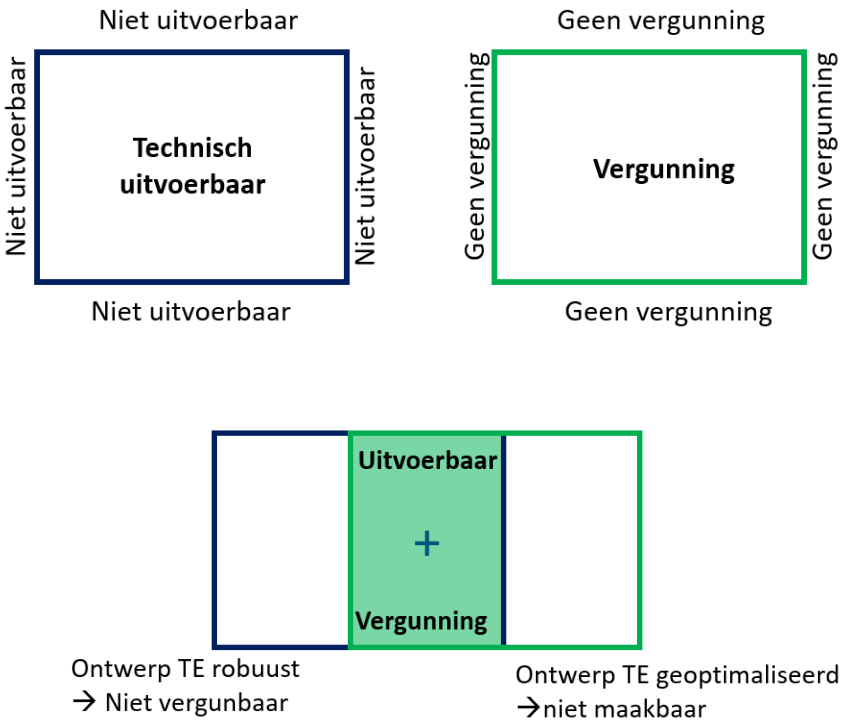
D: er is sprake van een dwingende reden van groot openbaar belang;

C: de nodige compenserende maatregelen worden genomen om ervoor te zorgen dat de algehele samenhang van het Natura 2000-gebied bewaard blijft.

Andere onderwerpen, zoals bijvoorbeeld de doorkruising van het Eems-Dollard verdragsgebied, waarvoor conform het Eems-Dollard verdrag (EDV), een scheepvaartveiligheidsvergunning door Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) / Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS) uit Duitsland moet worden afgegeven, of eisen in een waterwetvergunning of nadere ecologische en morfologische studies, kunnen er ook toe leiden dat een route onvergunbaar wordt. Op basis van kennis en ervaring wat betreft ingreep effect relaties specifiek in het Waddengebied, is de inschatting dat de kans op onvergunbaarheid op deze andere onderwerpen kleiner is dan in het kader van de Wet natuurbescherming en dat er de nodige mitigerende maatregelen beschikbaar zijn om niet vergunbaarheid te voorkomen op deze thema's. Deze onderwerpen komen aan bod in het planMER en IEA. Een compleet overzicht van onderwerpen waarop de routes worden beoordeeld, staat in het planMER en de IEA.

Afbeelding 2.1 toont een schematische weergave van het begrip 'robuust ontwerp'. De afbeelding laat zien dat een technisch 'te' robuust ontwerp mogelijk niet vergunbaar is en dat een ontwerp dat technisch 'te' ver geoptimaliseerd is, mogelijk niet uitvoerbaar is. Het doel is om tot een routeontwerp te komen die zowel maakbaar als vergunbaar is. De routeontwerpen die worden opgenomen in het Ontwerpprogramma, worden in aparte vervolgprocedures per route nader uitgewerkt tijdens de projectMER-fase.

Afbeelding 2.1 Een robuust ontwerp is technisch uitvoerbaar en vergunbaar



Review Waddenacademie en Commissie voor de milieueffectrapportage

De Notitie Routeontwikkeling Deel 1 en Notitie Routeontwikkeling Deel 2 zijn getoetst door de Waddenacademie en de Commissie voor de milieueffectrapportage.

Review Notitie Routeontwikkeling Deel 1

Het belangrijkste advies n.a.v. Notitie Routeontwikkeling Deel 1 was om de trechtering van routes navolgbaarder toe te lichten. Dit is gedaan door:

- paragraaf 2.2 'Robuust ontwerp' uit te breiden en expliciet aan te geven waar nu op getrechterd is en wat later in het planMER en IEA aanvullende gronden kunnen zijn;
- 'oranje' routes uit Notitie Routeontwikkeling Deel 1 nader te onderzoeken, hiermee is de 'stoplichten aanpak' ook aangepast naar twee kleuren (wit en rood) in plaats van drie (rood, oranje en groen). De 'stoplichten aanpak' uit Notitie Routeontwikkeling Deel 1 werkt als volgt: 'rode' routes zijn getrechterd, 'oranje' routes zijn nader onderzocht en 'groene' routes konden voorlopig 'doorrijden' richting het Programma, maar waren daar nog niet aangekomen;
- bijlage V gewijzigd van naam. Dit was de Bijlage Redeneerlijn trechtering en is nu Bijlage morfologische en ecologische effecten.

Review Notitie Routeontwikkeling Deel 2

De opmerkingen (van de Waddenacademie en de Commissie voor de milieueffectrapportage) op Notitie Routeontwikkeling Deel 2 hebben niet geleid tot wezenlijke aanpassingen voor Notitie Routeontwikkeling Deel 3. Er zijn enkele suggesties gedaan voor verduidelijkende figuren of teksten, welke zijn meegenomen in deze notitie. Daarnaast zijn er geen opmerkingen op de wijze van de verwerking van de opmerkingen op Notitie Routeontwikkeling Deel 1, hieruit kan redelijkerwijs worden afgeleid dat de gehanteerde methode en onderbouwing van de afgevallen routes voldo ende (robuust) is volgens de Waddenacademie en Commissie voor de milieueffectrapportage. Zie hier het advies van de Commissie mer en hier het advies van de Waddenacademie.

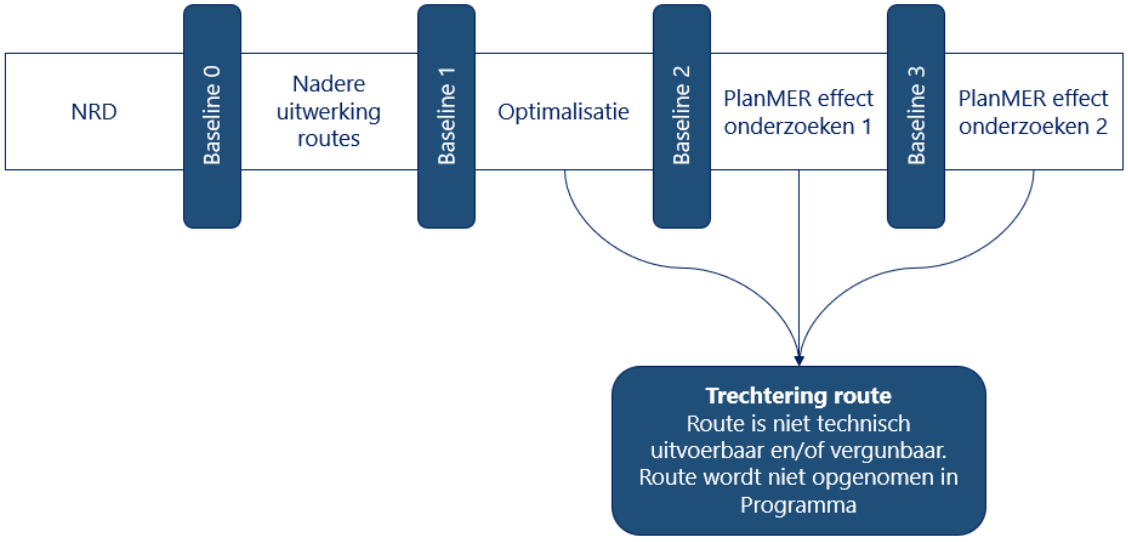
2.3 Routeontwikkeling

De routeontwikkeling tijdens PAWOZ is een proces op een detailniveau dat passend is bij het Programma, waarbij afstemming met de omgeving ook van belang is. Daarnaast wordt er van grof naar fijn gewerkt. Dit betekent dat om tot robuuste ontwerpen te komen routes gedurende PAWOZ worden geoptimaliseerd en waar nodig worden getrechterd. Dit gebeurt op basis van de informatie die op dat moment beschikbaar is. Gedurende PAWOZ zijn een aantal 'bevriesmomenten' van de routeontwerpen voorzien. Deze bevriesmomenten noemen we Baselines (zie ook tekstkader 'Wat is een Baseline?').

Wat is een Baseline?
Baselines zijn momenten in de tijd waarop de routeontwerpen worden 'bevroren'. Daarmee vormen de Baselines een gecontroleerde overgang van de ene stap naar de volgende stap. Naarmate de effectonderzoeken (planMER en IEA) en de routeontwikkeling vorderen, krijgen we meer informatie om het ontwerp van de routes te detailleren (van grof naar fijn). Door te werken met Baselines wordt voorkomen dat ontwerpwijzigingen worden doorgevoerd tijdens een beoordeling van de routeontwerpen in een stap (periode tussen twee Baselines). Hierdoor blijft het beoordelings- en optimalisatieproces logisch en navolgbaar. Naast een bevriesmoment vormt een Baseline ook een evaluatiemoment. Als uit de onderzoeken tussen de Baselines wordt vastgesteld dat een route niet vergunbaar of technisch uitvoerbaar is, zijn er twee mogelijke vervolgstappen: een route kan verder worden geoptimaliseerd om door te gaan in het proces óf de route moet worden getrechterd. In het laatste geval wordt deze route in het vervolg niet nader onderzocht en beschouwd in het Programma.

Afbeelding 2.2 geeft de routeontwikkeling weer. Tussen de Baselines wordt de route vanuit verschillende disciplines beschouwd; er wordt daarmee nieuwe informatie aan de routes toegevoegd. Dit resulteert in een nieuwe Baseline na elke stap. De integrale beschouwing van de routes tussen Baselines is nader toegelicht in paragraaf 2.3.1. Het informeren van en toetsing door belanghebbenden is uiteengezet in paragraaf 2.3.2.

Afbeelding 2.2 Schematische weergave proces van routeontwikkeling per stap



2.3.1 Een stapsgewijs proces

Het stapsgewijze proces van routeontwikkeling (zie Afbeelding 2.2) begint met de routes die zijn vastgesteld in de NRD (Baseline 0). Gedurende de routeontwikkeling worden de routes tussen de Baselines stapsgewijs geoptimaliseerd tot robuuste ontwerpen.

Deze aanpak sluit aan bij het advies van de Commissie mer naar aanleiding van de NRD. De Commissie mer adviseerde om een tussenstap in te bouwen en allereerst de grootste gevolgen voor de natuurwaarden die betrokken zijn bij de instandhoudingsdoelstellingen voor Natura 2000-gebieden in beeld te brengen. Dit is gedaan tussen Baseline 1 en Baseline 2. Daarna was het advies om de routes te optimaliseren en met deze geoptimaliseerde routes de effectonderzoeken te starten. Het volledige advies is hier te vinden.

Baseline 0

Baseline 0 markeert de start van de routeontwikkeling. Het 'bevriesmoment' als onderdeel van Baseline 0 bevat de routes, zoals deze zijn vastgelegd in de NRD. Een nadere toelichting op de totstandkoming van deze routes staat beschreven in Bijlage I van de NRD. De NRD is op de website van RVO te vinden.

Routes voor waterstof op land

Aan de start van de routeontwikkeling is geconstateerd dat de landroutes voor waterstof, zoals vastgelegd in de NRD (Baseline 0) niet voldoende zijn uitgewerkt om deze bij Baseline 1 op hetzelfde detailniveau als de landroutes voor kabelsystemen vast te kunnen leggen. Daarom is voor deze landroutes een apart proces ingericht. Meer informatie hierover is te vinden in hoofdstuk 17.

Werkproces van Baseline 0 tot Baseline 1

Tussen Baseline 0 en Baseline 1 hebben TenneT en Gasunie de routes uit Baseline 0 nader uitgewerkt. Er is per route extra detailinformatie toegevoegd wat betreft met name de verwachte aanlegtechnieken en de daarvoor benodigde fysieke ruimte. Initieel is hier gekeken naar één kabelsysteem of leiding per route om te bepalen of een route technisch uitvoerbaar is. In Hoofdstukken 5 t/m 17 is per route deze technische uitwerking voor Baseline 1 beschreven. De volledige rapportage van de technische uitwerking van de Baseline 1 routes door TenneT en Gasunie, zijn te vinden in respectievelijk Bijlage II en III.

Werkproces van Baseline 1 tot Baseline 2

Na Baseline 1 zijn de uitgewerkte routes getoetst op vergunbaarheid en technische uitvoerbaarheid. Dit is gedaan tijdens zogenaamde 'challenge sessies' (zie ook kader 'Wat zijn challenge sessies?'). De routes zijn vervolgens beoordeeld met behulp van een 'stoplichten aanpak'. In Tabel 2.1 is de stoplichten aanpak toegelicht.

Tabel 2.1 Stoplichten aanpak: beoordeling op technische uitvoerbaarheid en vergunbaarheid van routes tussen Baseline 1 en Baseline 2

Beoordeling	Toelichting
	Op basis van de informatie in Baseline 1 en de challenge sessies is via expert beoordeling onderbouwd dat deze route niet technisch uitvoerbaar en/of vergunbaar is. De route wordt daarom niet opgenomen in Baseline 3 en daarmee ook niet meegenomen in de effectonderzoeken. Kortom, 'rood' betekent dat de route niet 'door kan rijden' richting het Programma: de route valt daarmee definitief af.
	Op basis van de informatie in Baseline 1 en de challenge sessies is de verwachting dat deze route technisch uitvoerbaar en vergunbaar kan zijn. De route wordt daarom opgenomen in Baseline 2 en daarmee meegenomen in de effectonderzoeken. Op basis van de effectonderzoeken kan de route alsnog op 'rood' worden gezet en daarmee worden getrechterd. Een route die meegaat naar Baseline 2 komt dus niet automatisch ook in het Programma. Kortom, een route die in deze versie van de notitie (deel 2) niet is getrechterd kan voorlopig 'door' richting het Programma maar is daar nog niet aangekomen.

Wat zijn challenge sessies?

Tussen Baseline 1 en Baseline 2 hebben twee challenge sessies plaatsgevonden. Tijdens deze sessies is de door Gasunie en TenneT ter beschikking gestelde informatie bediscussieerd door specialisten van de adviesbureaus vanuit diverse disciplines, zoals techniek, ecologie, morfologie en andere MER-aspecten. Naar aanleiding van deze sessies zijn routes, die in eerste instantie nog niet vergunbaar of technisch uitvoerbaar leken te zijn, verder geoptimaliseerd.

Breedte van corridor Waddengebied

In het Waddengebied is voor Baseline 2 per route een corridor gedefinieerd, die in het planMER en de IEA is onderzocht. De corridorbreedte van de routes door het Waddengebied varieert per route. Leidend in het bepalen van de corridorbreedte is het routeprincipe. Hieronder is voor IX: Zoutkamperlaag route uitgewerkt hoe de corridorbreedte is bepaald.

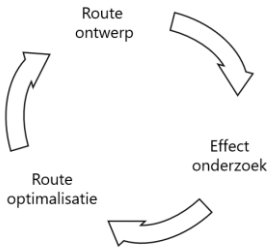
Voorbeeld werken met corridor

Het routeprincipe van de IX: Zoutkamperlaag route is het volgen van het diepste deel van de geul. De breedte van de corridor wordt bepaald door de breedte van het smalste deel van de geul te vast te stellen. Hieruit volgt een breedte van circa 200 m. In de effectonderzoeken worden vervolgens de centerline (het centrum van de corridor) en de randen van de corridor onderzocht. Wanneer uit de effectonderzoeken volgt dat de effecten voor de randen van de corridor significant zijn, wordt verkend of effecten beperkt kunnen worden door de corridor verder te versmallen.

Werkproces van Baseline 2 – Baseline 3

Voor de routes die in Baseline 2 zijn vastgesteld, worden effectenonderzoeken uitgevoerd. Op basis van de resultaten van de eerste ronde effectenonderzoeken kan naar voren komen dat bepaalde ingrepen leiden tot significante negatieve effecten. In dat geval wordt er met het multidisciplinaire projectteam onderzocht of er optimalisaties (zie kader 'Optimalisatie') van de route(s) mogelijk zijn om deze significant negatieve effecten te beperken. Deze geoptimaliseerde routes zijn vervolgens weer 'bevroren' in Baseline 3. Wanneer optimalisaties niet mogelijk zijn, kunnen er tussen Baseline 2 en Baseline 3 routes worden getrechterd. Routes die worden getrechterd (rood in stoplichten aanpak), zijn daarmee geen onderdeel van Baseline 3. Dit proces is schematisch weergegeven in Afbeelding 2.3.

Afbeelding 2.3 Route optimalisatie tijdens effectenonderzoeken



Optimalisatie:

- het aanpassen van de routes, daarbij rekening houdend met het principe van een route (bijvoorbeeld: bundeling met bestaande infrastructuur, diepe delen van een getijde geul volgen);
- het aanpassen van de corridorbreedte van routes;
- het aanpassen van de installatiemethode:
  - kleine wijzigingen zoals: baggervolume beperken, zone voor het uittredepunt van een HDD groter maken of beperken;
  - alternatieve aanlegtechniek, zoals geboorde tunnel in plaats van een serie HDD's, een trencher over de eilanden in plaats van een HDD onder een eiland door of een HDD in plaats van open ontgraving.

2.3.2 Omgevingsproces

Het proces van routeontwikkeling wordt samen met de omgeving doorlopen. Op verschillende momenten in het proces worden belanghebbenden en professionele stakeholders geïnformeerd en hebben zij de mogelijkheid om mee te denken over de route optimalisaties. Alle publicaties van PAWOZ zijn of worden geplaatst op de website van Bureau Energieprojecten van RVO. Het gaat om de volgende momenten in het proces van de Notitie Routeontwikkeling:

Omgevingsbijeenkomst – maart 2023
Op 20 maart (tussen Baseline 0 en Baseline 1) zijn professionele stakeholders geïnformeerd over de publicatie van de NRD, het proces om tot een Programma te komen en welke uitdagingen de routeontwikkeling met zich meebrengt. In het ochtendgedeelte waren onder andere bestuurders en de directies van de betrokken organisaties aanwezig. Tijdens deze bijeenkomst heeft de Minister van Klimaat en Groene Groei (voorheen Klimaat en Energie) aangegeven dat het windpark Ten Noorden van de Waddeneilanden aangewezen is als voorkeurslocatie voor een demonstratieproject waterstofproductie. Dat houdt in dat de stroom die opgewekt gaat worden met dit windpark gebruikt gaat worden om op de Noordzee waterstof mee te maken. Het middaggedeelte, waarin inhoudelijke deelsessies plaatsvonden, was meer gericht op de beleidsmedewerkers van de betrokken organisaties. De deelsessies waren gericht op routeontwikkeling, ecologie en morfologie, de tunnel en op gebiedsinvesteringen. Er zijn zowel in het ochtendgedeelte als tijdens de werksessies diverse waardevolle aandachtspunten en opmerkingen meegegeven, welke zijn vastgelegd in een verslag.

Review Notitie Routeontwikkeling deel 1 Commissie mer en Waddenacademie – zomer 2023
Tussen Baseline 1 en Baseline 2 is de Notitie Routeontwikkeling Deel 1 tussentijds getoetst door de Commissie mer en de Waddenacademie. Zie hier het advies van de Commissie mer en hier het advies van de Waddenacademie. Hun aanbevelingen zijn meegenomen in de Notitie Routeontwikkeling Deel 2. Paragraaf 2.2 licht de aanbevelingen toe.

Omgevingsbijeenkomst – juni 2023
Op 29 juni (tussen Baseline 1 en Baseline 2) zijn professionele stakeholders geïnformeerd over de voortgang van PAWOZ. De volgende onderwerpen kwamen aan bod: Notitie Routeontwikkeling Deel 1, de stand van zaken en uitdagingen van de Tunnel route, gebiedsinvesteringen en een overzicht van projecten en programma's met een raakvlak met PAWOZ.

Omgevingsberaad Wadden – juni 2023
Met een presentatie is de Notitie Routeontwikkeling toegelicht aan het Omgevingsberaad Wadden. Vanuit het omgevingsberaad Wadden is geen input geleverd.

Omgevingsbijeenkomst – september 2023
Op 20 september zijn de professionele stakeholders geïnformeerd over de voortgang van PAWOZ. De volgende onderwerpen zijn aan bod gekomen: Notitie Routeontwikkeling Deel 2, de stand van zaken en uitdagingen van de X: Tunnel route, een toelichting op de mer-methodiek en een uitleg over het IEA deelrapport Omgeving. In vier werksessies op verschillende thema's hebben aanwezigen de kans gehad om zich verder te verdiepen, vragen te stellen en aandachtspunten mee te geven. De vier werksessies waren Routeontwikkeling op land, Routeontwikkeling op zee, Omgeving – een beeld van de spelende zorgen vanuit de omgeving – en de MER-methodiek voor deelrapport Natuur. Het verslag is hier te vinden.

Bijeenkomsten waterstofroutes – juli/september 2023
In juli is er een brede bijeenkomst georganiseerd voor bewoners en grondeigenaren in het gebied van de 'westelijke' waterstofroutes (zowel Groningen als Fryslân). Hierin zijn de routes en het proces van routeontwikkeling toegelicht. Aansluitend is een bijeenkomst in september aangekondigd voor grondeigenaren waarin de routes vervolgens nader besproken zijn en waar de mogelijkheid was om input te leveren.

Bijeenkomsten met landbouwsector/LTO – juli/september/december 2023
In juli, september en december zijn bijeenkomsten georganiseerd samen met LTO Noord voor grondeigenaren in Noord-Groningen. Tijdens deze bijeenkomsten zijn de voor deze groep relevante landroutes besproken en was er de mogelijkheid om input te leveren. Hierbij is toegelicht dat de mede door de grondeigenaren ingebrachte 'Dijkvariant' zoals verderop in de notitie beschreven (zie hoofdstuk 15) niet uitvoerbaar dan wel vergunbaar wordt geacht. Op basis van de bespreking hiervan is een mogelijke optimalisatie aan de orde gekomen (het verplaatsen van de sloot), die nader is onderzocht en is beschreven in hoofdstuk 16.

Informatieavonden bewoners – november/december 2023
In de maand november hebben een vijftal bewonersavonden plaatsgevonden in het programmagebied, zoals eerder ook gedaan bij het opstellen het de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD). Tijdens deze bijeenkomsten zijn de te onderzoeken routes toegelicht en hebben bewoners vragen kunnen stellen en opmerkingen kunnen plaatsen. Van de bijeenkomsten zijn sfeerverslagen beschikbaar.

Bijeenkomsten gemeenteraden en Provinciale Staten – november 2023
In de maand november hebben bijeenkomsten plaatsgevonden voor diverse gemeenteraden en Provinciale Staten van zowel Fryslân als Groningen. Tijdens deze bijeenkomsten zijn de te onderzoeken routes toegelicht en hebben volksvertegenwoordigers vragen kunnen stellen en opmerkingen kunnen plaatsen.

Review Notitie Routeontwikkeling deel 2 Commissie mer en Waddenacademie – voorjaar 2024
Tussen Baseline 2 en Baseline 3 is de Notitie Routeontwikkeling Deel 2 getoetst door de Commissie mer en de Waddenacademie. Zie hier het advies van de Commissie mer en hier het advies van de Waddenacademie. Hun aanbevelingen zijn meegenomen in de Notitie Routeontwikkeling deel 3. In paragraaf 2.2 zijn de aanbevelingen reeds toegelicht.

Overige communicatie
Tijdens de effectenonderzoeken (tussen Baseline 2 en 3) werd er op diverse momenten teruggekoppeld aan betrokken (professionele) stakeholders wat de (eerste) resultaten van de effectenonderzoeken zijn, en welke routes eventueel nog geoptimaliseerd of getrechterd worden. Optimalisaties en/of trechtering van routes zijn vastgelegd in deze Notitie Routeontwikkeling. De terugkoppeling vond plaats tijdens bewonersbijeenkomsten (Noardeast Fryslan 3 november, Roodeschool 6 november, Grijpskerk 7 november, Kloosterburen 8 november, Dokkum 13 november, Ameland 14 november, Schiermonnikoog 21 november en Het Hogeland 23 november, allen in 2023) en omgevingsbijeenkomsten (20 september 2023).

Ambtelijke en bestuurlijke betrokkenheid
In september 2023 is de Notitie Routeontwikkeling Deel 2 ambtelijk en bestuurlijk met de betrokken regionale overheden (Bestuurlijk Overleg Programma) besproken. Dit is herhaald op alle momenten waarop de notitie wezenlijk is gewijzigd (op basis van de Baseline aanpak). Ook het Bestuurlijk Overleg Waddengebied (BOW) is geïnformeerd over de notitie. Uiteindelijk besluit de Minister van Klimaat en Groene Groei (voorheen Klimaat en Energie) na consultatie van het Bestuurlijk Overleg Programma in oktober 2024 of de Notitie Routeontwikkeling, als onderdeel van alle stukken, geschikt is om ter inzage te worden gelegd.

2.4 Vervolgproces

De resultaten van de effectenonderzoeken worden per route beschreven in het planMER en de IEA. Op basis van deze integrale beslisinformatie wordt een prioritering van routes gemaakt in het Programma. Op het moment van schrijven wordt nog verkend op welke manier dit precies gebeurt en op welke wijze de maatschappelijke dialoog wordt vormgegeven. In het Programma worden routes opgenomen, waarvan kan worden onderbouwd dat ze technisch uitvoerbaar en vergunbaar lijken. Getrechterde routes (rood volgens stoplichten aanpak) worden wel beschreven in PAWOZ, waarbij wordt aangegeven waarom deze routes op basis van de huidige analyses niet kunnen worden ingezet. De getrechterde routes landen vervolgens niet in het Programma VAWOZ.

3

UITGANGSPUNTEN ROUTEONTWIKKELING

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een beknopt overzicht van de belangrijke uitgangspunten voor de routeontwikkeling. Hierbij wordt apart ingegaan op de uitgangspunten voor een elektrische verbinding (kabelsystemen), een waterstofverbinding (leidingen) en een tunnelsysteem (kabelsystemen en leiding(en) los of gecombineerd in meerdere tunnels onder de (Wadden)zeebodem). Hoewel dit tunnelsysteem een ontwerpoptie is voor zowel kabelsystemen als leidingen zijn de uitgangspunten afwijkend en daarom apart opgenomen in dit hoofdstuk.

In Bijlage II en III staat een uitgebreid overzicht van alle gehanteerde uitgangspunten. In de volgende paragrafen wordt naar deze bijlagen verwezen.

3.2 Elektrische verbinding (kabelsystemen)

Voor PAWOZ worden zowel een wisselstroom (AC)-verbinding als een gelijkstroom (DC)-verbinding onderzocht. Beide type verbindingen zijn opgenomen in Afbeelding 3.1. Een AC-verbinding wordt mogelijk toegepast voor windpark Ten Noorden van de Waddeneilanden (hierna: TNW) (vanwege de relatief korte afstand van het windpark tot aan de kust en het maximale vermogen van dit park). DC-verbindingen worden (vanwege de langere afstand in combinatie met het grotere vermogen) toegepast voor windpark DDW. Indien toekomstige windparken, in aanvulling op TNW en DDW, elektrisch worden aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet in de Eemshaven, worden deze (vanwege de lange afstand tussen deze windparken en de Eemshaven) met een DC-verbinding gerealiseerd. In Tabel 3.1 is per type verbinding een aantal technische eigenschappen opgenomen.

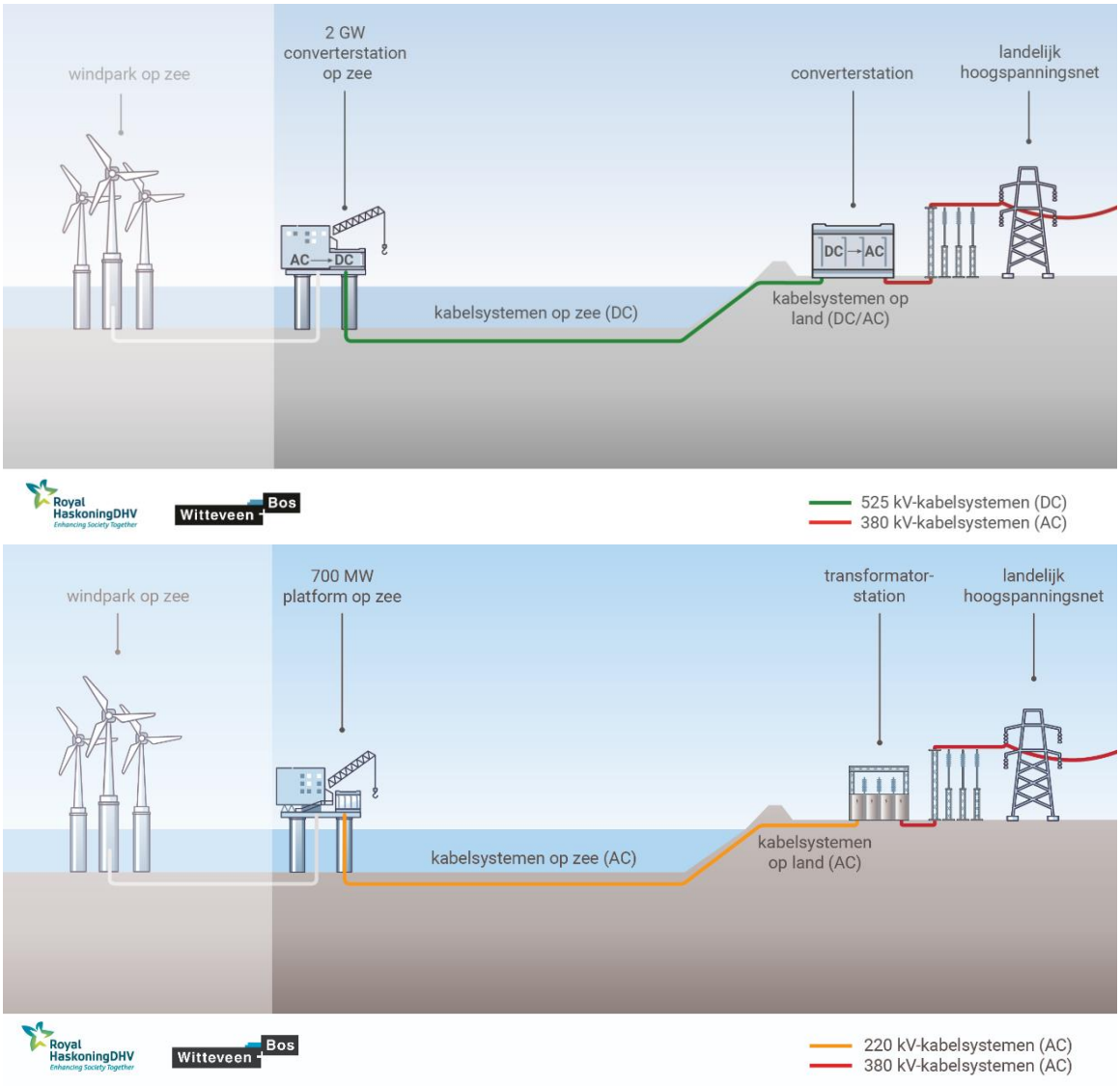
Tabel 3.1 Eigenschappen van een AC-verbinding en een DC-verbinding

Type verbinding	Aantal kabelcircuits	Vermogen	Voltage kabel(s)
AC (wisselstroom)	2	700 MW	220 kV
DC (gelijkstroom)	1*	2 GW	525 kV

*Eén gelijkstroom verbinding kent een bundel van 4 kabels

Afbeelding 3.1 laat zien dat een elektrische verbinding voor het transport van windenergie van zee naar land uit verschillende onderdelen bestaat. Een platform op zee met daarop een transformator (AC) of een transformator en een converter (DC), (twee) wisselstroomkabelsystemen van 220 kV (AC) of een gelijkstroomkabelsysteem van 525 kV (DC) per windpark, kabelsystemen op land en een transformatorstation (AC) of een converterstation (DC) op land. De volgende paragrafen lichten de uitgangspunten per systeemonderdeel nader toe.

Afbeelding 3.1 Schematische weergave van het elektriciteitsnet (boven: gelijkstroom (DDW), onder: wisselstroom (TNW))



3.2.1 Platform op zee

Het platform op zee kent meerdere functies. Allereerst verzamelt het platform de kabelsystemen die vanaf de windturbines naar het platform lopen: de zogeheten parkbekabeling. De parkbekabeling maakt geen onderdeel uit van PAWOZ, maar is onderdeel van een windpark. Een tweede functie van het platform is om het spanningsniveau van de parkbekabeling (66 kV wisselstroom AC) te transformeren naar een hoger spanningsniveau (220 kV in het geval van een AC-verbinding en 525 kV in het geval van een DC-verbinding). De derde functie van het platform is het omzetten van de wisselstroom (AC) uit het windpark naar gelijkstroom (DC). Dit is alleen van toepassing bij een DC-verbinding.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen een 700 MW wisselstroomplatform en een 2 GW gelijkstroom platform. Voor beide platformen heeft TenneT een standaardontwerp ontwikkeld (en de 700 MW platform al meermaals gerealiseerd). Zie hiervoor Afbeelding 3.2. Meer informatie over de onderdelen en de dimensionering van het platform op zee is opgenomen in Bijlage II.

Afbeelding 3.2 Het platform op zee (links AC, rechts DC)

Aanlegtechnieken platform op zee

Voor de aanleg van het platform op zee worden een aantal stappen doorlopen. Eerst wordt, op de plek waar het platform wordt ontwikkeld, steenbestorting op de zeebodem aangebracht, zogeheten 'scour protection'. Deze laag wordt onder andere aangelegd om de fundatie van het platform en de kabelinvoer te beschermen tegen erosie. Zodra de scour protection is geplaatst, wordt de jacket (onderconstructie) geplaatst en door middel van heipalen geïnstalleerd op de bodem. Tot slot wordt de topside (de transformator of converter) op het jacket geplaatst. Om onderwater geluidsoverlast tijdens het heien te mitigeren, kan gebruik worden gemaakt van een zogeheten bellenscherm. Het materieel dat wordt ingezet is opgenomen in Bijlage II.

3.2.2 Kabelsystemen op zee (offshore en nearshore)

Vanaf het platform op zee lopen kabelsystemen in de zeebodem naar de kust. Voor PAWOZ worden zowel AC- als DC-kabelsystemen beschouwd.

Afbeelding 3.3 AC-kabelcircuit (links) en DC-kabelcircuit (rechts)

AC-kabelsysteem

Een AC-kabelsysteem bestaat uit twee wisselstroom 220 kV kabelcircuits met een diameter van elk circa 30 cm. Ieder kabelsysteem op zee bevat drie aders (fasen) per kabelcircuit en een glasvezelverbinding.

DC-kabelsysteem

Een DC-kabelsysteem bestaat uit een kabelcircuit (bundel) met 4 kabels, 3 aparte aders met een diameter van elk circa 20 cm: een pluspool-kabel (+525 kV), een minpool-kabel (-525 kV), een metallic return en een glasvezelverbinding.

Onderlinge afstanden infrastructuur

Uitgangspunt voor de onderlinge afstand tussen TenneT kabelsystemen offshore is 200 m. Dit geldt zowel voor AC-kabelcircuits als voor DC-kabelsystemen. De benodigde afstand is afhankelijk van de lokale condities en omstandigheden zoals de aanlegtechnieken, waterdiepte, morfologische dynamiek, kans op falen door externe bedreigingen en de beschikbare ruimte. Als de opgave en lokale condities aanleiding geven om de onderlinge afstand te reduceren tot minder dan 200 m, dient onderzoek te worden uitgevoerd naar faalkansen en onderhoudbaarheid van de elektrische verbindingen.

Ten opzichte van infrastructuur van derden wordt internationaal gezien standaard een afstand van 500 m gehanteerd. In het geval van parallelligging met een stalen leiding, wordt voor een AC-verbinding een grotere afstand aangehouden vanwege de kans op onderlinge beïnvloeding tussen AC-kabelsystemen en leidingen. De afstand die nodig is tussen AC-kabelsystemen en leidingen is onder andere afhankelijk van de lengte waarover het kabelsysteem en leiding parallel liggen. De afstand die dan wordt aangehouden is 1.000 m. Dit is een eerste richtlijn. Van de hierboven benoemde afstanden kan, indien de beschikbare ruimte of de resultaten van de effectenonderzoeken hiertoe aanleiding geven en na afweging van eventuele risico's, onderbouwd worden afgeweken.

Aanlegtechnieken

Voor het aanleggen van kabelsystemen zijn verschillende technieken mogelijk. Welke aanlegtechniek wordt toegepast, is afhankelijk van onder andere de waterdiepte, de morfologische dynamiek van waaruit een vereiste begraafdiepte volgt, en de lokale golf- en stromingscondities. Voor PAWOZ is uitgegaan van bewezen technieken voor de aanleg van kabels. Naast bestaande technieken worden ook innovaties in aanlegtechnieken nauwlettend gevolgd. Deze innovaties worden, indien voldoende ontwikkeld, meegenomen in het optimaliseren van routes. De verschillende aanlegtechnieken zijn nader toegelicht in Bijlage II.

Lokale omstandigheden (zoals waterdiepte) beïnvloeden onder andere de lengte van kabelsystemen die in één keer kan worden getransporteerd en/of aangelegd. Voor de voorziene offshore windparken wordt bij aanleg van kabelsystemen gebruik gemaakt van meerdere kabeldelen. Door het plaatsen van een mof (verbindingsstuk tussen twee kabeldelen), worden deze kabeldelen aan elkaar verbonden. Het uitgangspunt is om zo weinig mogelijk moffen te plaatsen, omdat moffen de kans op falen van een verbinding vergroten en tevens is het begraven van een mof complexer dan een kabel. Meer informatie over het gebruik van moffen is opgenomen in Bijlage II.

Begraafdiepte en 'bury and would like to forget'

Voor de aanleg van een elektrische verbinding op zee (Noordzee en Waddengebied) wordt het principe 'bury and would like to forget' door TenneT toegepast. Dit principe is ontwikkeld op basis van jaren ervaring met het net op zee (onder andere BritNed, NorNed en COBRA). Het principe is erop gericht om kabelsystemen in één keer voldoende diep te begraven om daarmee blootspoeling van kabelsystemen en daarmee de levenscycluskosten van een verbinding (geld, milieu, overlast) te minimaliseren. Daarnaast is voor TenneT de bedrijfszekerheid van het net op zee en daarmee het vermijden van kosten bij het niet in bedrijf zijn van een verbinding een belangrijk argument om dit principe toe te passen.

Het principe 'bury and would like to forget' leidt voor de routes in het Waddengebied tot een grote initiële begraafdiepte. Door lokale morfologische dynamiek kan met name in het Waddengebied het niet-mobiele zeebed (hierna: NMRL (Non Mobile Reference Level)) op grote diepte liggen. Zo zijn de COBRA-kabels in de Eems tot 14 meter diepte begraven. Voor kabelsystemen op de Noordzee is het uitgangspunt dat ten alle tijde 1 meter dekking op de kabelsystemen aanwezig is.

Een alternatief op 'bury and would like to forget' is 'bury and maintain'. TenneT heeft voor de COBRA-kabel en Borssele-kabels onderzocht hoe vaak kabelsystemen moeten worden herbegraven bij het principe 'bury and maintain'. Uit die onderzoeken blijkt, dat de maatschappelijke levenscycluskosten (geld, milieu, overlast) groter zijn bij 'bury and maintain' dan 'bury and would like to forget'. Dit bleek zelfs nog voordat het grotere risico op schade aan de kabelsystemen bij ondiep begraven was meegenomen in deze kosten. Het herbegraven van kabelsystemen is niet eenvoudig. Ook kunnen kabelsystemen minder diep worden herbegraven dan wanneer de kabelsystemen meteen zo diep als nodig worden begraven.

Daarom zullen de kabelsystemen bij een 'bury and maintain' beleid vaak moeten worden herbegraven. Dit leidt volgens TenneT tot hogere maatschappelijke levenscycluskosten. Ook is voor TenneT de bedrijfszekerheid van het net op zee, en daarmee het vermijden van kosten bij het niet in bedrijf zijn van een verbinding, een belangrijk argument om het principe 'bury and would like to forget' toe te passen.

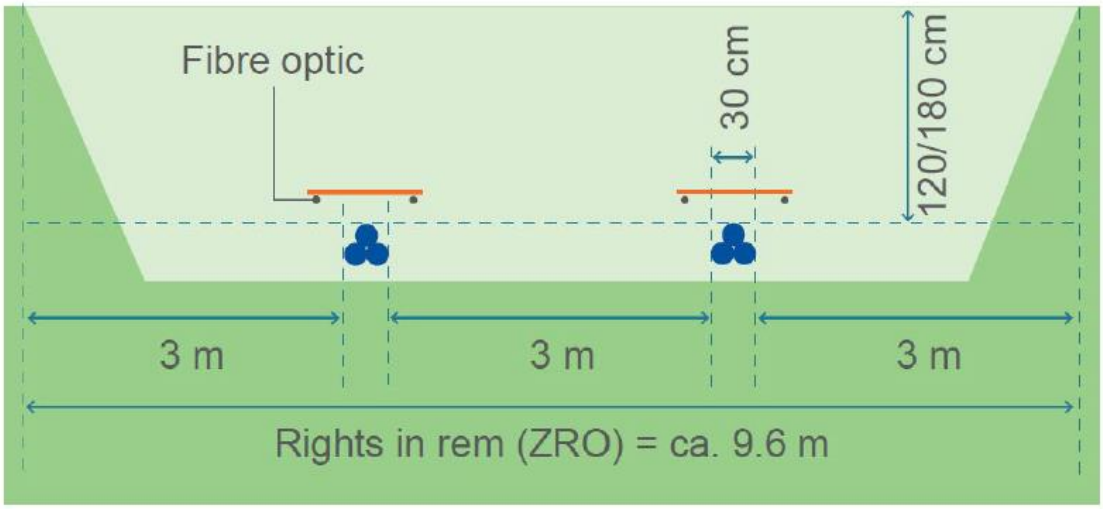
Planning
De duur van de werkzaamheden voor de aanleg van een kabelsysteem op zee is onder andere afhankelijk van de aanlegtechniek, de kabellengte en de route. Het uitgangspunt voor het planMER en de IEA is dat er maximaal één kabelsysteem per jaar wordt aangelegd. Naar aanleiding van de resultaten van de effectbeoordeling kan onderbouwd worden afgeweken van dit uitgangspunt.

3.2.3 Kabelsystemen op land

Waar de kabelsystemen van zee aan land komen, moeten die worden omgezet naar ondergrondse kabelsystemen op land. Om de kabelsystemen op land en op zee op elkaar aan te sluiten is op deze locatie (meestal aan de landzijde van de waterkering) een overgangsmof nodig. Dat is een soort 'kroonsteen' tussen de kabelsystemen op land en op zee.

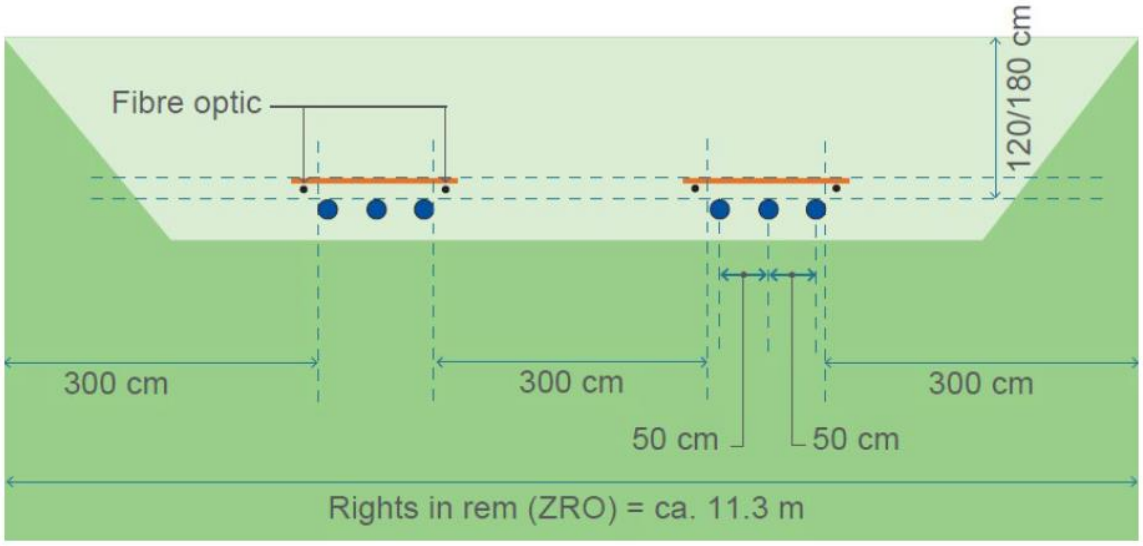
AC-kabelsystemen
In het kabelsysteem op land bevat elk kabelsysteem één fase, omdat de kabelsystemen op haspels over de weg transporteerbaar moeten zijn. Op zee kunnen de zware 3-fasenkabelcircuits op grote schepen worden aangevoerd. Op land is dit niet mogelijk. Hierdoor zijn op land in totaal per kabelsysteem 6 kabels nodig (2 kabelcircuits met 3 fasen) en een glasvezelverbinding. De 6 kabels worden uiteindelijk in bundels van 3 kabels per bundel aangelegd. Zoals te zien is op Afbeelding 3.4, is de onderlinge afstand tussen de 2 kabelbundels op land beperkt, indien deze worden geïnstalleerd middels de open ontgravingstechniek (zie hiervoor ook alinea 'aanlegtechnieken' op de volgende pagina).

Afbeelding 3.4 Dwarsdoorsnede AC-kabelsysteem op land



DC-kabelsystemen
Het DC-kabelsysteem op land bestaat uit dezelfde onderdelen als het DC-kabelsysteem op zee (zie paragraaf 3.2.2 hierboven). Een dwarsdoorsnede van een DC-kabelsysteem op land is opgenomen in Afbeelding 3.5.

Afbeelding 3.5 Dwarsdoorsnede DC-kabelsysteem op land



Aanlegtechnieken

Voor de aanleg van kabelsystemen op land zijn twee technieken toepasbaar: een open ontgraving of een horizontaal gestuurde boring (hierna: HDD-boring). Uitgangspunt is dat de kabelsystemen op land worden aangelegd met een open ontgraving. Dit is de aanlegtechniek waarbij een sleuf wordt gegraven, waar de kabelsystemen in worden gelegd. De kabelsystemen worden dan aangelegd op een diepte van circa 1,2 m in stedelijk gebied en 1,8 meter in landelijk gebied. Daar waar een open ontgraving niet kan worden toegepast, omdat bijvoorbeeld grote schade wordt verwacht, worden de kabelsystemen waar mogelijk met een HDD-boring aangelegd. Primaire keringen worden gekruist met een HDD-boring. Deze aanlegtechnieken zijn nader toegelicht in Bijlage II.

Planning

Uitgangspunt voor de aanleg van kabelsystemen op land is een doorlooptijd van circa 10 weken per kilometer. Dit geldt zowel voor een AC- als voor een DC-verbinding.

3.2.4 Transformatorstation of converterstation

Voordat de kabelsystemen op land kunnen worden aangesloten op het landelijke hoogspanningsnet moet de spanning worden getransformeerd naar 380 kV wisselspanning. In het geval van een DC-verbinding betekent dit dat deze eerst ook nog moet worden geconverteerd (van DC naar AC). Dit gebeurt respectievelijk in een transformatorstation en een converterstation. In Afbeelding 3.6 is een impressie opgenomen van een 2 GW converterstation. Dit station is nog niet eerder gebouwd. Rechts is foto van een 1.400 MW transformatorstation opgenomen. Het transformatorstation voor een verbinding vanuit TNW is 700 MW en daarmee kleiner dan het station in Afbeelding 3.6.

Afbeelding 3.6 Converterstation (links) en transformatorstation (rechts)

3.2.5 Hoogspanningsstation (380 kV)

Vanwege de grote vermogens wordt wind vanaf zee in Nederland aangesloten op 380 kV-stations (en niet op stations met een lager voltage).

De 380 kV-stations die in PAWOZ in beeld zijn voor een aansluiting zijn:
- Eemshaven Oudeschip: de beschikbare aansluitcapaciteit van 380 kV-station Eemshaven Oudeschip is 2,7 GW;
- Eemshaven Oostpolderweg (nog in ontwikkeling maar wel randvoorwaardelijk): voor de aansluiting van overige 2 GW van DDW en eventueel toekomstige windparken.

3.3 Waterstofverbinding (leidingen)

Windpark TNW

Zoals in de inleiding reeds is toegelicht, is windpark TNW (700 MW) aangewezen als voorkeurslocatie voor een circa 500 MW waterstofproductie demonstratieproject. Dit betekent dat TNW bij voorkeur wordt ingezet voor de productie van waterstof en wordt ontsloten met een leiding. Mocht waterstofproductie en transport geen reële optie zijn, dan zal de energie alsnog via een kabelsysteem van het windpark aangesloten moeten worden op de Eemshaven. Daarnaast wordt onderzocht of TNW met een extra elektrische verbinding gekoppeld kan worden met DDW, zodat op het moment dat de elektrolyse (500 MW) op vol vermogen draait, de overtollige energie (200 MW indien windpark TNW volledig wordt benut) afgevoerd kan worden richting DDW (500 MW elektrolyse vs. 700 MW windpark).

Uitgangspunt is dat de benodigde infrastructuur op zee voor het ontsluiten van TNW, uiterlijk in 2033 gereed is. Dit is opgenomen in tabel 1 van de Kamerbrief "Update aanvullende routekaart wind op zee" van 25 april 2024. Het platform op zee voor een waterstofverbinding vanuit TNW is geen onderdeel van PAWOZ. Dit platform wordt onderzocht in het kavelbesluit van TNW. De windturbines zelf en de parkbekabeling/waterstofleidingen van de windturbines naar het offshore platform maken eveneens geen onderdeel uit van de voorgenomen activiteit (zie ook paragraaf 1.4).

Toekomstige windparken

In PAWOZ wordt voorbij de scope van het waterstofdemonstratieproject gekeken. Dit betekent dat in de dimensionering van de leidingen rekening wordt gehouden met een mogelijke behoefte om in de toekomst meer energie in de vorm van waterstof naar land te transporteren. Deze waterstof kan ook afkomstig zijn van andere windparken dan TNW.

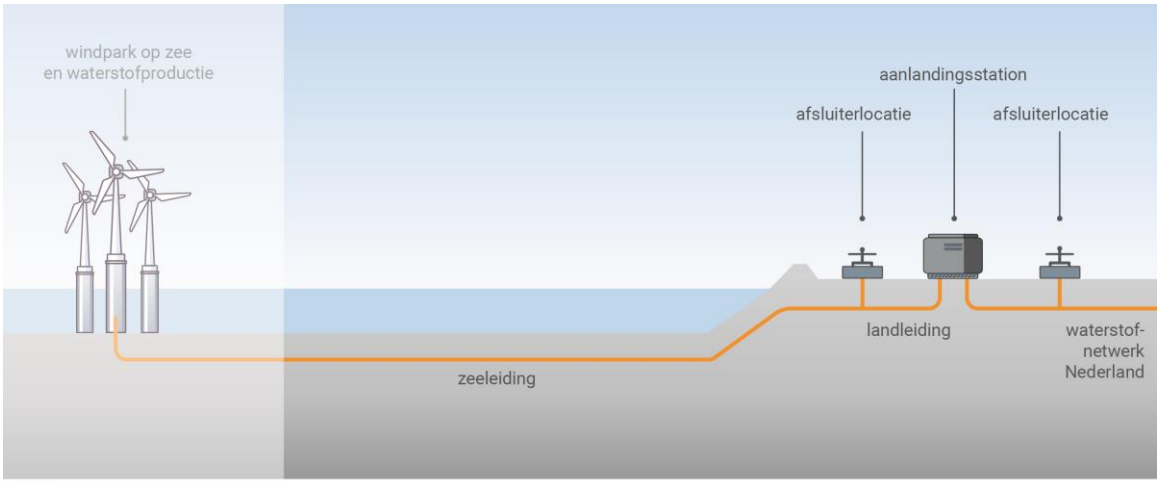
Voor het realiseren van de ambitie van 70 GW voor wind op zee wordt veelal naar noordelijke gebieden op de Nederlandse Noordzee gekeken, zoals zoekgebied 6/7. Deze gebieden lenen zich mogelijk voor waterstofproductie op zee. Ook voor de aansluiting van deze gebieden is de omgeving Eemshaven in beeld, maar er wordt ook gekeken naar andere gebieden in Nederland. Besluitvorming over de aansluiting van de nog aan te wijzen windgebieden vindt niet plaats in PAWOZ, maar in het Programma Verbindingen Aanlanding Wind Op Zee (pVAWOZ) 2031-2040. De onderzoeksopgave voor waterstofverbindingen naar toekomstige windparken bestaat uit twee extra leidingen boven op de leiding voor het ontsluiten van TNW (dus in totaal drie leidingen).

Systeemonderdelen waterstofverbinding

Een waterstofverbinding bestaat uit de volgende elementen (zie Afbeelding 3.1 en Afbeelding 3.7):
- platform op zee (geen onderdeel van PAWOZ);
- leidingen op zee;
- waterstof aanlandingsstation en afsluiterlocaties;
- leidingen op land.

In de volgende paragrafen zijn deze systeemonderdelen kort toegelicht.

Afbeelding 3.7 Schematische weergave van een waterstofverbinding



3.3.1 Platform op zee en waterstofproductie

Door middel van elektrolyse wordt met behulp van elektriciteit (opgewekt uit windenergie) water gesplitst in waterstof (in gasvorm) en zuurstof. Elektrolyse op zee kan plaatsvinden in de turbine zelf (decentraal) of opeen centraal punt. Bij centrale productie van waterstof, kunnen verschillende type onderconstructies worden overwogen. Deze afweging is geen onderdeel van PAWOZ.

Of en hoe waterstofproductie op zee wordt ontwikkeld na de realisatie van windparken TNW en DDW is buiten de scope van PAWOZ. Echter, binnen de scope van PAWOZ wordt al wel verkend of er op de Noordzee en in het Waddengebied ruimte is voor transport van waterstof vanaf zee naar de Eemshaven, ook voor transport van waterstof geproduceerd in toekomstige windparken die na TNW en DDW worden ontwikkeld.

3.3.2 Waterstofverbindingen (leidingen) op zee

Vanaf zee zal waterstof worden getransporteerd via leidingen naar land. Hiervoor kunnen verschillende opties worden overwogen:

- nieuw aan te leggen leidingen die uitsluitend voor waterstoftransport worden ontwikkeld;
- hergebruik van (delen van) bestaande gasleiding(en) die niet langer wordt gebruikt voor het transport van aardgas, meestal in combinatie met een nieuw aan te leggen route sectie.

In PAWOZ worden routes onderzocht voor de aanleg van nieuwe leidingen met een diameter van 48 inch. De uitgangspuntennotitie in Bijlage III gaat verder in op de dimensionering van de leidingen en op de aanlegtechnieken die toepasbaar zijn. Voor de routeontwikkeling is de maximale bochtstraal van een leiding (zie ook tekstkader ‘Bochtstraal’) een belangrijk onderwerp. In het Onderzoek Hergebruik Offshore Aardgasleidingen (OHA) wordt nader onderzoek uitgevoerd naar het hergebruik van bestaande aardgasleidingen op zee.

Bochtstraal

Voor een pijpleiding op zee dient rekening te worden houden met de bocht die een leiding kan maken. Dit wordt de bochtstraal genoemd. De benodigde bochtstraal wordt bepaald door onder andere de wrijving tussen het zeebed en de leiding en de krachten op de leiding tijdens de aanleg. Hoe groter (en zwaarder) de leiding, hoe groter de benodigde bochtstraal.

Voor het bepalen van de routes op de Waddenzee is uitgegaan van een bochtstraal van 2 km. Standaard wordt voor 48 inch leidingen uitgegaan van een bochtstraal van 5 km. Dit betekent dat verwacht moet worden, dat voor de 2 km bochtstraal aanvullende en mogelijk risico verhogende maatregelen vereist zijn. Het bepalen van de uiteindelijke bochtstraal van een leiding in een ontwerp is maatwerk, en sluit niet aan bij het detailniveau van PAWOZ.

Aanlegtechnieken leidingen op zee

De aanlegtechniek voor leidingen op zee is afhankelijk van onder andere de waterdiepte. Hieronder zijn de aanlegtechnieken die voor PAWOZ worden beschouwd kort toegelicht. Het gaat om:

- installatie met een pijpenlegschip en begraafmaterieel. Dit is de basistechniek bij voldoende waterdiepte;
- horizontaal gestuurde boring(en). Vooral toegepast bij kustkruisingen;
- een segmententunnel of microtunnel. Incidenteel toegepast bij kustkruisingen van droog naar nat.

Pijpenlegschip en begraafmaterieel

Voor offshore pijpleidingen in wateren met voldoende diepgang (minimaal circa 7 meter) wordt de aanleg van een pijpleiding uitgevoerd met een pijpenlegschip. Vanaf het schip loopt de pijpstreng naar de zeebodem om daar via nauwkeurige positionering van het schip op de definitieve locatie op de zeebodem geplaatst te worden. Voor de aanleg van pijpleidingen worden pijpelementen van 12 meter aangevoerd naar het schip en daar met lassen boven water aan de pijpstreng toegevoegd.

Voor waterdieptes van 7 tot 15-20 m worden voor de positionering van het schip ankers ingezet (geankerd pijpenlegschip). De ankers worden voor de voortgang met tussenpozen verplaatst. De impactzone van deze ankers en ankerkabels is, afhankelijk van waterdiepe en condities, circa 400 tot 500 meter aan beide zijden van het pijpenlegschip. De ankerkabels raken voor circa 50 % van de lengte het zeebed en zullen bij verplaatsing van het schip over het zeebed bewegen. Voor waterdieptes vanaf circa 15 à 20 m kan een dynamisch gepositioneerde pijpenlegschepen worden ingezet. Voor een dynamisch gepositioneerd legschip (DP: dynamic positioning) is de impactzone kleiner dan voor een geankerd schip.

Het begraven van een pijpleiding nadat deze door een pijpenlegschip op het zeebed gelegd is, wordt in het Engels ‘post-lay trenching’ genoemd. Hiervoor kunnen verschillende technieken worden overwogen: ploegen, het fluïdiseren of wegspuiten van de onderliggende grond of mechanische graafarmen. Het in te zetten materieel voor deze technieken heeft verschillende afmetingen en interactie met de zeebodem en hierdoor zal het oppervlak van vergraven en geroerde grond verschillen. De maximaal te behalen begraafdieptes middels ‘post-lay trenching’ is beperkt en afhankelijk van de grondeigenschappen, als richtlijn geldt voor een 48-inch leiding maximaal 1 meter in zand.

Horizontaal gestuurde boring(en) (HDD)

Een horizontaal gestuurde boring is een veel gebruikte installatiemethode om de kust te kruisen met een pijpleiding. De ervaring opgedaan met HDD’s is van land naar land (onshore leidingen voor het kruisen van (water)wegen bijvoorbeeld) of van land naar zee voor het kruisen van zeeweringen. Voor routes over het wantij wordt de inzet van meerdere HDD’s van een natte omgeving naar een natte omgeving onderzocht. Deze toepassing van HDD’s is minder gebruikelijk en daarmee innovatief te noemen.

Segmenttunnel of microtunnel

Als alternatief op het pijpenlegschip en post-lay trenching kan een microtunnel of een segmenttunnel worden overwogen voor de aanleg van een leiding. Een segmenttunnel als aanlegtechniek voor leidingen, is een ander type tunnel dan de tunnel die wordt onderzocht in X: Tunnel route. Een microtunnel kent een maximale afstand van circa 2 km en een maximale diameter van circa 2 tot 3,5 m. Een segmenttunnel, waarbij tijdens het boorproces de tunnelwand wordt opgebouwd door het plaatsen van segmenten, kan over een langere afstand worden aangelegd. Het werkterrein dat op land nodig is voor de aanleg van de microtunnel is circa 100 m x 100 m. Voor het tunnelsysteem (de X: Tunnel route), bestaande uit meerdere geboorde segmententunnels, is een groter werkterrein benodigd. Voor optimale fasering van de bouw en installatie is circa 300 m x 400 m benodigd. Dit geldt voor alle (toekomstige) tunnels en is inclusief een invoerschacht voor de pijpleiding en installatie van de kabelsystemen en is bovendien nog verder te optimaliseren. Deze aanlegtechnieken worden gezien als complexe methodes die alleen worden toegepast als er geen alternatieve aanlegtechnieken voorhanden zijn. Voor PAWOZ wordt naar de toepassing van segmenttunnels gekeken.

Open ontgraving

De meest toegepaste methode voor de aanleg van pijpleidingen op land is de open ontgraving (zie paragraaf 3.3.4). Deze techniek kan ook op zee worden toegepast in ondiepe wateren, bijvoorbeeld voor routes over het wantij. In dit geval wordt kan eventueel een constructie worden ingezet, ook wel trenchboxen of graafschotten, om de sleufwanden te stabiliseren en beschermen tegen instorting door het water om op deze wijze het vergraven oppervlak te beperken. Voor het plaatsen van de trenchboxen moet rekening gehouden worden met vergraving over de breedte van de trenchbox. Dit is circa 3,5 m.

Planning

De duur van de werkzaamheden voor de aanleg van een leiding op zee is onder andere afhankelijk van de aanlegtechniek, de leidinglengte en de route. Het uitgangspunt voor de effectstudies is dat er maximaal één leiding per jaar wordt aangelegd. Naar aanleiding van de resultaten van de effectbeoordeling kan onderbouwd worden afgeweken van dit uitgangspunt.

3.3.3 Waterstof aanlandingsstation en afsluiterlocaties

Uiteindelijk worden de leidingen aangesloten op het landelijke waterstofnetwerk op land van Gasunie (Waterstofnetwerk Nederland). Dit landelijke netwerk gaat grotendeels bestaan uit voormalige aardgasleidingen die worden omgezet naar leidingen bedoeld voor het transport van waterstof. Alle projectonderdelen voor waterstofleidingen van PAWOZ komen te liggen tussen de aanlandingszone en het aansluitpunt op het Waterstofnetwerk Nederland. De aanlandingszone is de plek waar de leidingen van zee het land opkomen (oftewel: aanlanden). Het aansluitpunt is waar de leidingen aansluiten op het Waterstofnetwerk Nederland.

De routes voor het waterstofnetwerk op land bestaan uit vier projectonderdelen: een waterstof aanlandingsstation, twee afsluiterlocaties en leidingen. Het ruimtebeslag van elk projectonderdeel is hieronder beschreven:

- **waterstof aanlandingsstation**:
  - het waterstof aanlandingsstation heeft een oppervlakte van 2 ha. Een aanname hierbij is dat compressie op zee plaatsvindt;
  - de locatie van dit station ligt tussen de aanlandingszone en het aansluitpunt, de locatie kan gecombineerd worden met één van de twee afsluiterlocaties;
  - dit waterstof aanlandingsstation wordt, indien mogelijk, gekoppeld aan een bestaande mijnbouwlocatie;
- **afsluiterlocatie**:
  - het afsluiterlocatie heeft een oppervlakte van 20 m bij 20 m;
  - één afsluiterlocatie ligt bij het aansluitpunt op Waterstofnetwerk Nederland en/of Waterstofnetwerk Noord-Nederland Noord - de leidingen van het Waterstofnetwerk Nederland en de leidingen van PAWOZ kunnen hier van elkaar worden afgesloten;

    - één afsluiterlocatie ligt bij de aanlandingszone - de leidingen op zee en de leidingen op land kunnen hier van elkaar worden afgesloten;
- **leidingen**: de aanleg van leidingen is hieronder verder uitgewerkt.

3.3.4 Waterstofverbindingen (leidingen) op land

De leidingen op land liggen tussen de aanlandingszones en de aansluitpunten. De leiding op land heeft dezelfde eigenschappen als de leiding op zee.

Aanlegtechnieken
De leidingen op land worden ondergronds aangelegd. Voor alle routes op land geldt dat het uitgangspunt is om de infrastructuur aan te leggen met een open ontgraving. Voor deze aanlegtechniek wordt een strook met een breedte van 41 meter aangehouden, met name voor het materieel dat wordt ingezet. Indien het niet mogelijk is om een open ontgraving te realiseren, wordt een perstechniek of een HDD ingezet. Een HDD wordt toegepast als er sprake is van een kruising over een afstand van 150 tot 1500 meter met:
- waterkeringen;
- watergangen (primair of grote breedte);
- bossen;
- spoor;
- snelwegen en provinciale wegen;
- overige waterstaatswerken;
- N2000-gebieden;
- Natuurnetwerk Nederland;
- buisleidingen gevaarlijke inhoud;
- hoogspanning;
- kabels & leidingen stroken;
- archeologische waardevolle locaties.

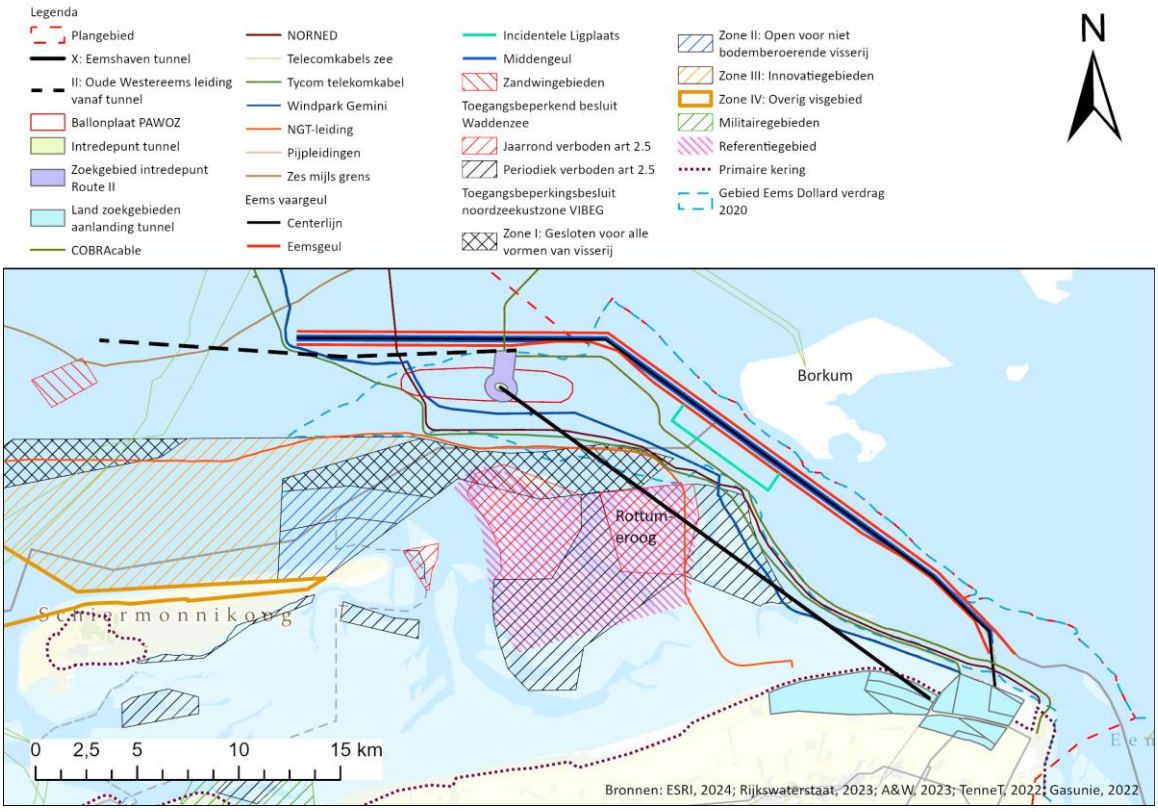
3.4 Tunnelsysteem

Voor de meeste routes die in PAWOZ in beeld zijn, voor zowel elektriciteit als waterstof, worden de aanlegtechnieken overwogen die in voorgaande paragrafen zijn toegelicht. Een uitzondering hierop is de X: Tunnel route, waarbij wordt onderzocht of elektrische- en waterstofinfrastructuur in een geboorde tunnelsysteem onder de Waddenzee kan worden aangelegd. Het doel van de X: Tunnel route is dat de Waddenzee en de Waddenkustzone op land akkerbouwgebied maximaal worden ontzien. De uitgangspunten die op dit alternatief van toepassingen zijn, wijken af van de uitgangspunten uit voorgaande paragrafen. Zo worden AC-verbindingen buiten de scope gelaten en direct gekeken naar aanleg van 2 x 2 GW DC-verbindingen in combinatie met een 48" waterstofleiding. Daarnaast wordt een toekomstscenario van 10 GW DC-verbindingen en 2 waterstofleidingen beschouwd.

Voor de ontwikkeling van een tunnelsysteem, is er een aanlandingspunt Eemshaven en een intredepunt op de Noordzee nodig, zoals aangegeven in Afbeelding 3.8. Voor Baseline 1 is een schetsontwerp opgesteld (hierna: SO) met varianten waarin kabelsystemen en leidingen worden gecombineerd in één tunnelbuis onder de Waddenzee, inclusief dwarsdoorsnedes en uitgangspunten rondom het intredepunt Noordzee en aanlandingspunt Eemshaven. Het intredepunt op de Noordzee ligt op de Ballonplaat (verschillende locaties op de Ballonplaat zijn onderzocht op basis van eerder uitgevoerd onderzoek: "Optimal OWF export cable route alternatives towards Eemshaven – A morphological assessment and preliminary hydrodynamic modeling to determine best location for a tunnel exit at Ballonplaat", Waterproof, d.d. 13/3/2023). Vanaf het intredepunt zal de X: Tunnel route aansluiten op II: Oude Westereems route. Voor deze aansluiting is een zoekgebied opgenomen. Dit is zoekgebied intredepunt route II. Voor het aanlandingspunt nabij de Eemshaven wordt met zoekgebieden gewerkt.

De uitvoering van de geboorde tunnel vindt plaats door vanaf zowel het intredepunt op de Noordzee als vanaf het aanlandingspunt Eemshaven met tunnelboormachines een tunnel te boren. Dit kan voor meerdere tunnelbuizen tegelijk.

Afbeelding 3.8 X: Tunnel route met gemarkeerde zoekgebieden voor een aanlandingspunt Eemshaven en een intredepunt op de Noordzee met een zoekgebied voor de aansluiting met II: Oude Westereems route



Na Baseline 1 (SO) is de technische haalbaarheid van de tunnel richting Baseline 2 verder onderzocht. Op basis van de haalbaarheidsstudie blijkt dat het combineren van de beoogde stroomvermogens (10,7 GW) middels verschillende typen elektrische verbindingen (gelijkstroom (het 2 GW DC-concept) en wisselstroom (700 MW AC-concept)) met leidingen voor transport van waterstof in één tunnelbuis (single-tube) te grote risico's met zich meebrengt. Daarom is richting Baseline 3 het ontwerp aangepast naar een concept met meerdere tunnelbuizen (multi-tube) waarover de kabelsystemen en leidingen worden verspreid. Om het aantal verschillende configuraties te beperken is AC buiten de scope van dit onderzoek gehouden.

Het uitgangspunt is dat meerdere tunnelbuizen vanaf één intredepunt op de Ballonplaat en één aanlandingspunt in de Eemshaven kunnen worden gebouwd, parallel aan elkaar. Deze aanpassing in het ontwerp verlaagt de technische complexiteit en daarmee de bijbehorende risico's. Aanpassingen in het ontwerp zijn verder toegelicht in hoofdstuk 14. In Baseline 3 is de technische haalbaarheid van dit concept grotendeels vastgesteld. De impact van kortsluiting in een kabelsysteem op de tunnelwand is nog onzeker. Om die reden kan nog niet volledig worden vastgesteld dat de geboorde tunnels technisch haalbaar zijn.

Fasering

Op basis van een verder uitgewerkt tunnelsysteem, gekozen alignement en beperkte grondgegevens is een fasering en planning opgesteld. Het betreft een volledig uitgewerkte realisatieplanning (projectplanning level 3) met enige onzekerheid op de boorsnelheid wegens ontbrekende grondparameters. Er is daarom gewerkt met een ‘conservatief doch realistische aanname’. Momenteel wordt geschat dat het intredepunt op de Noordzee in één zomerseizoen, maximaal twee zomerseizoenen, gerealiseerd kan worden. Nadat het intredepunt is gerealiseerd, worden twee schachten gerealiseerd waarna de eerste tunnelbuizen worden geboord. De tunnels worden vanaf twee zijden geboord (vanaf intredepunt Noordzee op zee en vanaf aanlandingspunt Eemshaven), waarna een ondergrondse koppeling plaatsvindt. De grond uit de tunnelbuizen wordt afgevoerd of lokaal gebruikt voor het opvullen van het intredepunt Noordzee.

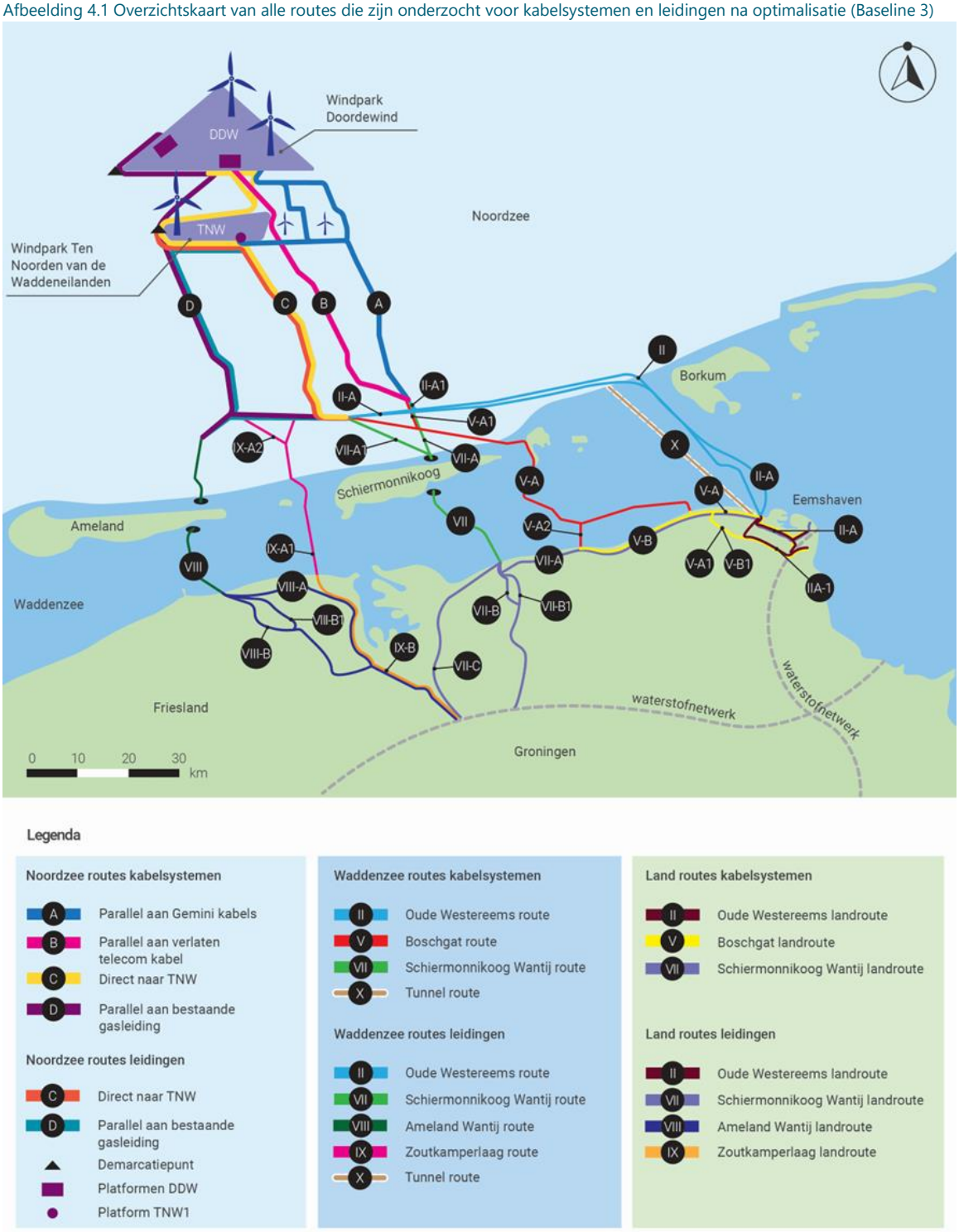
4

OVERZICHT VAN ALLE ROUTES

In totaal zijn vanuit Baseline 0 (de NRD), vier routes op de Noordzee, tien Waddenzeeroutes en zes landroutes onderzocht. De grens tussen de Noordzeeroutes en de Waddenzeeroutes wordt gemarkeerd door de 6-mijlsgrens. Zoals beschreven in Hoofdstuk 2 is tussen Baseline 1 en Baseline 2 en Baseline 2 en Baseline 3 vastgesteld of routes niet technisch uitvoerbaar en/of niet vergunbaar zijn. Deze routes zijn getrechterd. De routes die niet zijn getrechterd worden onderzocht in het planMER en de IEA.

Afbeelding 4.1 geeft de routes weer die zijn onderzocht in Baseline 3. Dit is het resultaat van het route-ontwikkelingsproces dat in deze notitie is beschreven. Op de kaart staan de routenummers (zoals A, II, etc.) in combinatie met de bijbehorende varianten (A, A1, etc.). Bijvoorbeeld II-A is de II: Oude Westereems (land)route A. De overzichtskaart is ook vergroot opgenomen in Bijlage IV. Tabel 4.1 toont een overzicht van de routes voor kabelsystemen en geeft daarbij aan welke zijn getrechterd en waarom. Tabel 4.2 toont een overzicht van de routes voor leidingen en geeft daarbij aan welke zijn getrechterd en waarom.

Afbeelding 4.1 Overzichtskaart van alle routes die zijn onderzocht voor kabelsystemen en leidingen na optimalisatie (Baseline 3)



Tabel 4.1 Elektrische verbinding: overzicht van alle routes uit de NRD waarbij is aangegeven of de routes zijn onderzocht in Baseline 3

Zone	Hoofdstuk	Route	Route naam	Onderzocht in Baseline 3?	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal) *Indien getrechterd; toelichting op trechtering*
Noordzee	5	A	Parallel aan Gemini kabels	ja	7 kabelsystemen
	5	B	Parallel aan verlaten telecom kabel	ja	7 kabelsystemen
	5	C	Direct naar TNW	ja	7 kabelsystemen en 3 leidingen
	5	D	Parallel aan bestaande gasleiding	ja	7 kabelsystemen en 3 leidingen
Wadden-gebied	6	I	Meeuwenstaart route	Getrechterd (BL1 - BL2)	*Baggerwerkzaamheden voor de aanleg van zowel kabelsystemen als leidingen ter plaatse van de Meeuwenstaart (ondiepe zandplaat) leiden tot permanente veranderingen van morfologische kenmerken in gebied. Door veranderingen in het systeem kunnen significant negatieve effecten op dit vogelrichtlijnengebied niet worden uitgesloten en kunnen deze niet gemitigeerd of gecompenseerd worden.*
	7	II	Oude Westereems route (A, A1)	ja	6 kabelsystemen óf 3 leidingen óf 1 kabelsysteem en 3 leidingen óf 2 kabelsystemen en 1 leiding
	8	III	Horsborngat route	Getrechterd (BL1 - BL2)	*Op basis van de benodigde aanlegwerkzaamheden voor zowel kabelsystemen als leidingen heeft LNV beoordeeld dat een vergunning voor deze route lijkt uitgesloten. Daarnaast zijn de gevoelige periodes in beeld gebracht van de soorten die in dit gebied voorkomen. Op basis daarvan is vastgesteld dat het niet realistisch is om de werkzaamheden voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen geheel buiten de gevoelige periodes uit te voeren. Wanneer wel binnen de gevoelige periodes wordt gewerkt kunnen significante effecten op vogels en zeehonden niet worden uitgesloten. Op basis van een analyse van de "C" van de ADC-toets is vastgesteld dat compensatie van de effecten niet haalbaar is.*
	9	IV	Geul Rottums route	Getrechterd (BL1 - BL2)	
	10	V	Boschgat route (A, A1, A2)	ja	1 kabelsysteem
	11	VII	Schiermonnikoog Wantij route (A, A1)	ja	7 kabelsystemen en 3 leidingen
	14	X	Tunnel route	ja	5 (DC) kabelsystemen en 2 leidingen
Land	15	XI	Dijkvariant B route	Getrechterd (BL1 - BL2)	*Zowel op het gebied van aanleg als beheer sluiten de eisen van het Waterschap voor de kering en de eisen van TenneT (kabelsystemen) en Gasunie (leidingen) niet op elkaar aan.*
	16	II	Oude Westereems landroute (A, A1)	ja	7 kabelsystemen en 3 leidingen
	16	V	Boschgat landroute (A, A1, B, B1)	ja	1 kabelsysteem
	16	VII	Schiermonnikoog Wantij landroute (A)	ja	7 kabelsystemen en 3 leidingen

Tabel 4.2 Waterstofverbinding: overzicht van alle routes uit de NRD waarbij is aangegeven of de routes zijn onderzocht in Baseline 3

Zone	Hoofdstuk	Route	Route naam	Onderzocht in Baseline 3?	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal) *Indien getrechterd; toelichting op trechtering*
Noordzee	5	A	Parallel aan Gemini kabels	Getrechterd (BL1 - BL2)	*Een waterstofverbinding langs route A, de meest oostelijke route, is geografisch gezien niet logisch omdat waterstofverbindingen westelijk van deze route starten vanaf windgebied TNW of vanaf het demarcatiepunt PAWOZ en pVAWOZ.*
	5	B	Parallel aan verlaten telecomkabel	Getrechterd (BL1 - BL2)	*Een waterstofverbinding langs route B, de op een na meest oostelijke route, is geografisch gezien niet logisch omdat waterstofverbindingen westelijk van deze route starten vanaf windgebied TNW of vanaf het demarcatiepunt PAWOZ en pVAWOZ.*
	5	C	Direct naar TNW	ja	7 kabelsystemen en 3 leidingen
	5	D	Parallel aan bestaande gasleiding	ja	7 kabelsystemen en 3 leidingen
Wadden-gebied	6	I	Meeuwenstaart route	Getrechterd (BL1 - BL2)	*Baggerwerkzaamheden voor de aanleg van zowel kabelsystemen als leidingen ter plaatse van de Meeuwenstaart (ondiepe zandplaat) leiden tot permanente veranderingen van morfologische kenmerken in gebied. Door veranderingen in het systeem kunnen significant negatieve effecten op dit vogelrichtlijnengebied niet worden uitgesloten.*
	7	II	Oude Westereems route	ja	6 kabelsystemen óf 3 leidingen óf 1 kabelsysteem en 3 leidingen óf 2 kabelsystemen en 1 leiding
	8	III	Horsborngat route	Getrechterd (BL1 - BL2)	*Op basis van de benodigde aanlegwerkzaamheden voor zowel kabelsystemen als leidingen heeft LNV beoordeeld dat een vergunning voor deze route lijkt uitgesloten. Daarnaast zijn de gevoelige periodes in beeld gebracht van de soorten die in dit gebied voorkomen. Op basis daarvan is vastgesteld dat het niet realistisch is om de werkzaamheden voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen geheel buiten de gevoelige periodes uit te voeren. Wanneer wel binnen de gevoelige periodes wordt gewerkt kunnen significante effecten op vogels en zeehonden niet worden uitgesloten. Bij het doorlopen van de ADC-toets is vastgesteld dat compensatie van de effecten niet haalbaar is.*
	9	IV	Geul Rottums route	Getrechterd (BL1 - BL2)	
	10	V	Boschgat route	Getrechterd (BL1 - BL2)	*Voor de toegang van materieel in het Boschgat zijn baggerwerkzaamheden nodig. Het volume dat wordt gebaggerd en verspreid is 6 miljoen m^3. Deze zelfde route door het Boschgat is beschouwd voor het project NOZ TNW, met een kleiner baggervolume. Deze route is vanwege de grote slibpluim en de effecten daarvan op de natuurwaarden getrechterd.*
	11	VII	Schiermonnikoog Wantij route	ja	7 kabelsystemen en 3 leidingen
	12	VIII	Ameland Wantij route	ja	3 leidingen

Zone	Hoofdstuk	Route	Route naam	Onderzocht in Baseline 3?	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal) *Indien getrechterd; toelichting op trechtering*
	13	IX	Zoutkamperlaag route		3 leidingen
	14	X	Tunnel route	ja	5 (DC) kabelsystemen en 2 leidingen
Land	15	XI	Dijkvariant B route	Getrechterd (BL1 - BL2)	*Omdat zowel op het gebied van aanleg als beheer sluiten de eisen van het Waterschap voor de kering en de eisen van TenneT (kabelsystemen) en Gasunie (leidingen) niet op elkaar aansluiten is deze route niet haalbaar. De route wordt daarom niet verder onderzocht in PAWOZ.*
	17	II	Oude Westereems landroute (A, A1)	ja	7 kabelsystemen en 3 leidingen
	17	VII	Schiermonnikoog Wantij landroute (A)	ja	7 kabelsystemen en 3 leidingen
	17	VII	Schiermonnikoog Wantij landroute (B, B1, C)	ja	3 leidingen
	17	VIII	Ameland Wantij landroute (A, B, B1)	ja	3 leidingen
	17	IX	Zoutkamperlaag landroute A	Getrechterd (BL2 - BL3)	*Omdat zowel op het gebied van aanleg als beheer sluiten de eisen van het Waterschap voor de kering en de eisen van TenneT (kabelsystemen) en Gasunie (leidingen) niet op elkaar aansluiten is deze route niet haalbaar. De route wordt daarom niet verder onderzocht in PAWOZ.*
	17	IX	Zoutkamperlaag landroute B	ja	3 leidingen

In Hoofdstuk 5 t/m 17 (zie kolom 2 in Tabel 4.1 en Tabel 4.2) zijn de individuele routes nader toegelicht. Hoofdstuk 5 gaat in op de routes op de Noordzee, tussen de windenergiegebieden TNW en DDW en de 6-mijlsgrens (Noordzee). In Hoofdstukken 6 t/m 15 zijn de routes door het Waddengebied opgenomen. De laatste hoofdstukken (Hoofdstukken 16 en 17) gaan over de routes op land. Ieder hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

- status route;
- algemene toelichting op route, inclusief routeprincipe en toelichting op installatiemethode.

De routeoptimalisaties die zijn doorgevoerd tussen Baseline 0 en Baseline 3 en eventuele trechtering van routes zijn toegelicht in Bijlage V.

5

NOORDZEEROUTES A TOT EN MET D

5.1 Status van routes

Voor elektrische verbindingen starten de Noordzeeroutes in windgebieden DDW en TNW. Voor waterstofverbindingen starten de routes in windgebied TNW waar het waterstofdemonstratieproject plaats gaat vinden. Het eindpunt van de routes door de Noordzee is de 6-mijlsgrens.

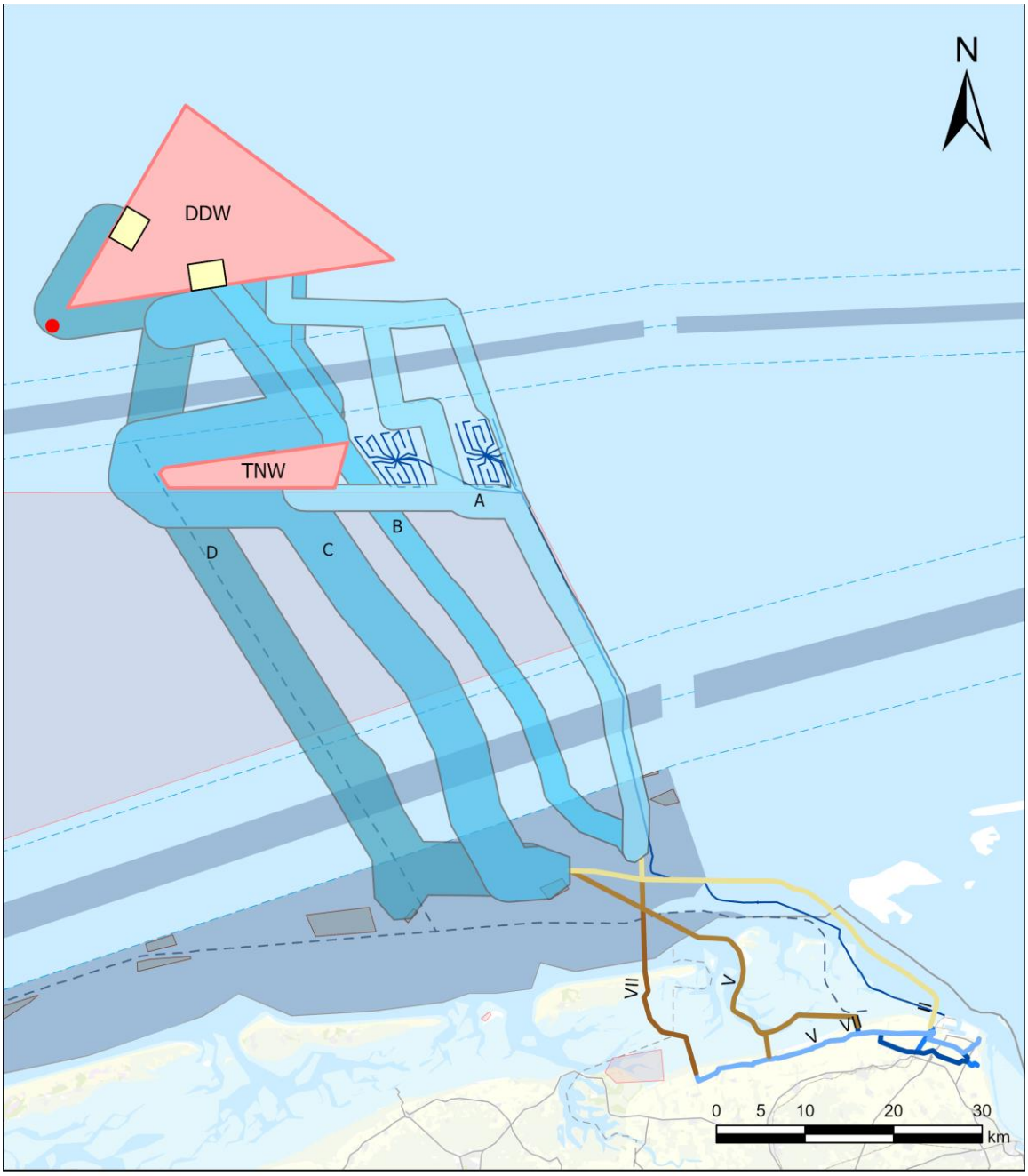
De Noordzeeroutes zijn beschreven in de NRD (Baseline 0). Het gaat om Route A: Parallel aan Gemini kabels, Route B: Parallel aan verlaten telecom kabel, Route C: Direct naar TNW en Route D: Parallel aan bestaande gasleiding.

Kabelsystemen

Afbeelding 5.1 toont een kaart van de Noordzeeroutes die voor de aanleg van kabelsystemen zijn onderzocht in Baseline 3. Afbeelding 5.3 toont een schematisch overzicht van de trechtering van de Noordzeeroutes.

Voor Baseline 1 zijn de routeontwerpen van de Noordzeeroutes voor kabelsystemen door TenneT uitgewerkt (zie Bijlage II). Tussen Baseline 1 en Baseline 3 hebben voor Route A: Parallel aan Gemini kabels, Route C: Direct naar TNW en Route D: Parallel aan bestaande gasleiding ontwerpoptimalisaties plaatsgevonden. Bijlage V beschrijft de doorgevoerde ontwerpoptimalisaties. Een beschrijving van het Baseline 3 Routeontwerp voor de Noordzeeroutes voor kabelsystemen volgt in de volgende paragraaf.

Afbeelding 5.1 Elektrische verbindingen (kabelsystemen) - Noordzeeroutes Baseline 3



Legenda

- Demarcatie VAWOZ kabels
- Zoekgebied platform Doordewind
- Windenergiegebied
- Zandwingebieden
- Militaire gebieden
- Seperatiezones verkeerscheidingstelsel op de Noordzee
- Begrenzing verkeerscheidingstelsel op de Noordzee
- Windpark Gemini
- NGT-Leiding

Noordzee routecorridors 6 km TenneT

- A: Parallel aan Gemini kabels
- B : Parallel aan verlaten telecomkabel
- C: Direct naar TNW
- D: Parallel aan bestaande gasleiding

Waddenzee routes TenneT

- II: Oude Westereems route
- V: Boschgat route
- VII: Schiermonnikoog Wantij route

Landroutes TenneT

- II: Oude Westereems landroute
- V: Boschgat landroute
- VII: Schiermonnikoog Wantij landroute

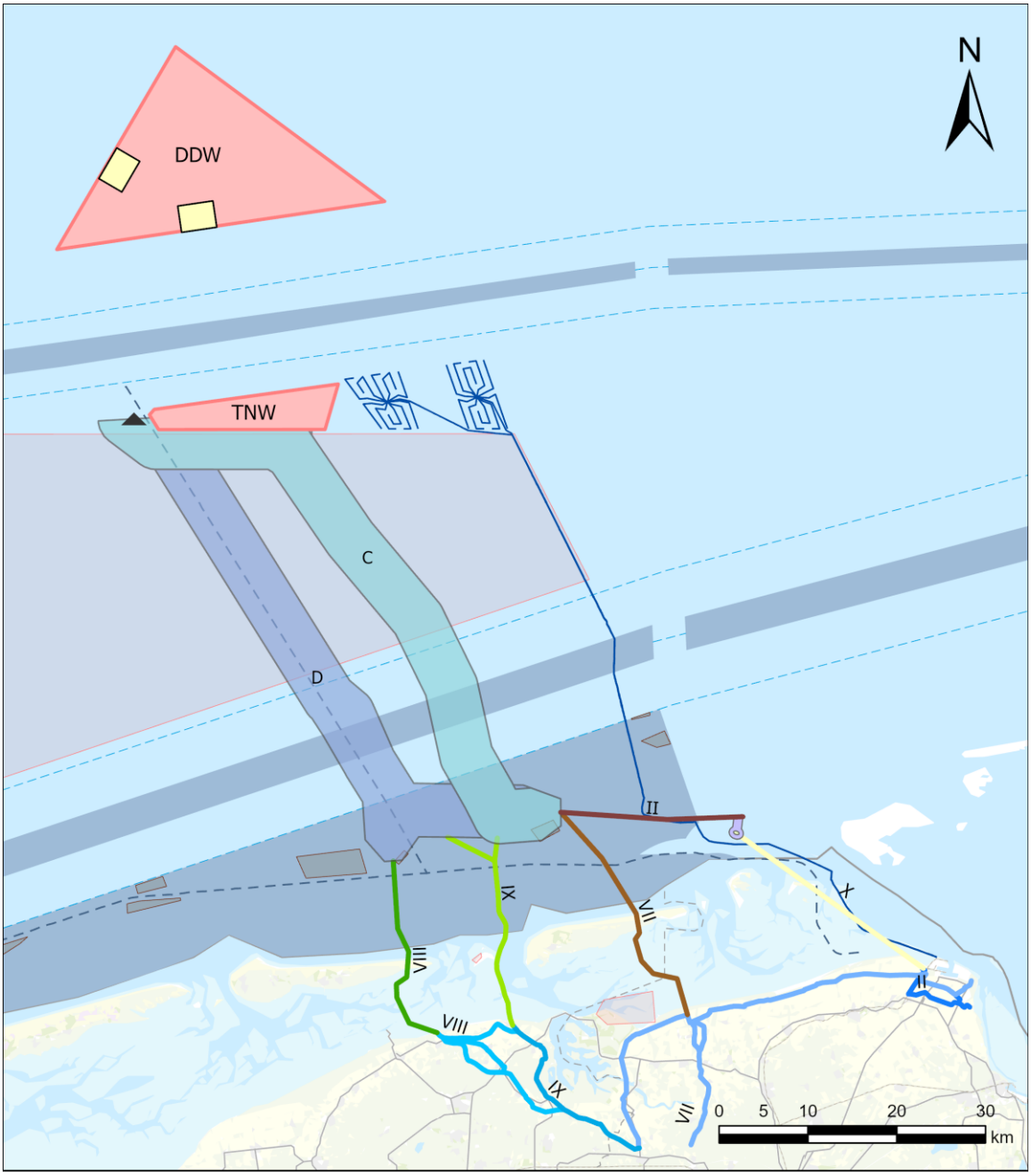
Leidingen

Afbeelding 5.2 toont een kaart van de Noordzeeroutes die voor de aanleg van leidingen zijn onderzocht in Baseline 3. Afbeelding 5.3 toont een schematisch overzicht van de trechtering van de Noordzeeroutes.

Voor Baseline 1 zijn de routeontwerpen van de Noordzeeroutes voor leidingen door Gasunie uitgewerkt (zie Bijlage II). Tussen Baseline 1 en Baseline 2 zijn Route A: Parallel aan Gemini kabels en Route B: Parallel aan verlaten telecom kabel voor Gasunie afgevallen. Een waterstofverbinding langs Noordzeeroute A en/of Noordzeeroute B, de meest oostelijke routes, zijn geografisch gezien niet logisch, omdat waterstofverbindingen westelijk van deze route starten vanaf windgebied TNW. In Bijlage V is de redeneerlijn voor het af laten vallen van Noordzeeroutes A en B nader toegelicht.

Tussen Baseline 1 en Baseline 2 hebben voor Route C: Direct naar TNW en Route D: Parallel aan bestaande gasleiding een aantal ontwerpoptimalisaties plaatsgevonden. Aanvullend is tussen Baseline 2 en Baseline 3 het demarcatiepunt tussen pVAWOZ en PAWOZ verplaatst van ten westen van windgebied DDW naar windgebied TNW. Noordzeeroute C en Noordzeeroute D zijn hierop aangepast. In Bijlage V worden de doorgevoerde ontwerpoptimalisaties voor Noordzeeroutes C en D nader toegelicht.

Afbeelding 5.2 Waterstofverbindingen - Noordzeeroutes Baseline 3



Legenda

- Zoekgebied platform Doordewind
- Zoekgebied intredepunt Route II
- Intredepunt tunnel
- Windenergiegebied
- Demarcatie VAWOZ leidingen
- Seperatiezones verkeerscheidingstelsel op de Noordzee
- Militaire gebieden
- Zandwingebieden
- Begrenzing verkeerscheidingstelsel op de Noordzee
- NGT-Leiding
- Windpark Gemini

Noordzee routecorridors 6 km Gasunie

- C: Direct naar TNW
- D: Parallel aan bestaande gasleiding

Waddenzee routes Gasunie

- II: Oude Westereems leiding vanaf tunnel
- VII: Schiermonnikoog Wantij route
- VIII: Ameland Wantij route
- IX: Zoutkamperlaag route
- X: Eemshaven tunnel

Landroutes Gasunie

- II: Oude Westereems landroute
- VII: Schiermonnikoog Wantij route
- VIII: Ameland Wantij route
- IX: Zoutkamperlaag

Afbeelding 5.3 Routeontwikkeling tussen Baseline 0 en Baseline 3 voor Noordzeeroutes A, B, C en D

5.2 Toelichting op routes kabelsystemen

5.2.1 A: Parallel aan Gemini kabels

Route A: Parallel aan Gemini kabels (de meest oostelijke Noordzeeroute) start vanaf windpark DDW. Vanuit windpark DDW kruist de route een scheepvaartroute (VSS Oost Friesland). Vervolgens zijn er twee varianten. Een variant loopt tussen de Gemini windparken, de andere variant loopt erlangs via de oostelijke kant. De oostelijke variant ligt tegen de grens met Duitsland.

Vanuit windpark TNW loopt de route richting het Gemini windpark (in het oosten) en buigt de route ten zuiden van Gemini windpark naar het zuidoosten.

Ten zuidoosten van het Gemini windpark komen de routes vanuit windparken TNW en DDW samen en vormen ze één route. Deze route ligt parallel aan de bestaande Gemini kabels richting de Eemshaven. De route doorkruist aan de oostelijke rand het militaire oefengebied van Defensie. Ook doorkruist de route het westelijk deel van de Borkumse Stenen, (een gebied met bijzondere natuurwaarden, harde structuren op de bodem zoals grind en stenen, zwerfkeien en korstachtige structuren), en de zuidelijke scheepvaartroute (Terschelling German Bight). De route sluit aan op de Waddenzeeroutes en op de 6-mijlsgrens van de kust.

5.2.2 B: Parallel aan verlaten telecom kabel

Route B: Parallel aan verlaten telecom kabel (Tycom telecom kabel) start vanaf windpark DDW. Vervolgens kruist de route de noordelijke scheepvaartroute (Oost Friesland) en loopt de route tussen de windparken TNW en Gemini door. De route loopt daarna parallel aan de verlaten Tycom telecom kabel richting de Eemshaven. De route doorkruist het militaire oefengebied en het westelijk deel van de Borkumse Stenen. Tenslotte doorkruist de route de zuidelijke scheepvaartroute (Terschelling German Bight). De route sluit aan op de Waddenzeeroutes en op de 6-mijlsgrens van de kust.

5.2.3 C: Direct naar TNW

De route C: Direct naar TNW start vanaf windpark DDW voor kabelsystemen en vanaf windpark TNW voor leidingen. Vanaf windpark DDW kruist de route de noordelijke scheepvaartroute (Oost Friesland). Vervolgens ligt deze ten westen van windpark TNW. Vanaf het windpark TNW loopt een aparte route van oost naar west. Ten zuiden van windpark TNW komen de routes van TNW en DDW samen waarna ze één route vormen. Daarna loopt de route zo rechtstreeks als mogelijk richting de Eemshaven. Het militaire oefengebied van Defensie en de zuidelijke scheepvaartroute (Terschelling German Bight) worden doorkruist. De route sluit aan op de Waddenzeeroutes en op de 6-mijlsgrens van de kust.

5.2.4 D: Parallel aan bestaande gasleiding

Route D: Parallel aan bestaande gasleiding (de NGT-leiding) start voor kabelsystemen vanaf windpark DDW en voor leidingen vanaf windpark TNW. Vanaf windpark DDW kruist de route de noordelijke scheepvaartroute (Oost Friesland). De route vanaf windpark DDW loopt rondom de westkant van het windpark TNW en de NGT-leiding. De route voor leidingen vanuit windpark TNW sluit ten zuidwesten van TNW aan op de route voor kabelsystemen vanaf windpark DDW, waarna ze één route vormen. De route loopt vanaf daar parallel aan de bestaande NGT-leiding richting het zuidoosten. De route loopt aan de oostelijke kant van deze gasleiding. Het militaire oefengebied van Defensie en de zuidelijke scheepvaartroute (Terschelling German Bight) worden doorkruist. De route sluit aan op de Waddenzeeroutes en op de 6-mijlsgrens van de kust.

5.2.5 Installatiemethode - kabelsystemen

Installatiemethode

De aanvoer en installatie van kabelsystemen in de Noordzeeroutes wordt voorzien door kabelinstallatieschepen. Aan boord van deze schepen wordt een bepaalde hoeveelheid kabelsysteem (circa 40 km) geladen. Afhankelijk van de gekozen installatiemethode wordt het kabelsysteem eerst op het zeebed neergelegd en vervolgens begraven (dit wordt post-lay burial genoemd) óf het kabelsysteem wordt gelegd en direct begraven (dit wordt simultaneous lay and burial genoemd). In paragraaf 2.1.2.2 van Bijlage II zijn een aantal afbeeldingen opgenomen van materieel die kunnen worden ingezet voor het uitvoeren van deze werkzaamheden.

Kruisingen
De Noordzeeroutes kruisen meerdere bestaande kabels en leidingen. Er zijn verschillende technieken voor het kruisen van infrastructuur op de Noordzee. Elke techniek is erop gericht om een scheiding aan te brengen tussen de kabelsystemen (525 of 220 kV) en de te kruisen kabel of leiding. Welke techniek uiteindelijk wordt toegepast, is afhankelijk van de lokale context en van afspraken tussen TenneT en de eigenaar van de kabel of leiding.

Mofverbindingen
Een kabelinstallatieschip kan op de Noordzee doorgaans 40 km aan kabelsysteem transporteren. Omdat de Noordzeeroutes een langere afstand overbruggen, kan de aanlegoperatie niet in één keer worden uitgevoerd. Met moffen worden twee kabeldelen met elkaar verbonden (zie voor een toelichting hoofdstuk 3). Op de zeebodem wordt een mofput gebaggerd. De mof wordt in de mofput geplaatst. De afmetingen van de mofput en daarmee het te baggeren volume, wordt in een latere fase uitgewerkt.

5.2.6 Installatiemethode - leidingen

Installatiemethode
Voor de aanleg van leidingen langs de Noordzeeroutes wordt gebruik gemaakt van een pijpenlegschip met dynamisch positioneringssysteem en begraafmaterieel. Deze installatiemethode is toegelicht in paragraaf 3.3.2.

Kruisingen
De Noordzeeroutes kruisen meerdere bestaande kabels en leidingen. Verlaten kabels worden verwijderd voorafgaand aan de aanleg van de leiding. Er zijn verschillende technieken voor het kruisen van infrastructuur op de Noordzee. Elke techniek is erop gericht om een scheiding aan te brengen tussen de leiding en de te kruisen infrastructuur. Welke techniek uiteindelijk wordt toegepast is afhankelijk van de lokale context en van afspraken tussen Gasunie en de eigenaar van de kabel of leiding.

5.2.7 Breedte corridor en te onderzoeken configuratie kabelsystemen en/of leidingen

Afbeelding 5.1 en Afbeelding 5.2 tonen de corridors die zijn onderzocht voor de Noordzeeroutes. De volgende alinea's lichten per route toe welke breedte de corridors hebben en wat de maximale technisch maakbare configuratie van kabelsystemen en/of leidingen is.

A: Parallel aan Gemini kabels
Noordzeeroute A is onderzocht voor de aanleg van kabelsystemen. Voor deze route wordt een corridor met een variërende breedte onderzocht in het planMER en de IEA. Langs grote delen van de corridor is de breedte 3 km, op het smalste deel is de corridor circa 1 km breed. In de corridor is een maximale technisch maakbare configuratie van 7 kabelsystemen onderzocht.

B: Parallel aan verlaten telecom kabel
Noordzeeroute B is onderzocht voor de aanleg van kabelsystemen. Voor deze route wordt een corridor van 3 km breed onderzocht in het planMER en de IEA, met een maximale technisch maakbare configuratie van 7 kabelsystemen.

C: Direct naar TNW en D: Parallel aan bestaande gasleiding
Noordzeeroutes C en D zijn zowel onderzocht voor elektrische als voor waterstofverbindingen. Voor deze routes wordt een corridor van 6 km onderzocht in het planMER en de IEA, met een maximale technisch maakbare configuratie van 7 kabelsystemen en 3 leidingen.

6

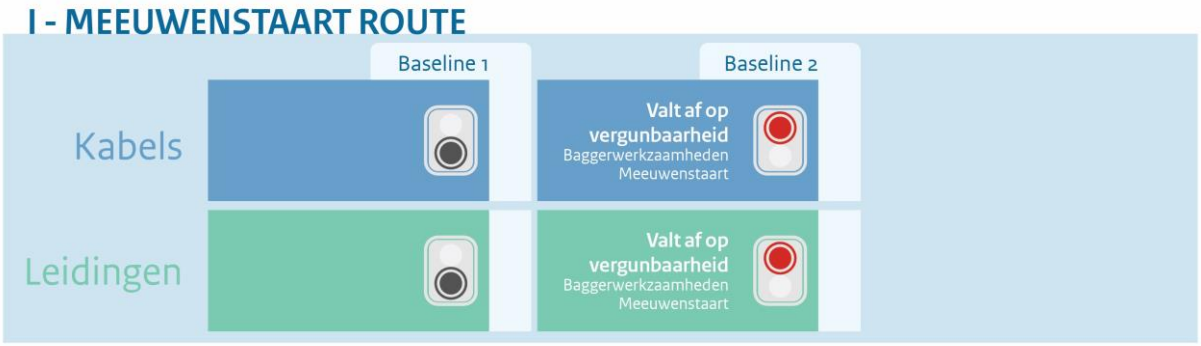
I: MEEUWENSTAART ROUTE

6.1 Status van route

De I: Meeuwenstaart route is beschreven in de NRD (Baseline 0). Voor Baseline 1 is het routeontwerp voor de I: Meeuwenstaart route door TenneT en Gasunie uitgewerkt (zie respectievelijk Bijlage II en III). Een beknopte beschrijving van het Baseline 1 Routeontwerp volgt in de volgende paragraaf.

Op basis van niet uit te sluiten en niet te compenseren significant negatieve effecten van de aanleg bij zowel kabelsystemen als leidingen is deze route tussen Baseline 1 en Baseline 2 als niet vergunbaar beoordeeld. Baggerwerkzaamheden voor de aanleg van zowel kabelsystemen als leidingen ter plaatse van de Meeuwenstaart (ondiepe zandplaat) leiden tot permanente veranderingen van morfologische kenmerken in gebied. Door veranderingen in het ecosysteem kunnen significant negatieve effect op dit vogelrichtlijnengebied niet worden uitgesloten. Optimalisaties voor het beperken van de effecten zijn onderzocht, maar leiden niet tot een beperking van de significantie van de effecten. De route is daarom afgevallen en in Baseline 3 niet verder onderzocht voor kabelsystemen en leidingen in PAWOZ. In Bijlage V wordt de redeneerlijn voor het laten afvallen van deze route voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen nader toegelicht.

Afbeelding 6.1 Routeontwikkeling tussen Baseline 0 en Baseline 3



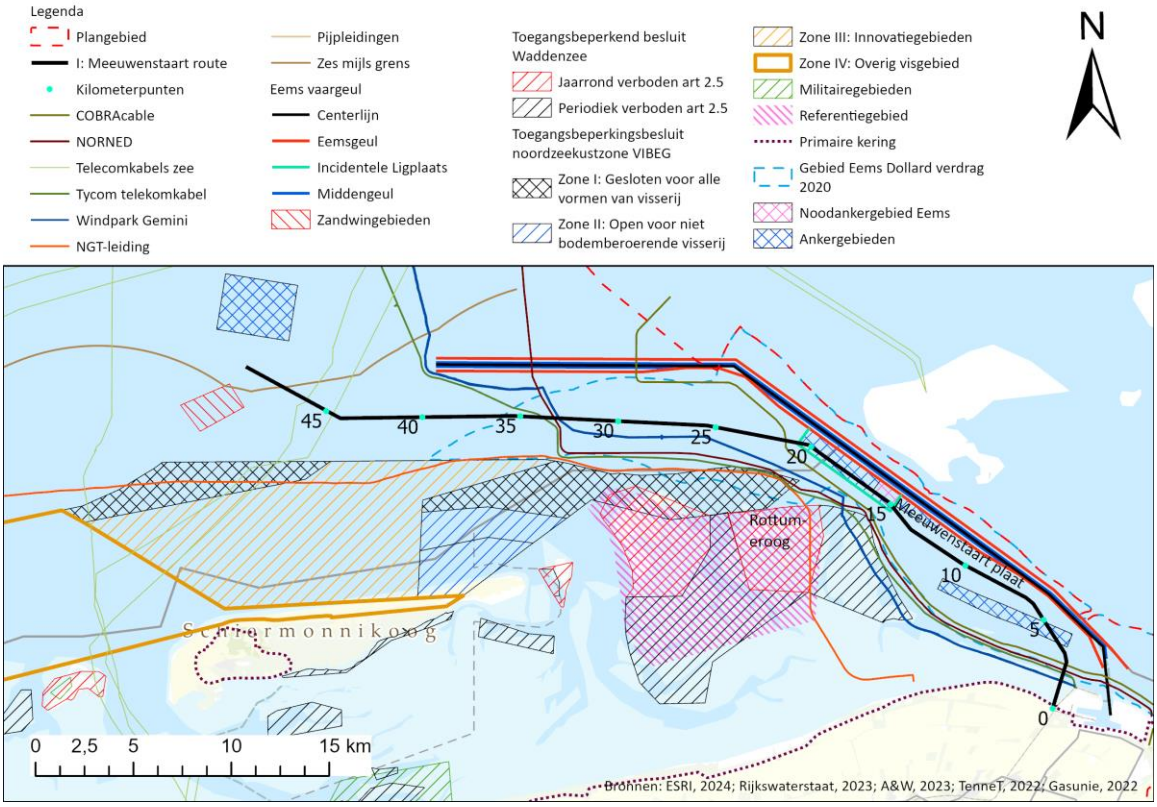
6.2 Toelichting op route (Baseline 1)

Algemene toelichting

De I: Meeuwenstaart route is van de routes door het Waddengebied de meest oostelijke route en is beschouwd voor zowel leidingen als kabelsystemen. In de basis betreft het een route die gebruik maakt van ondiepe delen van de Waddenzee om zo bij installatie de scheepvaart zo min mogelijk te hinderen. Een groot deel van de route loopt door het Eems-Dollard verdragsgebied. Vanaf land kruist de route de primaire kering ten westen van de Eemshaven. Vervolgens wordt de Oude Westereems overgestoken, waarbij een ankergebied wordt doorkruist. Hierna loopt de route over de ondiepe Meeuwenstaart-plaat in de Eemsmonding. De COBRA-kabel ten noordoosten van Rottumeroog wordt gekruist.

De route loopt noordelijk van de Gemini-kabels. Ten noorden van Rottumeroog kruist de route de Gemini- en NorNed-kabels.

Afbeelding 6.2 I: Meeuwenstaart route voor kabelsystemen en voor leidingen



Installatietechniek

Zoals aangegeven in paragraaf 6.1 is deze route afgevallen tussen Baseline 1 en Baseline 2. De volgende twee paragrafen lichten het Baseline 1 routeontwerp toe voor een kabelsysteem en een leiding.

Kabelsysteem

Afbeelding 6.3 toont een kaart met daarop de I: Meeuwenstaart route en de werkzaamheden die zijn voorzien voor de aanleg van een kabelsysteem. De route kruist de primaire kering ten westen van de Eemshaven met een HDD-boring. Vervolgens wordt om drie bestaande kabels (de Gemini-, NorNed- en COBRA-kabels) te kruisen een volgende HDD-boring onder deze kabels door voorzien (zie tekstkader 'Kruisen van infrastructuur met een HDD-boring op zee'). Tussen kilometerpunt (hierna: KP) 2,5 en KP 21 wordt het kabelsysteem geïnstalleerd met een vertical injector of een trencher. Voor dit materieel is voldoende waterdiepte nodig. Hiervan is op een deel van de route geen sprake. Er moet daarom een geul worden gebaggerd voor de toegang van het kabelinstallatiematerieel ter hoogte van de ondiepe Meeuwenstaart plaat. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig zijn voor het schip zijn: diepte van LAT -7 m, een breedte van 60 m en een talud van 1:7. Hieruit volgt een baggervolume van tenminste circa 4 miljoen m^3. Hierbij is nog geen rekening gehouden met aanzanding. Hiervoor moeten mogelijk onderhoudsbaggerwerkzaamheden worden uitgevoerd in de periode tussen de baggerwerkzaamheden en de installatie van het kabelsysteem. Hierdoor vallen de baggervolumes in de praktijk hoger uit.

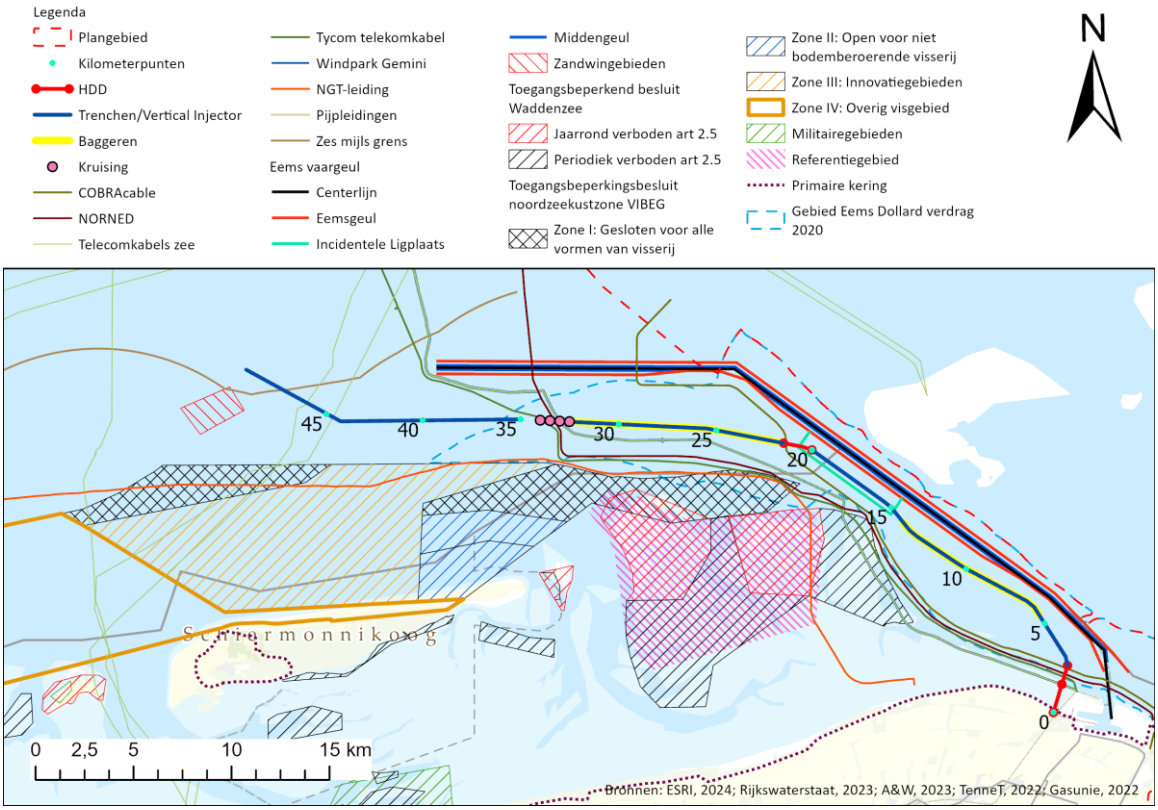
De COBRA-kabel wordt ter hoogte van KP 21,5 nogmaals onderlangs gekruist via een HDD-boring (zie tekstkader 'Kruisen van infrastructuur met een HDD-boring op zee'). Ten westen van de kruising met de COBRA-kabel is de waterdiepte te groot voor aanleg met een wadtrencher. De waterdiepte is echter te klein voor aanleg via drijvend materieel.

Er moet daarom een geul worden gebaggerd voor de toegang van het kabelinstallatiematerieel door de Huibertplaat. Het kabelsysteem wordt vervolgens met een vertical injector of een trencher geïnstalleerd.

Kruisen van infrastructuur met een HDD-boring op zee

Een standaard techniek om bestaande infrastructuur te kruisen op voldoende diep water is door het kabelsysteem óver de bestaande infrastructuur heen te leggen en de kruising vervolgens af te dekken met stenen. De bodemligging in het gebied waar de Gemini-, NorNed- en COBRA-kabels worden gekruist is erg dynamisch, waardoor de stabiliteit van een standaard kruising onzeker is. Er wordt daarom een boring onder de bestaande infrastructuur door beschouwd. Deze operatie is complex en duurt meerdere maanden.

Afbeelding 6.3 Routeontwerp kabelsysteem (Baseline 1), I: Meeuwenstaart route

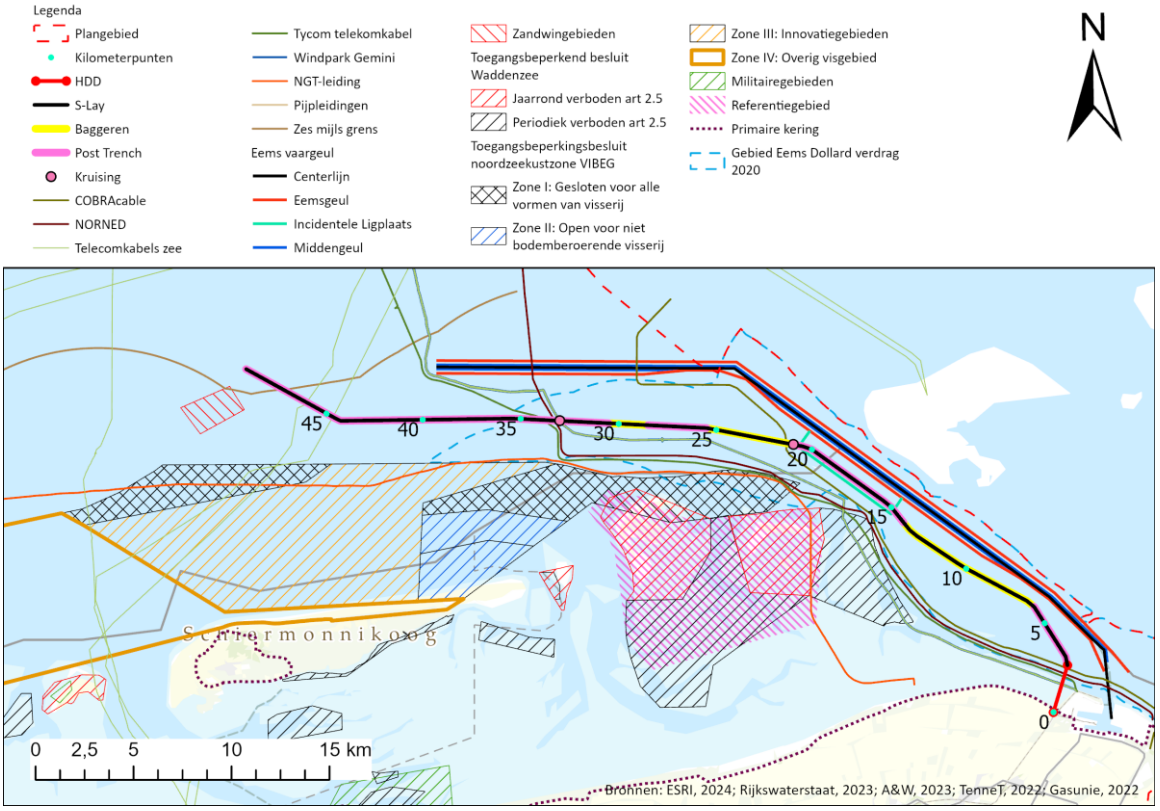


Leiding

Afbeelding 6.4 toont een kaart met daarop I: Meeuwenstaart route en de werkzaamheden die zijn voorzien voor de aanleg van een leiding. De route kruist de kering ten westen van de Eemshaven met een HDD-boring. Tussen Baseline 1 en Baseline 2 is vastgesteld dat een HDD-boring op deze locatie niet haalbaar is. Een toelichting hierop wordt gegeven in Hoofdstuk 7.. Naast de kruising met de kering worden met de boring ook de drie bestaande kabels (de Gemini-, NorNed- en COBRA-kabels) gekruist. De haalbaarheid van deze kruising is nog onzeker omdat deze afhankelijk is van de diepteligging van de bestaande kabels en de lokale grondcondities (deze zijn op dit moment in het routeontwikkelingsproces niet bekend). Voor de rest van de route wordt de 'S-Lay' techniek toegepast. Voor deze aanlegtechniek wordt drijvend materieel ingezet. Dit materieel heeft een waterdiepte van LAT -7 m nodig. Voor de toegang van het materieel langs de route worden ter hoogte van de Meeuwenstaart baggerwerkzaamheden uitgevoerd. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig zijn voor het schip zijn: diepte van LAT -7 m, een breedte van 60 m en een talud van 1:6. Hieruit volgt een baggervolume van circa 4 miljoen m^3; hierbij is nog geen rekening gehouden met aanzanding. Op de locaties waar geen baggerwerkzaamheden nodig zijn voor de toegang van het materieel wordt de leiding na het leggen ingegraven. De COBRA-kabel wordt ter hoogte van KP 21,5 nogmaals gekruist.

Ter hoogte van de kruising zijn baggerwerkzaamheden nodig voor de toegang van installatiematerieel, de exacte diepteligging van COBRA-kabel is op dit moment in het routeontwikkelingsproces nog niet bekend. De maakt de uitvoering van deze kruising onzeker.

Afbeelding 6.4 Routeontwerp leiding (Baseline 1), I: Meeuwenstaart route



7

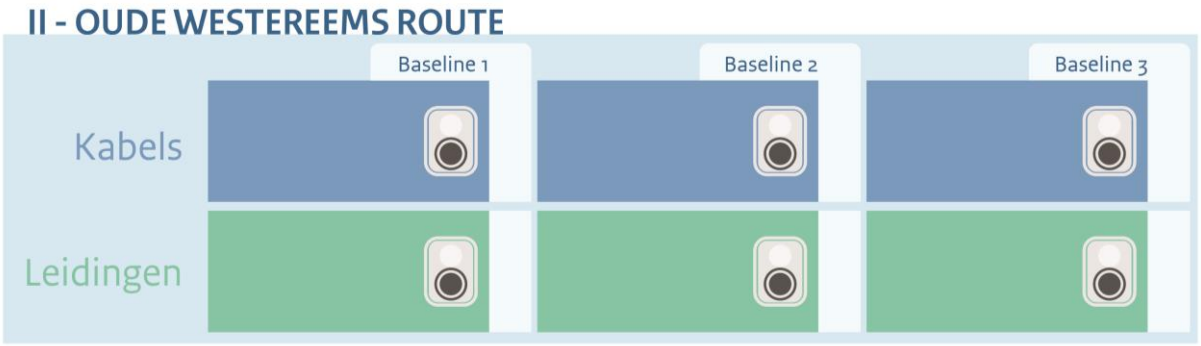
II: OUDE WESTEREEMS ROUTE

7.1 Status van route

De II: Oude Westereems route is beschreven in de NRD (Baseline 0). Voor Baseline 1 is het routeontwerp voor de route door TenneT en Gasunie uitgewerkt (zie respectievelijk Bijlage II en III). Tussen Baseline 1 en Baseline 2 is het routeontwerp voor leidingen geoptimaliseerd. En tussen Baseline 2 en Baseline 3 is het routeontwerp voor zowel kabelsystemen als leidingen geoptimaliseerd. Bijlage V beschrijft de doorgevoerde ontwerpoptimalisaties voor deze route.

De II: Oude Westereems route is beschouwd voor zowel leidingen als kabelsystemen in Baseline 3. Een beschrijving van het Baseline 3 routeontwerp voor kabelsystemen en leidingen volgt in de volgende paragraaf. De vergunbaarheid in het kader van scheepvaart en veiligheid is geen onderdeel van deze notitie. Dit is te lezen in het deelrapport Scheepvaart en Veiligheid.

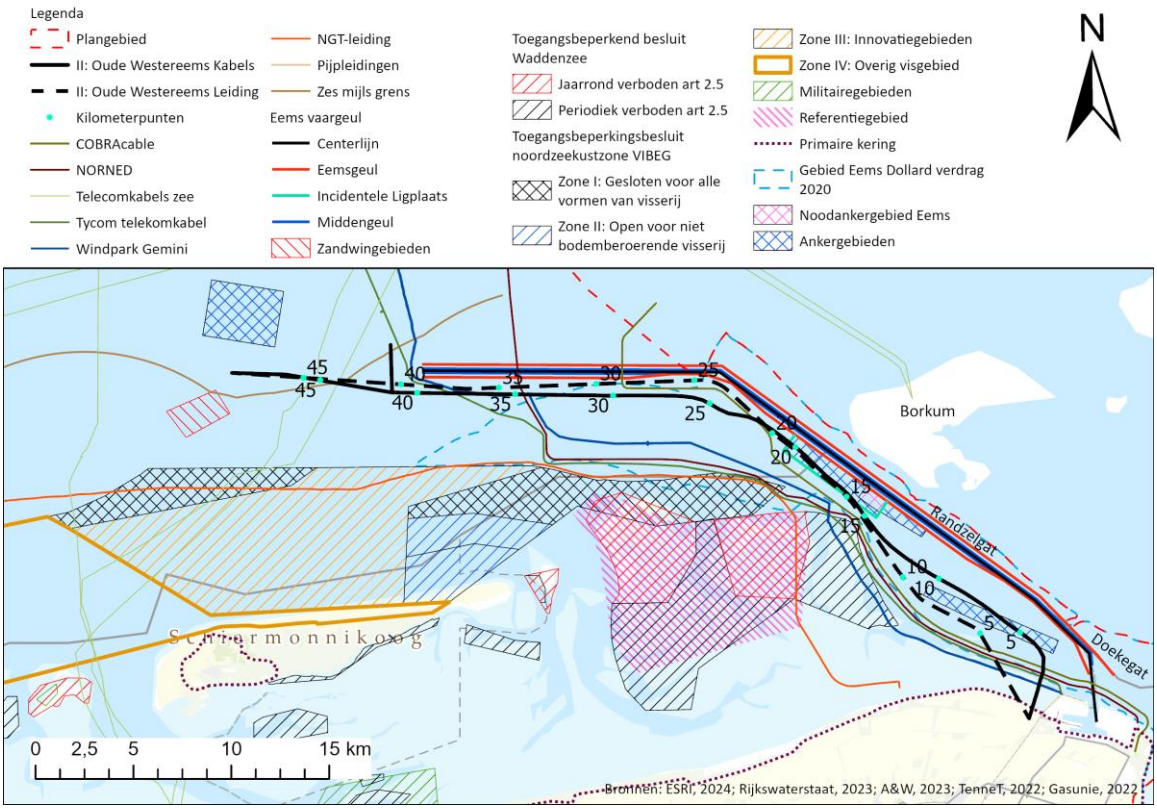
Afbeelding 7.1 Routeontwikkeling tussen Baseline 0 en Baseline 3



7.2 Toelichting op route (Baseline 3)

De II: Oude Westereems route is beschouwd voor zowel leidingen als kabelsystemen. Uitgangspunt voor de II: Oude Westereems route is het volgen van morfologisch stabiele diepe delen in het Eemsestuarium. Hierdoor kan de begraafdiepte worden beperkt. Vanaf land kruist de route de primaire kering bij Eemshaven-West, waarna ook drie bestaande kabels (de Gemini-, NorNed- en COBRA-kabels) worden gekruist. De route buigt af richting het noordwesten en volgt de Oude Westereems geul. Voor het passeren van Doekegat Rede zijn twee varianten ontwikkeld: een variant ten zuiden van het ankergebied, en een variant door en ten noorden van het ankergebied. De route blijft het diepste deel van de Randzelgat geulen volgen. Ter hoogte van Borkum zijn ook twee varianten ontwikkeld: een variant ten zuiden van de COBRA-kabel, en een variant ten noorden van de COBRA-kabel, waarbij de variant zuidelijk van de Eemsgeul ligt. De varianten lopen in westelijke richting verder richting de 6-mijlsgrens.

Afbeelding 7.2 II: Oude Westereems route voor kabelsystemen (zwarte lijn) en voor leidingen (zwarte stippellijn)



Installatie techniek

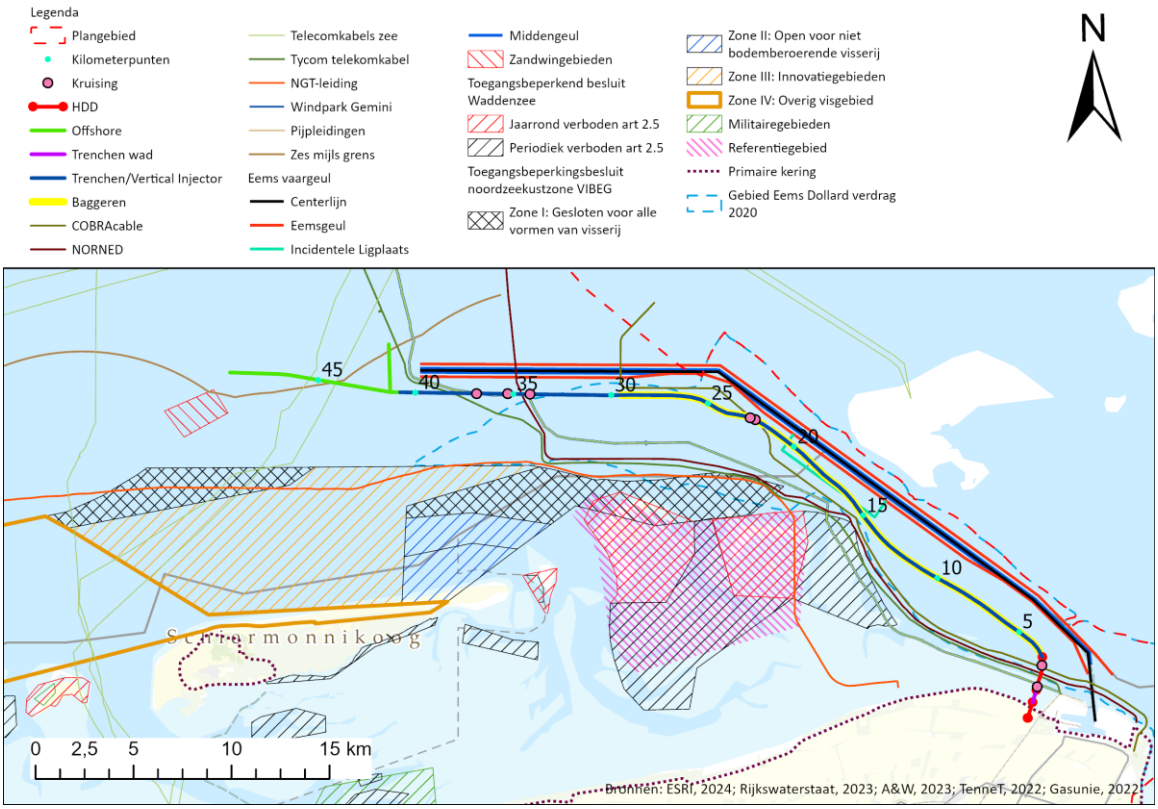
Kabelsysteem

Afbeelding 7.3 toont een kaart met daarop de II: Oude Westereems route en de werkzaamheden die zijn voorzien voor de aanleg van een kabelsysteem. Voor de route voor een kabelsysteem worden de varianten ten noorden van het ankergebied en ten zuiden van COBRA-kabel aangehouden. De route kruist de kering ten westen van de Eemshaven met een HDD. Vervolgens wordt om drie bestaande kabels (de Gemini-, NorNed- en COBRA- kabels) te kruisen een HDD-boring onder deze kabels door voorzien. Hierbij worden de aanwezige zeegrasvelden vermeden.

Langs het grootste deel van de route worden de kabelsystemen geïnstalleerd met een vertical injector of een trencher. Voor dit materieel is voldoende waterdiepte nodig. Hiervan is op een deel van de route geen sprake. Er moet daarom, zeer lokaal, voor de toegang van het kabelinstallatiematerieel gebaggerd worden. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig zijn voor het schip zijn: diepte van LAT -7 m, een breedte van 60 m en een talud van 1:7. Het totaal baggervolume dat nodig is voor de toegang van het materieel is circa 380.000 m^3 voor een kabelsysteem langs de centerline en circa 930.000 m^3 en circa 6,8 miljoen m^3 voor een kabelsysteem langs respectievelijk de oostelijke en westelijke rand van de corridor. Voor de westelijke rand van de corridor moet ook gebaggerd worden om de begraafdiepte voor een kabelsysteem te kunnen halen. Daarnaast zijn de gegeven baggervolumes exclusief de offshore mof.

De route loopt langs de Horsbornplaat, een bekende ligplaats voor zeehonden. Gedurende de pup- en ruiperiode (15 mei t/m augustus) worden geen werkzaamheden uitgevoerd wanneer geen 1.500 m afstand kan worden gehouden tot de ligplaatsen van met name gewone zeehonden. De COBRA-kabel wordt ter hoogte van KP 20,5 nogmaals onderlangs gekruist met een HDD-boring.

Afbeelding 7.3 Routeontwerp kabelsysteem (Baseline 3), II: Oude Westereems route



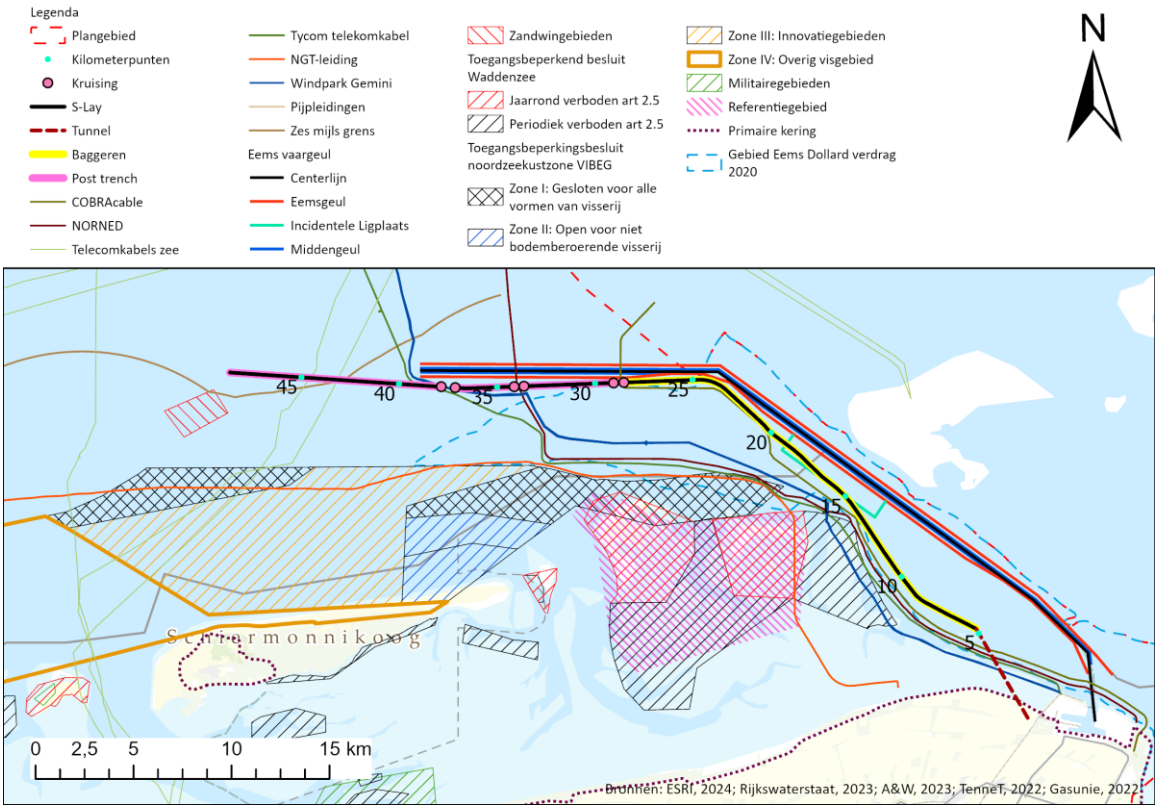
Leiding

Afbeelding 7.4 toont een kaart met daarop de II: Oude Westereems route en de werkzaamheden die zijn voorzien voor de aanleg van een leiding. Voor de route van een leiding worden de varianten ten zuiden van het ankergebied en ten noorden van de COBRA-kabel aangehouden. De route kruist de kering ten westen van de Eemshaven via een geboorde segmenttunnel van circa 6 km lang. De exacte locatie op land waar de tunnel wordt ingezet is nog onzeker. Een gebied van circa 5 km rondom de aangegeven aanlandlocatie wordt onderzocht. Naast de kruising met de kering worden met de segmenttunnel ook de drie bestaande kabels (de Gemini-, NorNed- en COBRA-kabels) gekruist. De haalbaarheid van de kruising met een segmenttunnel is nog onzeker en dient in een latere projectfase (een eventuele project-MER fase) verder te worden uitgewerkt.

Voor de rest van de route wordt uitgegaan van de 'S-Lay' en 'post trench' techniek (zie Bijlage I). Omdat met deze technieken niet de gewenste begraafdiepte kan worden behaald zijn langs grote delen van de route voorbereidende baggerwerkzaamheden nodig. De sleuf die wordt gebaggerd heeft een diepte die gelijk is aan de gewenste begraafdiepte, een breedte van 6 m en een talud van 1:7. Het totaal baggervolume dat nodig is voor de aanleg van de leiding is circa 5,9 miljoen m^3 voor een leiding langs de centerline en circa 5,9 miljoen m^3 en circa 15 miljoen m^3 voor een leiding langs respectievelijk de oostelijke en westelijke rand van de corridor.

De route loopt langs de Horsbornplaat, een bekende ligplaats voor zeehonden, gedurende de pup- en ruiperiode (15 mei t/m augustus) worden geen werkzaamheden uitgevoerd wanneer geen 1.500 m afstand kan worden gehouden tot ligplaatsen van met name gewone zeehonden. Vervolgens worden achtereenvolgens de COBRA-kabel, de NorNed-kabel en de Gemini-kabels gekruist op KP 29, KP 34 en KP 38.

Afbeelding 7.4 Routeontwerp leiding (Baseline 3), II: Oude Westereems route



Toelichting bagger volumes

In de periode tussen de voorbereidende baggerwerkzaamheden en de installatie van de leidingen in de zeebodem vindt hersedimentatie van de uitgegraven delen plaats. Deze moeten daarom in de tussenliggende tijd op voldoende diepte worden gehouden (bijvoorbeeld door bij aanvang een overdiepte te baggeren, of door onderhoudsbaggerwerkzaamheden uit te voeren). Hoeveel hersedimentatie optreedt is afhankelijk van de periode tussen de baggerwerkzaamheden en de installatie, en van de locatie van de baggerwerkzaamheden. Binnen PAWOZ wordt (conservatief) rekening gehouden met 50% hersedimentatievolume rond Waddenzeegeulen en in de Noordzeekustzone, en met 100% hersedimentatievolume in buitendelta's. Aangezien de baggerwerkzaamheden en installatie van de leidingen voor de II: Oude Westereems route en IX: Zoutkamperlaag route in Baseline 3 (nagenoeg) gelijktijdig wordt uitgevoerd, is voor deze routes geen rekening gehouden met hersedimentatie. De netto baggervolumes binnen PAWOZ zijn conservatief bepaald door rekening te houden met taluds van 1 op 7. Naar verwachting is het mogelijk om op grote delen van de route steilere taluds te realiseren en daarmee het baggervolume enigszins te reduceren.

Breedte corridor en te onderzoeken configuratie kabelsystemen en/of leidingen

Op basis van aanwezige harde belemmeringen (zie bijlage I voor een beschrijving), het routeprincipe en de resultaten uit de eerste ronde effectonderzoeken is een inschatting gemaakt van de maximale corridorbreedte voor deze route (zie paragaaf 2.3 voor een toelichting op de aanpak). Zowel voor kabelsystemen als voor leidingen is een variërende corridorbreedte onderzocht. Dit resulteert in een corridorbreedte voor kabelsystemen van minimaal 700 m en maximaal 1.300 m en een corridorbreedte voor leidingen van minimaal 500 m en maximaal 700 m. Tabel 7.1 toont de maximale technisch maakbare configuratie in beide corridors.

Tabel 7.1 Overzicht van te onderzoeken configuratie van II: Oude Westereems route in het planMER en de IEA

Route	Type	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
II	kabelsystemen en leidingen	1 kabelsysteem en 3 leidingen óf 2 kabelsystemen en 1 leiding
	enkel kabelsystemen	6 kabelsystemen
	enkel leidingen	3 leidingen

8

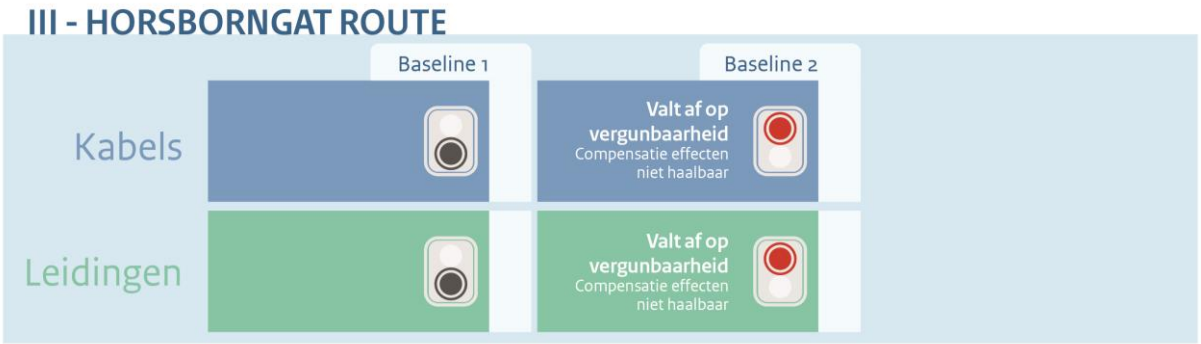
III: HORSBORNGAT ROUTE

8.1 Status van route

De III: Horsborngat route is beschreven in de NRD (Baseline 0). Voor Baseline 1 is het routeontwerp voor de III: Horsborngat route door TenneT en Gasunie uitgewerkt (zie respectievelijk Bijlage II en III), een beschrijving van het Baseline 1 Routeontwerp volgt in de volgende paragraaf.

Op basis van niet uit te sluiten en niet te compenseren significant negatieve effecten van de aanleg bij zowel kabelsystemen als leidingen is deze route als niet vergunbaar beoordeeld. Op basis van de benodigde aanlegwerkzaamheden voor zowel kabelsystemen als leidingen heeft LNV beoordeeld dat een vergunning voor deze route uitgesloten lijkt. Daarnaast zijn de gevoelige periodes in beeld gebracht van de soorten die in het gebied rondom de III: Horsborngat route voorkomen. Op basis daarvan is vastgesteld dat het niet realistisch is om de werkzaamheden voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen geheel buiten de gevoelige periodes uit te voeren. Wanneer wel binnen de gevoelige periodes wordt gewerkt kunnen significante effecten op vogels en zeehonden niet worden uitgesloten. Bij het doorlopen van de ADC-toets is vastgesteld dat compensatie van de effecten niet haalbaar is. Optimalisaties voor het beperken van de effecten zijn onderzocht, maar leiden niet tot een beperking van de significantie van de effecten. De route is daarom vanaf Baseline 2 niet verder onderzocht voor kabelsystemen en leidingen in PAWOZ. In Bijlage V wordt de redeneerlijn voor het laten afvallen van deze route voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen nader toegelicht.

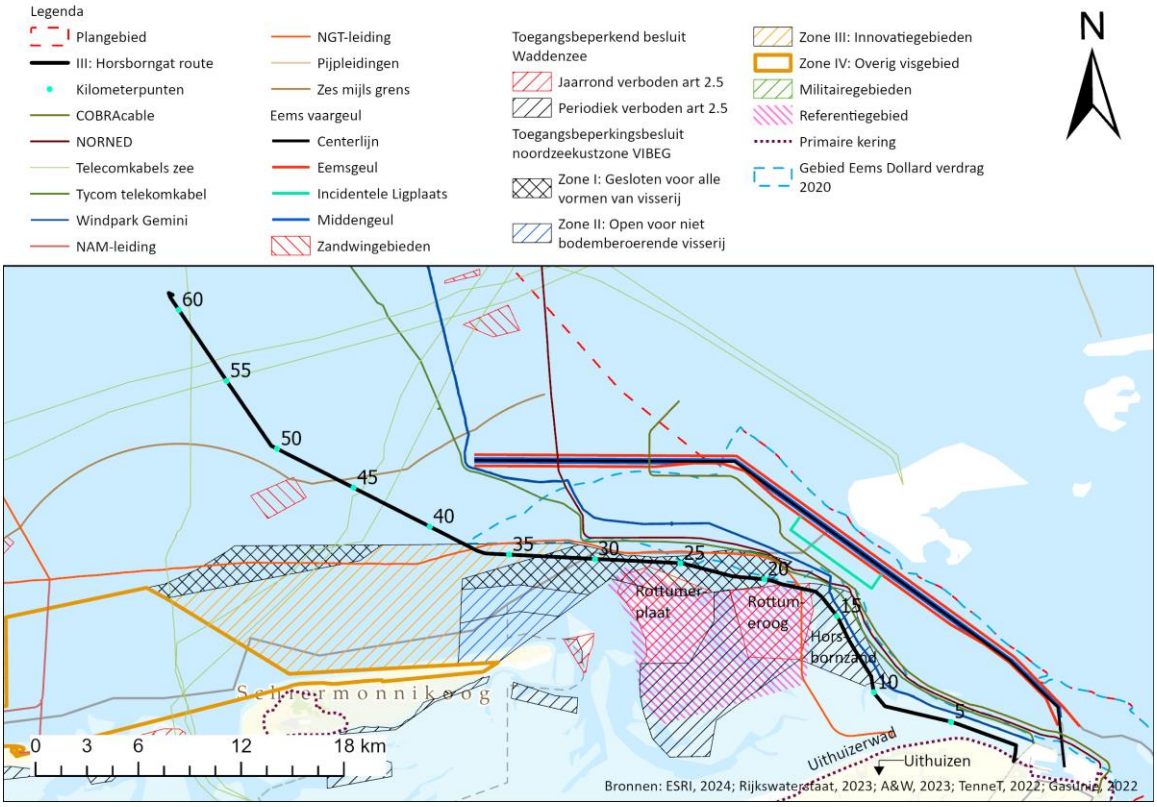
Afbeelding 8.1 Routeontwikkeling tussen Baseline 0 en Baseline 3



8.2 Toelichting op route (Baseline 1)

De III: Horsborngat route is beschouwd voor zowel leidingen als kabelsystemen. De route zoekt de ondiepe delen van de Waddenzee op. De route vermijdt de geulen om interactie met scheepvaart te minimaliseren. De route kruist de primaire kering ten westen van de Eemshaven. De route loopt nabij het Eems-Dollard verdragsgebied over het Uithuizerwad en het Horsbornzand parallel aan, en ten westen van de Gemini-kabel. De route loopt ten zuiden van het Horsborngat en, doorkruist over een lengte van 1.500 m, de noordoostelijke hoek van het referentiegebied. Vervolgens loopt de route langs de noordelijke grens van het referentiegebied boven Rottumeroog en Rottumerplaat. De route kruist de NGT-leiding en loopt verder in noordwestelijke richting.

Afbeelding 8.2 III: Horsborngat route voor kabelsystemen en voor leidingen



Installatietechniek

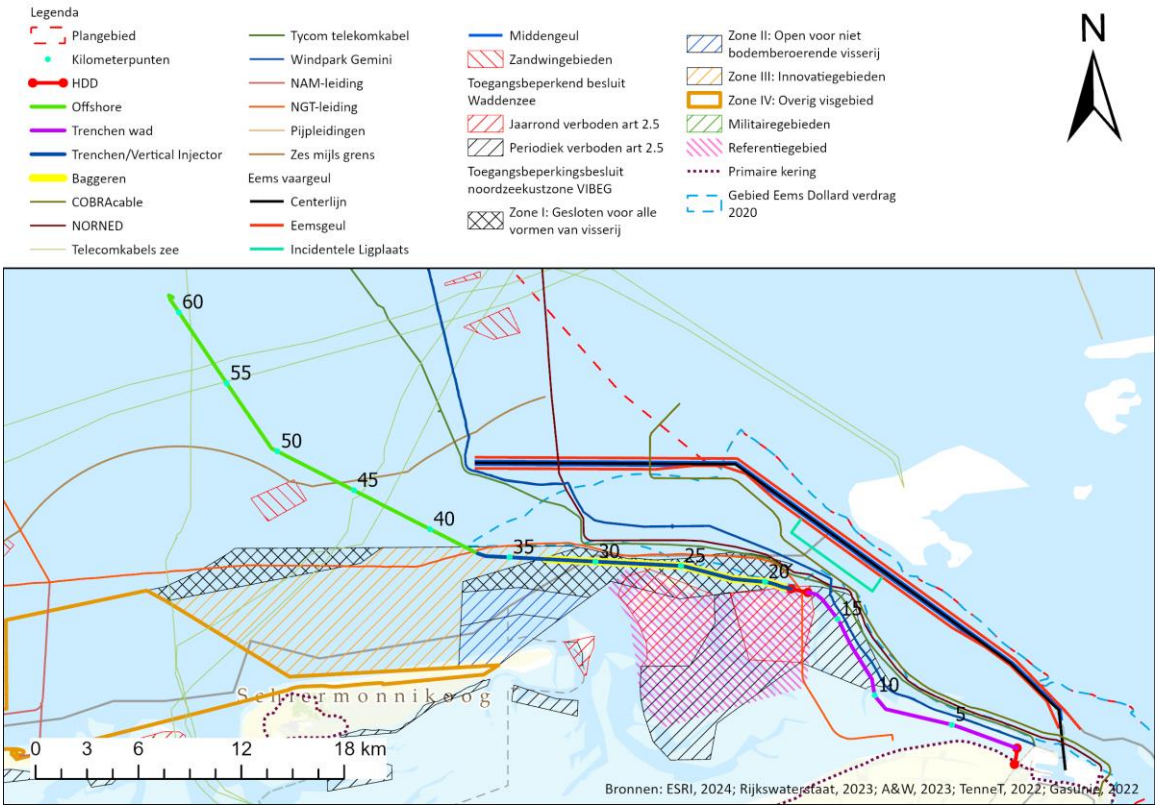
Kabelsysteem

Afbeelding 8.3 toont een kaart met daarop de III: Horsborngat route en de werkzaamheden die zijn voorzien voor de aanleg van een kabelsysteem. De route kruist de kering ten westen van de Eemshaven met een HDD-boring. Vervolgens wordt het kabelsysteem op de ondiep liggende wadplaten geïnstalleerd met een wadtrencher. Ter hoogte van KP 18, waar de route de NGT-leiding kruist, wordt een HDD ingezet (zie tekstkader 'HDD onder de NGT-leiding door'). Ten westen van de kruising met de NGT-leiding is de waterdiepte te groot voor aanleg met een wadtrencher. De waterdiepte is echter te klein voor aanleg met drijvend materieel. Er wordt daarom voor de toegang van het kabelinstallatiematerieel ten noorden van Rottumerplaat en Rottumeroog een geul gebaggerd. Het kabelsysteem wordt vervolgens met een vertical injector of een trencher geïnstalleerd. Ter hoogte van KP 37 wordt de NGT-leiding nogmaals gekruist. De wijze waarop de kruising wordt ingezet wordt nog uitgewerkt.

HDD onder de NGT-leiding door

Een standaard techniek om bestaande infrastructuur op zee te kruisen is door het kabelsystemen óver de bestaande infrastructuur heen te leggen en de kruising vervolgens af te dekken met stenen. De bodemligging is in dit gebied erg dynamisch, waardoor de stabiliteit van een standaardkruising erg onzeker is. Er wordt daarom een boring onder de NGT-leiding door beschouwd. Vanwege onder andere toegangsbeperkingen, zeehondenligplaatsen, golven en stroming is de kruising van de NGT-leiding een complexe operatie.

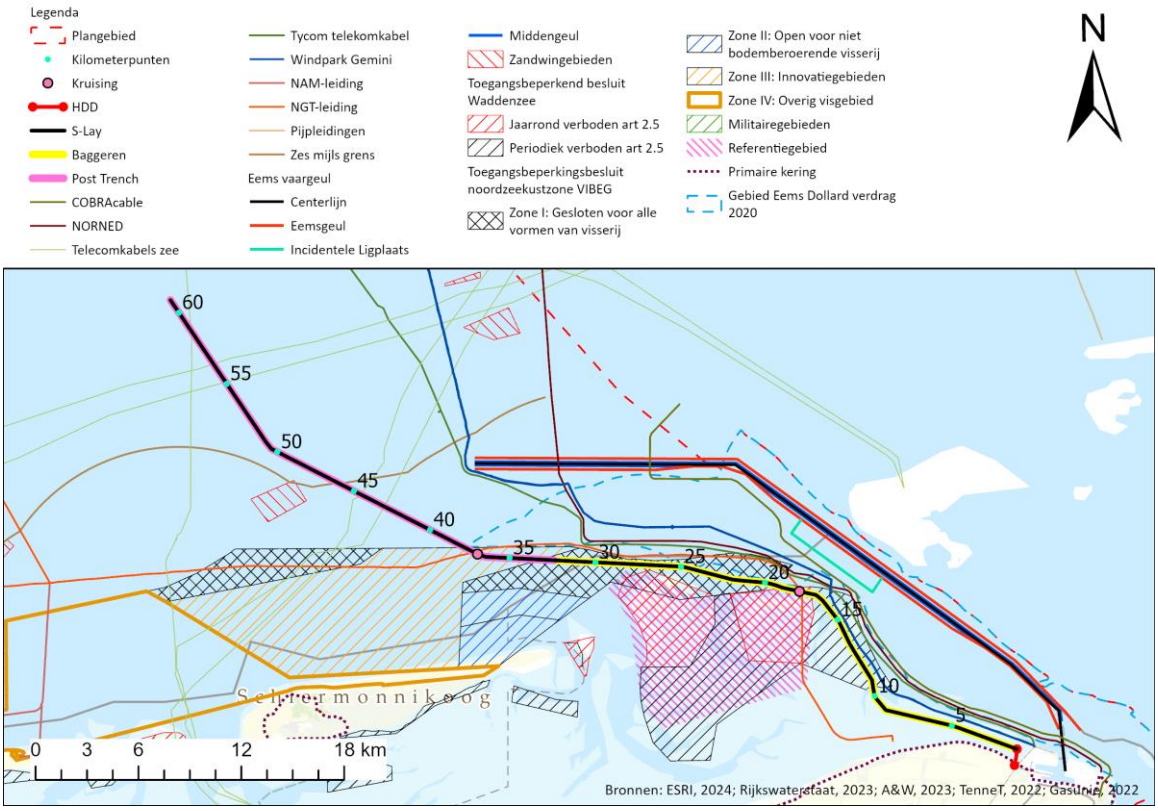
Afbeelding 8.3 Routeontwerp kabelsysteem (Baseline 1), III: Horsborngat route



Leiding

Afbeelding 8.4 toont een kaart met daarop de III: Horsborngat route en de werkzaamheden die zijn voorzien voor de aanleg van een leiding. De route kruist de kering ten westen van de Eemshaven met een HDD-boring. Voor de rest van de route wordt uitgegaan van de 'S-Lay' techniek. Voor deze aanlegtechniek wordt drijvend materieel ingezet. Dit materieel heeft een waterdiepte van LAT -7 m nodig. Voor de toegang van het materieel langs de route worden baggerwerkzaamheden uitgevoerd. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig zijn voor het schip zijn: diepte van LAT -7 m, een breedte van 40 m en een talud van 1:6. Hieruit volgt een baggervolume van circa 21 miljoen m^3; hierbij is nog geen rekening gehouden met aanzanding. Op de locaties waar geen baggerwerkzaamheden nodig zijn voor de toegang van het materieel, wordt de leiding na het leggen ingegraven. Een alternatief voor de aanleg van de leiding op de droogvallende wadplaten met een pijplegschip is met een serie van HDD-boringen. Ten noorden van Rottumerplaat en ten noorden van Schiermonnikoog wordt de NGT-leiding gekruist. Vanwege onder andere de mogelijk beperkte dekking op de NGT-leiding en de beperkte waterdiepte (met name ter hoogte van Rottumerplaat), is de verwachting dat er complexe kruisingsconstructies nodig zijn (zie tekstkader 'HDD onder de NGT-leiding door').

Afbeelding 8.4 Routeontwerp leiding (Baseline 1), III: Horsborngat route



9

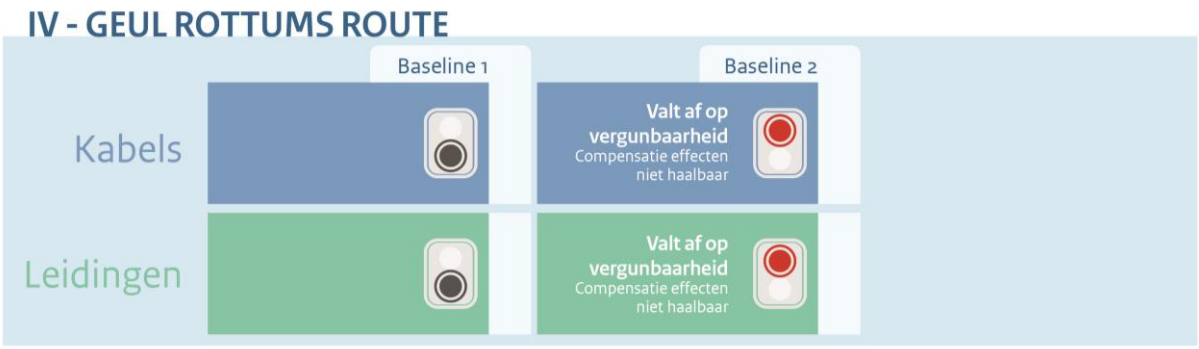
IV: GEUL ROTTUMS ROUTE

9.1 Status van route

De IV: Geul Rottums route is beschreven in de NRD (Baseline 0). Voor Baseline 1 is het routeontwerp voor IV: Geul Rottums route door TenneT en Gasunie uitgewerkt (zie respectievelijk Bijlage II en III). Een beschrijving van het Baseline 1 Routeontwerp volgt in de volgende paragraaf.

Op basis van niet uit te sluiten en niet te compenseren significant negatieve effecten van de aanleg bij zowel kabelsystemen als leidingen is deze route als niet vergunbaar beoordeeld. Op basis van de benodigde aanlegwerkzaamheden voor zowel kabelsystemen als leidingen heeft LNV beoordeeld dat een vergunning voor deze route uitgesloten lijkt. Daarnaast zijn de gevoelige periodes in beeld gebracht van de soorten die in dit gebied voorkomen. Op basis daarvan is vastgesteld dat het niet realistisch is om de werkzaamheden voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen geheel buiten de gevoelige periodes van de soorten uit te voeren. Wanneer wel binnen de gevoelige periodes wordt gewerkt kunnen significante effecten op vogels en zeehonden niet worden uitgesloten. Bij het doorlopen van de ADC-toets is vastgesteld dat compensatie van de effecten niet haalbaar is. Optimalisaties voor het beperken van de effecten zijn onderzocht, maar leiden niet tot een beperking van de significantie van de effecten. De route is daarom vanaf Baseline 2 niet verder onderzocht voor kabelsystemen en leidingen in PAWOZ. In Bijlage V wordt de redeneerlijn voor het laten afvallen van deze route voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen nader toegelicht.

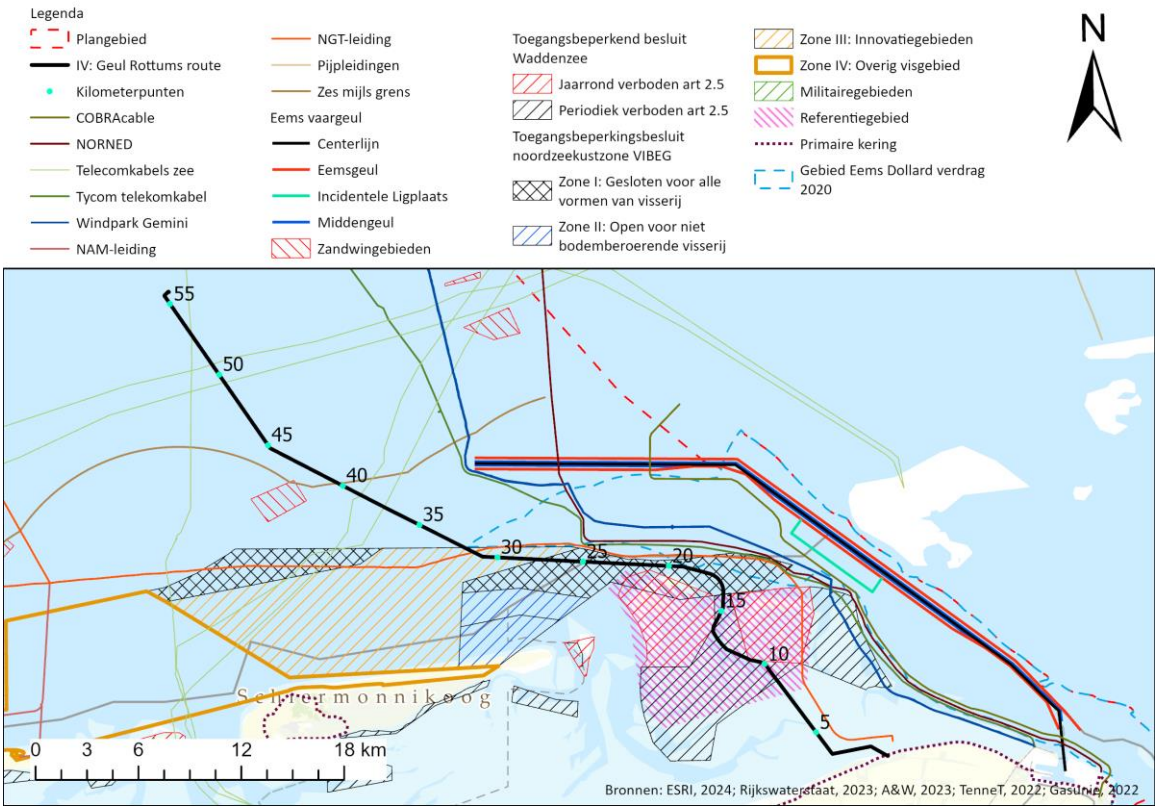
Afbeelding 9.1 Routeontwikkeling tussen Baseline 0 en Baseline 3



9.2 Toelichting op route (Baseline 1)

De IV: Geul Rottums route is beschouwd voor zowel leidingen als kabelsystemen. De route kruist de primaire kering in Groningen ter hoogte van Uithuizen. De route loopt vervolgens via de droogvallende wadplaten richting de geul tussen Rottumeroog en Rottumerplaat. Via dit geulenstelsel, dat in het referentiegebied en gesloten gebieden ligt, loopt de route richting het noorden. Vanaf net ten noorden van Rottumeroog en Rottumerplaat volgt deze route dezelfde route als de III: Horsborngat route.

Afbeelding 9.2 IV: Geul Rottums route voor kabelsystemen en voor leidingen



Installatietechnieken

Kabelsysteem

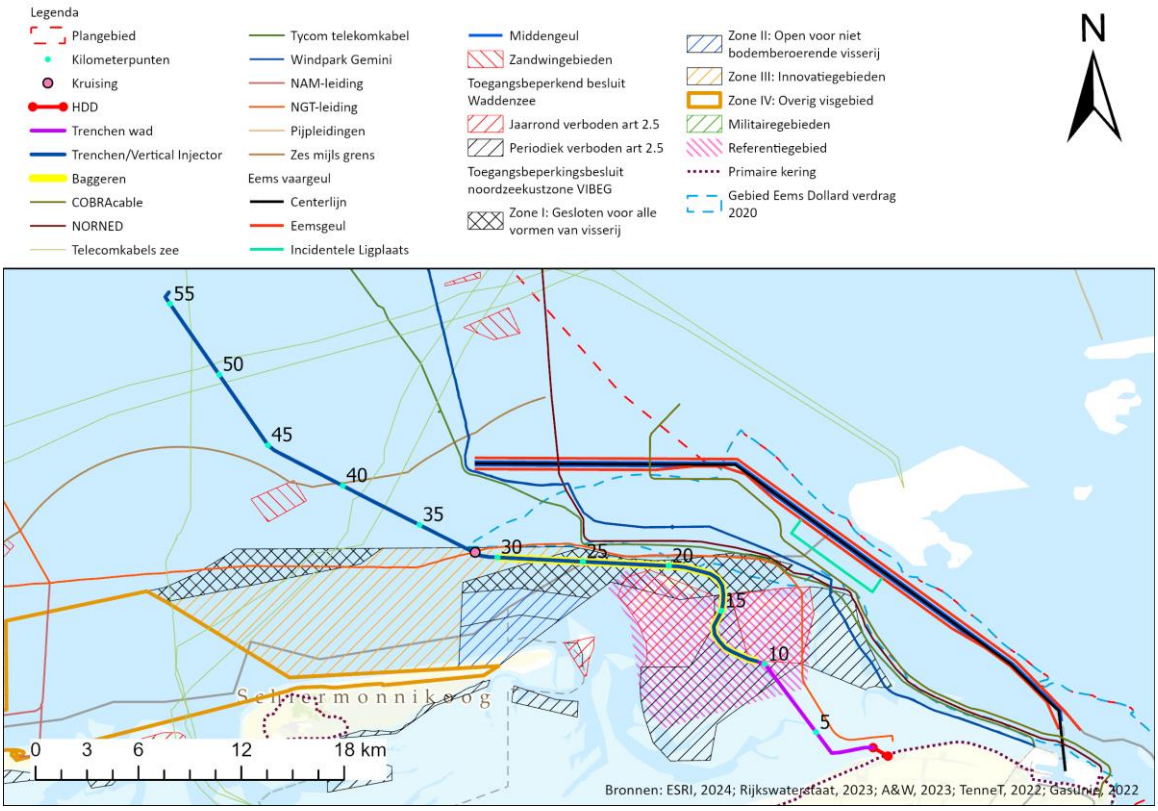
Afbeelding 9.3 toont een kaart met daarop de IV: Geul Rottums route en de installatiewerkzaamheden die worden voorzien voor de aanleg van een kabelsysteem. De route kruist de primaire kering ter hoogte van Uithuizen met een HDD-boring. Vervolgens wordt het kabelsysteem op de ondiep liggende wadplaten geïnstalleerd met een wadtrencher. Wanneer de geul tussen Rottumeroog en Rottumerplaat voldoende waterdiepte biedt voor installatie met drijvend materieel wordt hierop overgegaan. Met de inzet van een trencher of een vertical injector wordt het kabelsysteem op diepte gebracht.

Op basis van de huidige dimensie van de geul tussen Rottumeroog en Rottumerplaat zijn voor de toegang van kabelinstallatiematerieel geen baggerwerkzaamheden nodig. Echter, gezien de morfologische dynamiek in het gebied, veranderen de dimensies van de geul. Hierdoor is het aannemelijk dat er ten tijde van de uitvoering mogelijk wel baggerwerkzaamheden nodig zijn.

Het drijvende materieel dat wordt ingezet voor de installatie van het kabelsysteem, wordt voortbewogen via ankers. Het is niet te voorkomen dat een deel van deze ankers geplaatst moet worden in de permanent gesloten gebieden. Ook is het niet uit te sluiten dat wanneer het kabelsysteem over enkele jaren langs deze route wordt aangelegd, de geul tussen Rottumeroog en Rottumerplaat ín de gesloten gebieden ligt. Dit komt doordat de ligging van geulen in het Waddengebied voortdurend veranderd. Vanaf KP 18 is de route gelijk aan de III: Horsborngat route. Voor een verdere beschrijving van de route wordt verwezen naar paragraaf 11.2.

De kabeltransportvoertuigen in het Waddengebied hebben een beperkt draagvermogen, waardoor er slechts een beperkte hoeveelheid kabelsysteem per keer kan worden meegenomen. De stukken kabelsysteem worden aan elkaar vastgemaakt met een verbindingsmof.

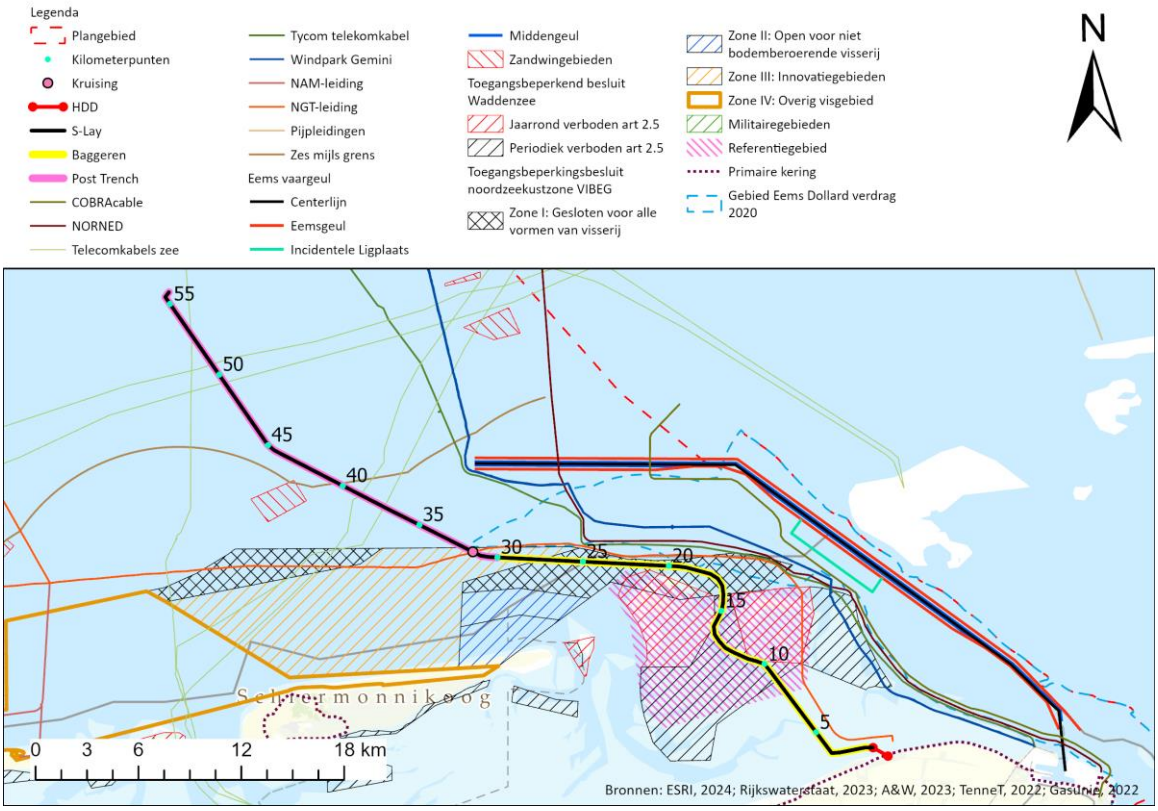
Afbeelding 9.3 Routeontwerp kabelsysteem (Baseline 1), IV: Geul Rottums route



Leiding

Afbeelding 9.4 toont een kaart met daarop de IV: Geul Rottums route en de installatiewerkzaamheden die worden voorzien voor de aanleg van een leiding. De route kruist de primaire kering ter hoogte van Uithuizen met een HDD-boring. Voor de rest van de route wordt uitgegaan van de 'S-Lay' techniek. Voor deze aanlegtechniek wordt drijvend materieel ingezet. Dit materieel heeft een waterdiepte van LAT -7 m nodig. Voor de toegang van het materieel langs de route worden baggerwerkzaamheden uitgevoerd. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig zijn voor het schip zijn: diepte van LAT -7 m, breedte van 60 m en een talud van 1:7. Hieruit volgt een baggervolume van circa 18,5 miljoen m^3; hierbij is nog geen rekening gehouden met aanzanding. Op de locaties waar geen baggerwerkzaamheden nodig zijn voor de toegang van het materieel wordt de leiding na het leggen ingegraven. Als alternatieve aanlegtechniek wordt een serie van HDD-boringen overwogen.

Afbeelding 9.4 Routeontwerp leiding (Baseline 1), IV: Geul Rottums route



10

V: BOSCHGAT ROUTE

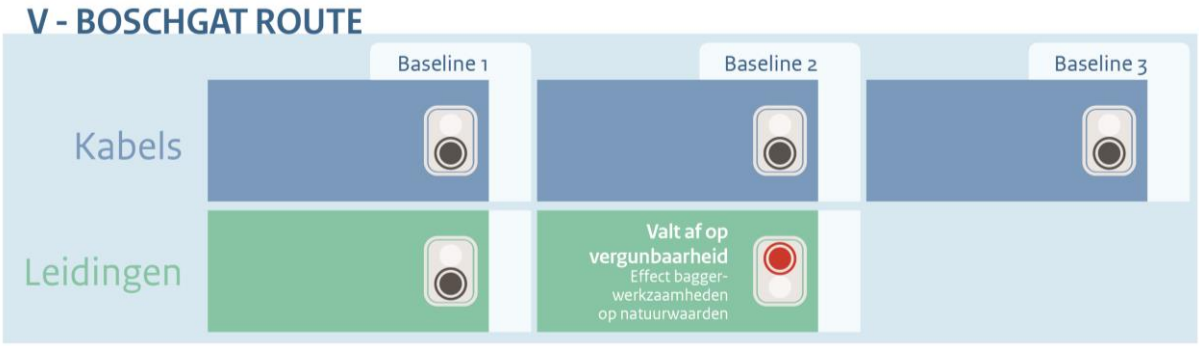
10.1 Status van route

De V: Boschgat route is beschreven in de NRD (Baseline 0). Voor Baseline 1 is het routeontwerp voor de route door TenneT en Gasunie uitgewerkt (zie respectievelijk Bijlage II en III) en lokaal geoptimaliseerd.

Kabelsysteem
Tussen Baseline 1 en Baseline 3 is het routeontwerp voor kabelsystemen geoptimaliseerd. Bijlage V beschrijft de doorgevoerde ontwerpoptimalisaties voor deze route.

Leiding
Op basis van niet uit te sluiten en niet te compenseren significant negatieve effecten van de aanleg van leidingen lijkt deze route niet vergunbaar. Optimalisaties voor het beperken van de effecten zijn onderzocht, maar leiden niet tot een beperking van de significantie van de effecten. Voor de toegang van materieel in het Boschgat zijn baggerwerkzaamheden nodig. Het volume dat wordt gebaggerd en verspreid is 6 miljoen m^3. Deze zelfde route door het Boschgat is ook beschouwd voor het project NOZ TNW, met een kleiner baggervolume. Deze route is vanwege de grote slibpluim en de effecten daarvan op de natuurwaarden getrechterd. Onderzochte optimalisaties zijn met name gericht op het beperken van de baggervolumes. Gezien de boogstraal van de leiding en de aanlegtechniek van de leiding is dit niet mogelijk gebleken. Daarom is de route voor leidingen niet verder onderzocht in PAWOZ. In Bijlage V wordt de redeneerlijn voor het af laten vallen van deze route voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen nader toegelicht.

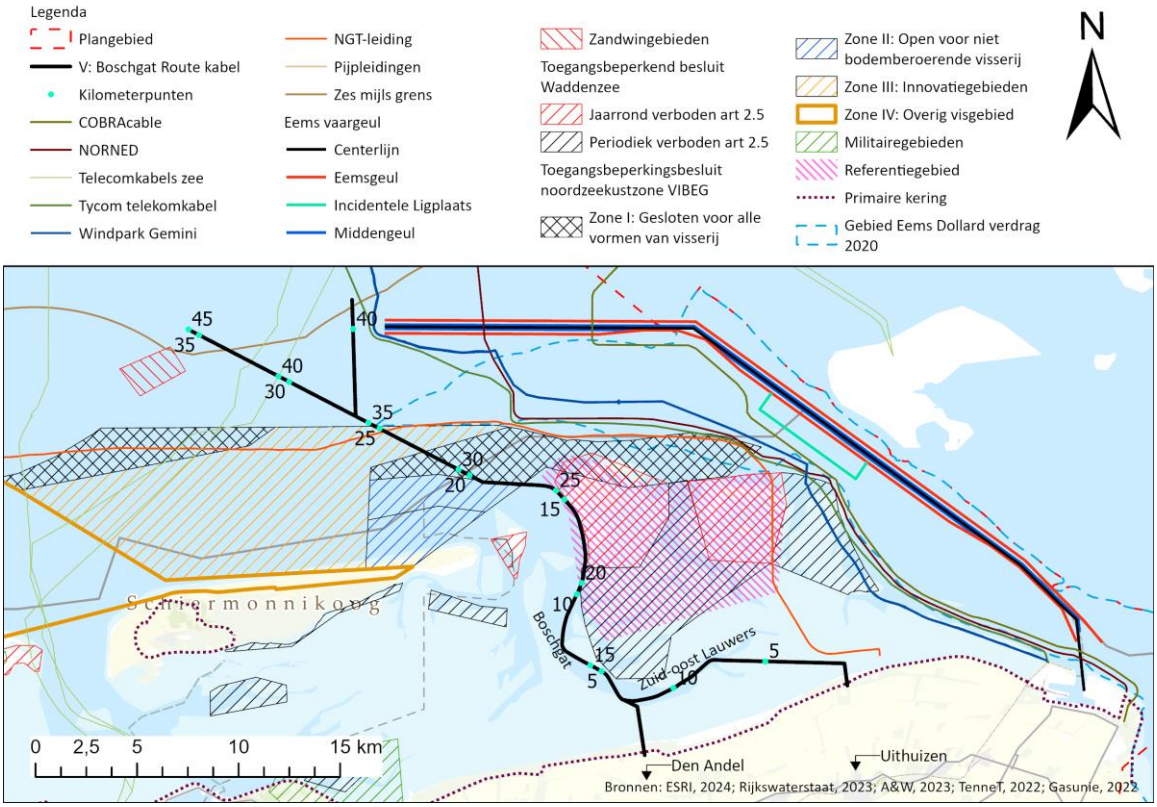
Afbeelding 10.1 Routeontwikkeling tussen Baseline 0 en Baseline 3



10.2 Toelichting op route

De V: Boschgat route kruist de primaire kering in Groningen ter hoogte van Uithuizen. De route loopt vervolgens via de droogvallende wadplaten richting de geul Zuid Oost Lauwers. De route volgt de geulen Zuid Oost Lauwers en Boschgat. Vervolgens gaat de route via de westkant van het referentiegebied naar het noorden. De route kruist de NGT-leiding en loopt verder in noordwestelijke richting. Een alternatieve locatie voor de dijkkruising is ter hoogte van Den Andel.

Afbeelding 10.2 V: Boschgat route voor kabelsystemen en voor leidingen



Installatiemethode

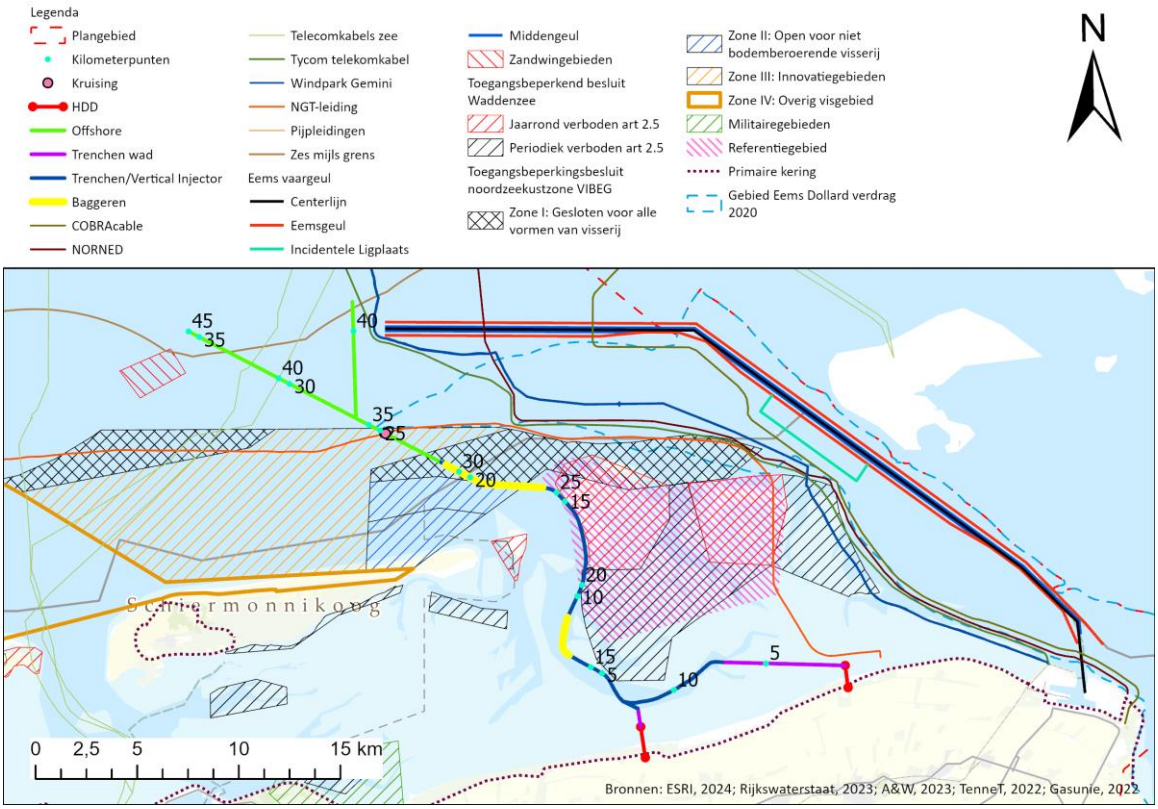
Kabelsysteem (Baseline 3)

Afbeelding 10.3 toont een kaart met daarop de V: Boschgat route en de installatiewerkzaamheden die worden voorzien voor de aanleg van een kabelsysteem. De primaire kering wordt gekruist middels een HDD-boring. Een uitgangspunt hierbij is dat er aan de Waddenzeezijde van de HDD-boring geen zeegras wordt vernietigd. Op de ondiep liggende wadplaten wordt het kabelsysteem geïnstalleerd met een wadtrencher. De route loopt vervolgens door de getijdegeulen Zuid Oost Lauwers en Boschgat. Gedurende de pup- en ruiperiode (15 mei t/m augustus) worden langs die delen van de route geen werkzaamheden uitgevoerd, op plekken waar geen 1.500 m afstand kan worden gehouden tot ligplaatsen van met name gewone zeehonden.

Wanneer de getijdegeulen voldoende waterdiepte bieden voor installatie met drijvend materieel wordt hierop overgegaan. Met de inzet van een trencher of een vertical injector wordt het kabelsysteem op diepte gebracht. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig zijn voor het schip zijn: diepte van LAT -7 m, een breedte van 60 m en een talud van 1:7. Het totaal baggervolume dat nodig is voor de toegang van het materieel is circa 3 miljoen m^3 voor een kabelsysteem langs de centerline, en circa 5 miljoen m^3 en circa 4,5 miljoen m^3 voor een kabelsysteem langs respectievelijk de oostelijke en westelijke rand van de corridor.

De baggervolumes zijn exclusief de offshore mof. Het vrijgekomen sediment wordt in de natuurlijke getijdegeul verspreid. Het drijvende materieel dat wordt ingezet voor de installatie van het kabelsysteem wordt voortbewogen via ankers. Het is mogelijk dat een deel van deze ankers wordt geplaatst in permanent gesloten gebieden.

Afbeelding 10.3 Routeontwerp kabelsysteem (Baseline 3), V: Boschgat route



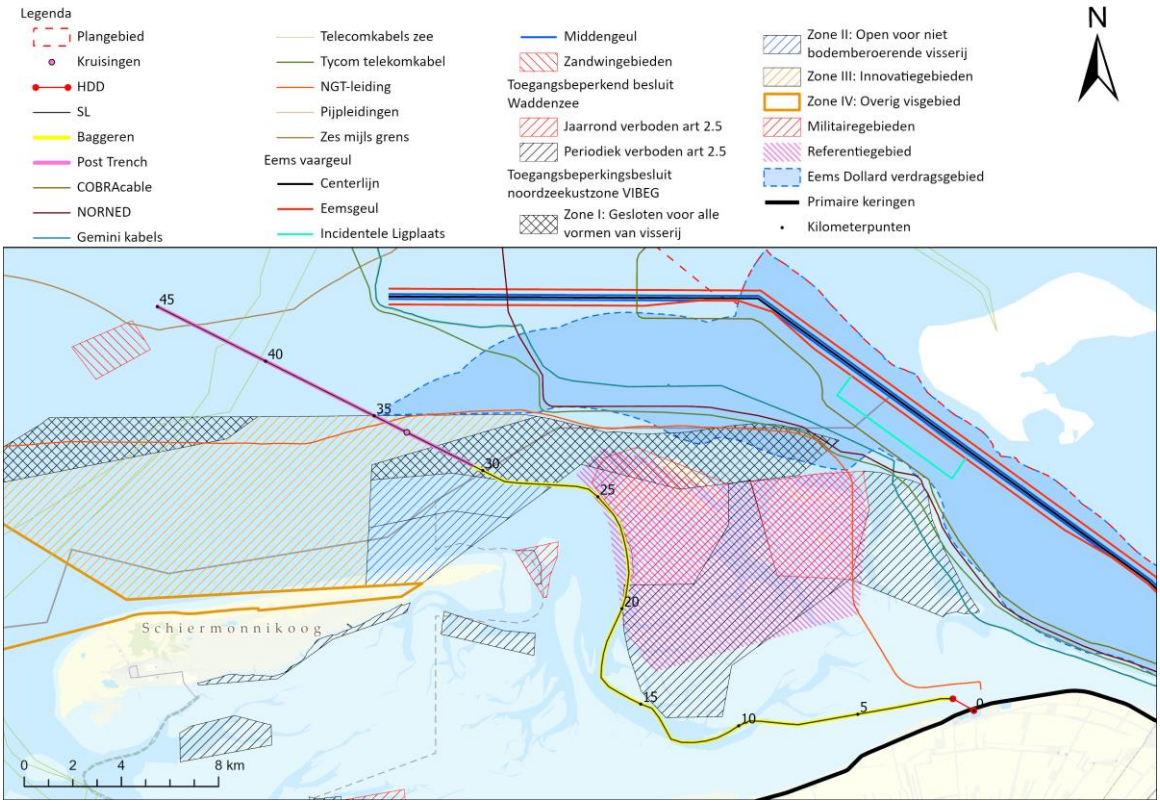
Leiding (Baseline 1)

Afbeelding 10.4 toont een kaart met daarop de V: Boschgat route en de werkzaamheden die zijn voorzien voor de aanleg van een leiding. De route kruist de primaire kering ter hoogte van Uithuizen met een HDD-boring. Voor de rest van de route wordt uitgegaan van de 'S-Lay' techniek. Voor deze aanlegtechniek wordt drijvend materieel ingezet. Dit materieel heeft een waterdiepte van LAT -7 m nodig.

Voor de toegang van het materieel op de wadplaten worden baggerwerkzaamheden uitgevoerd. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig zijn voor het schip zijn: diepte van LAT -7 m, een breedte van 60 m en een talud van 1:7. De totale baggervolume voor de toegangsgeul door de droogvallende wadplaten is 15 miljoen m^3. Een alternatieve aanlegtechniek voor de aanleg van een leiding over de wadplaten is een serie van HDD-boringen.

Ook de dimensies van de geulen Zuid Oost Lauwers en Boschgat zijn niet overal voldoende voor de toegang van het materieel. Door baggerwerkzaamheden wordt de geul waar nodig verdiept en verbreed; het volume hiervan bedraagt 6 miljoen m^3. De baggerwerkzaamheden voor de aanleg van een leiding zijn groter dan voor de aanleg van een kabelsysteem. Vanwege de vereiste bochtstraal van een leiding, kan niet overal op de route het diepste deel van de geul worden gevolgd. Op de locaties waar geen baggerwerkzaamheden nodig zijn voor de toegang van het materieel, wordt de leiding na het leggen ingegraven.

Afbeelding 10.4 Routeontwerp leiding (Baseline 1), V: Boschgat route



Toelichting bagger volumes

In de periode tussen de voorbereidende baggerwerkzaamheden en de installatie van de kabelsystemen of leidingen in de zeebodem vindt er hersedimentatie plaats van de uitgegraven delen. De kabelsystemen of leidingen moeten daarom in de tussenliggende tijd op voldoende diepte worden gehouden (bijvoorbeeld door bij aanvang een overdiepte te baggeren, of door onderhoudsbaggerwerkzaamheden uit te voeren). Hoeveel hersedimentatie optreedt is afhankelijk van de periode tussen de baggerwerkzaamheden en de installatie, en van de locatie van de baggerwerkzaamheden. Binnen PAWOZ wordt (conservatief) rekening gehouden met 50% hersedimentatievolume rond Waddenzeegeulen en in de Noordzeekustzone, en met 100% hersedimentatievolume in buitendelta's. Aangezien de baggerwerkzaamheden en installatie van de leidingen voor de II: Oude Westereems route en IX: Zoutkamperlaag route in Baseline 3 (nagenoeg) gelijktijdig wordt uitgevoerd, is voor deze routes geen rekening gehouden met hersedimentatie. De netto baggervolumes binnen PAWOZ zijn conservatief bepaald door rekening te houden met taluds van 1 op 7. Naar verwachting is het mogelijk om op grote delen van de route steilere taluds te realiseren

Breedte corridor en te onderzoeken configuratie kabelsystemen

Op basis van aanwezige harde belemmeringen (zie bijlage I voor een beschrijving), het routeprincipe en de resultaten uit de eerste ronde effectonderzoeken is een inschatting gemaakt van de maximale corridorbreedte voor deze route (zie paragaaf 2.3 voor een toelichting op de aanpak). Deze is in vergelijking met andere routes erg smal. Voor kabelsystemen is een corridorbreedte van 130 m onderzocht met daarin de maximale technisch maakbare configuratie van 1 kabelsysteem.

Tabel 10.1 Overzicht van te onderzoeken configuratie van V: Boschgat route in het planMER en de IEA

Route	Type	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
V	enkel kabelsystemen	1 kabelsysteem

11

VII: SCHIERMONNIKOOG WANTIJ ROUTE

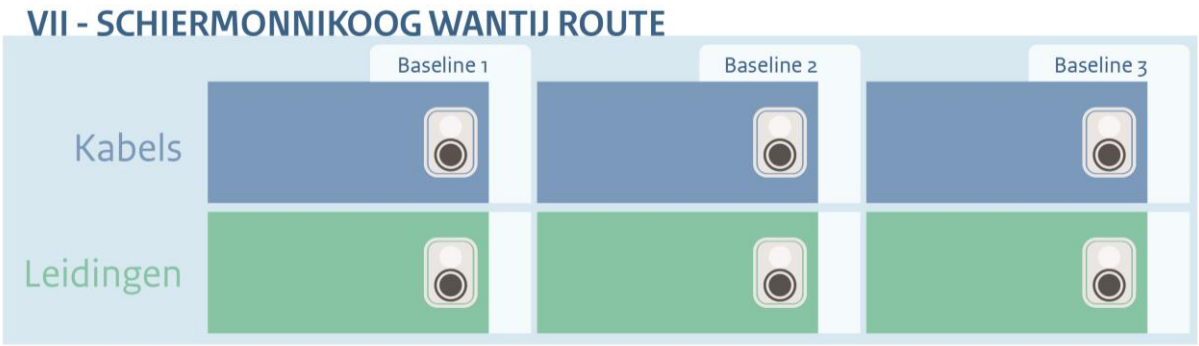
11.1 Status van route

De VII: Schiermonnikoog Wantij route is beschreven in de NRD (Baseline 0). Voor Baseline 1 is het routeontwerp voor de route door TenneT en Gasunie uitgewerkt (zie respectievelijk Bijlage II en III).

Tussen Baseline 1 en Baseline 2 is het routeontwerp voor leidingen geoptimaliseerd. En tussen Baseline 2 en Baseline 3 is het routeontwerp voor zowel kabelsystemen als leidingen geoptimaliseerd. Bijlage V beschrijft de doorgevoerde ontwerpoptimalisaties voor deze route.

De VII: Schiermonnikoog Wantij route is voor zowel kabelsystemen als leidingen in Baseline 3 beschouwd. Een beschrijving van het Baseline 3 Routeontwerp voor kabelsystemen en leidingen volgt in de volgende paragraaf.

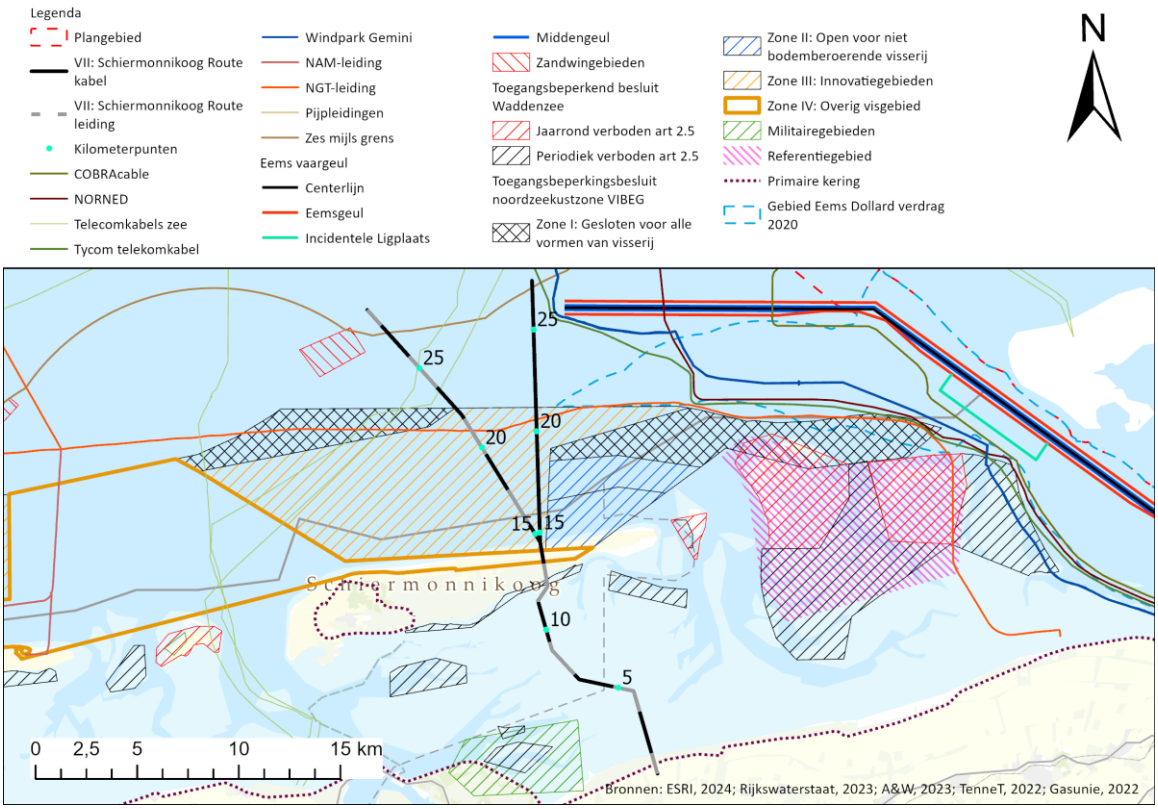
Afbeelding 11.1 Routeontwikkeling tussen Baseline 0 en Baseline 3



11.2 Toelichting op route (Baseline 3)

De VII: Schiermonnikoog Wantij route wordt beschouwd voor zowel voor zowel kabelsystemen als leidingen. De basis van deze route is het volgen van de ondiepe droogvallende wadplaten tussen Groningse kust bij Kloosterburen en Schiermonnikoog. De route kruist de primaire kering ter hoogte van Kloosterburen en volgt vervolgens het wantij richting Schiermonnikoog. De route loopt onder Schiermonnikoog door en loopt vervolgens in noordelijke richting verder door de Noordzeekustzone. De route kruist de NGT-leiding op circa 6 km uit de kust van Schiermonnikoog.

Afbeelding 11.2 VII: Schiermonnikoog Wantij route voor kabelsystemen en voor leidingen



Installatiemethode

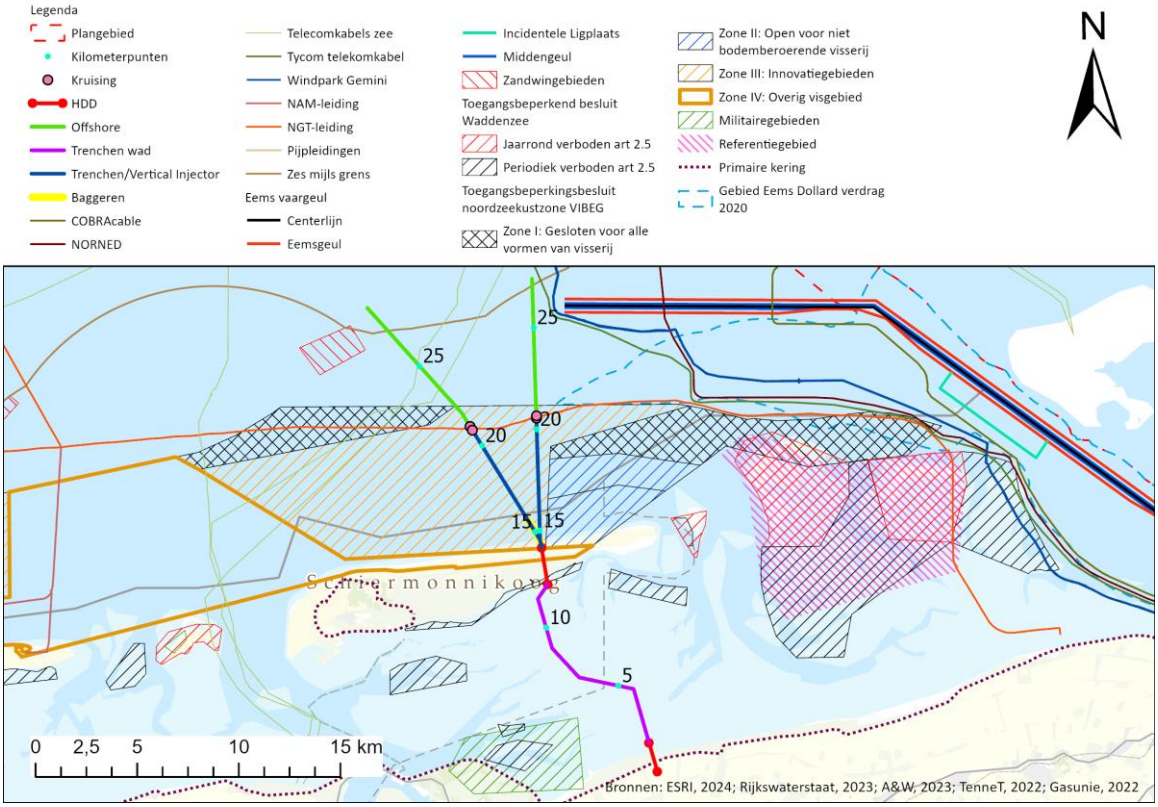
Kabelsysteem

Afbeelding 11.3 toont een kaart met daarop de VII: Schiermonnikoog Wantij route en de installatiewerkzaamheden die worden voorzien voor de aanleg van een kabelsysteem. De route kruist de primaire kering ter hoogte van Kloosterburen met een HDD-boring. Vervolgens wordt het kabelsysteem op de ondiep liggende wadplaten geïnstalleerd met een wadtrencher, hierbij worden de schelpdierbanken vermeden. Met een HDD-boring onder Schiermonnikoog door wordt het eiland gepasseerd. Het intredepunt van de HDD-boring op het wantij en het uittredepunt van de HDD-boring op het strand aan de Noordzee zijde van Schiermonnikoog zijn mede bepaald op basis van de maximaal te overbruggen afstand van de boring (1.500 m). De maximaal te overbruggen afstand van een boring is normaliter circa 1.200 m. Deze afstand van 1.500 m is een uitzondering om de kwelder aan de Waddenzijde van Schiermonnikoog en de embryonale duinen aan de Noordzeezijde van Schiermonnikoog te vermijden. Het tijdelijk gesloten gebied grenzend aan de zuidkant van Schiermonnikoog, de kwelder en de embryonale duinen worden ook met deze HDD gekruist. Op plekken waar zich broedvogels bevinden gedurende het broedseizoen worden geen werkzaamheden uitgevoerd. Er wordt hierbij een afstand van 600 m (op basis van een 40 dB geluidcontour) tot broedlocaties en belangrijke foerageerlocaties aangehouden. Daarnaast worden op plekken waar zich niet-broedvogels bevinden ook geen werkzaamheden uitgevoerd. De periode waarin en de afstand waarop kan worden gewerkt, is afhankelijk van de vogelsoorten die er voorkomen.

Ten noorden van Schiermonnikoog wordt overgegaan op een kabelsysteem installatie met drijvend materieel. Vanwege de zandbanken ten noorden van Schiermonnikoog is de waterdiepte ontoereikend voor de toegang van dit materieel. Er worden daarom baggerwerkzaamheden voorzien om voldoende diepte te creëren voor het materieel. De totale baggerwerkzaamheden zijn circa 0,7 miljoen m^3. Het baggervolume is exclusief ontgravingen voor de HDD's, de moffen en het afvlakken van brekerlocaties. Voor de aanleg van het kabelsysteem wordt ten noorden van Schiermonnikoog alleen een kofferdam gebruikt.

Ten noorden van Schiermonnikoog wordt het kabelsysteem met de inzet van een trencher of een vertical injector op diepte gebracht.

Afbeelding 11.3 Routeontwerp kabelsysteem (Baseline 3), VII: Schiermonnikoog Wantij route

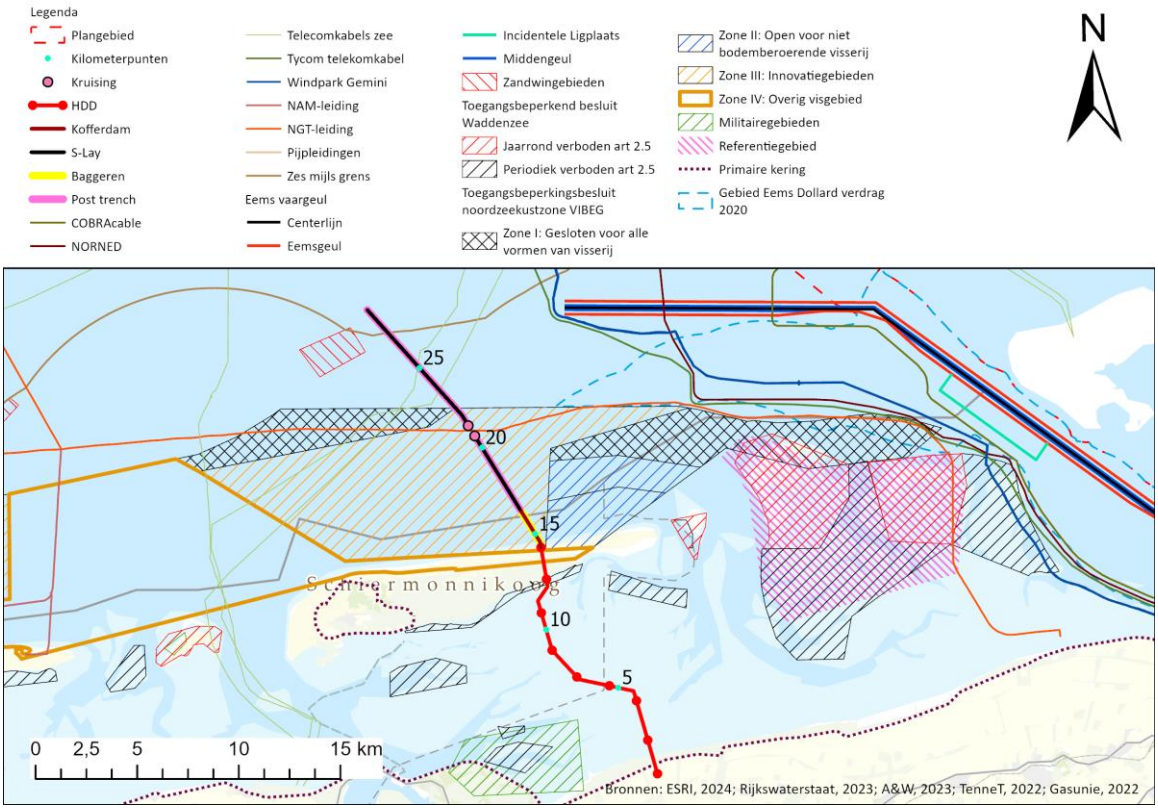


Leiding

Afbeelding 11.4 toont een kaart met daarop de VII: Schiermonnikoog Wantij route en de installatiewerkzaamheden die worden voorzien voor de aanleg van een leiding. De route kruist de primaire kering ter hoogte van Kloosterburen via een HDD-boring. Het wantij tussen Groningen en Schiermonnikoog wordt overgestoken met een serie HDD-boringen, hierbij worden de schelpdierbanken vermeden. De verwachting is dat er 6 tot 10 HDD-boringen nodig zijn om het wantij te kruisen. Op plekken waar zich broedvogels bevinden gedurende het broedseizoen worden geen werkzaamheden uitgevoerd. Er wordt hierbij een afstand van 600 m (op basis van een 40 dB geluidcontour) tot broedlocaties en belangrijke foerageerlocaties aangehouden. Daarnaast worden op plekken waar zich niet-broedvogels bevinden ook geen werkzaamheden uitgevoerd. De periode waarin en de afstand waarop kan worden gewerkt is afhankelijk van de vogelsoorten die er voorkomen. De technische uitvoerbaarheid van deze installatietechniek is nog onzeker.

Voor de installatie van de leiding in het ondiepe deel ten noorden van Schiermonnikoog wordt een gebaggerdeopen ontgraving in de brandingszone gemaakt met een kofferdam om de leiding op de gewenste diepte te brengen (ingetrokken vanaf een schip op zee naar land). Zodra de waterdiepte het toelaat, wordt de leiding geïnstalleerd via de 'S-Lay' techniek.

Afbeelding 11.4 Routeontwerp leiding (Baseline 3), serie HDD-boringen, VII: Schiermonnikoog Wantij route



Breedte corridor en te onderzoeken configuratie kabelsystemen en/of leidingen

Op basis van aanwezige harde belemmeringen (zie bijlage I voor een beschrijving), het routeprincipe en de eerste ronde effectonderzoeken is een inschatting gemaakt van de maximale corridorbreedte voor deze route (zie paragaaf 2.3 voor een toelichting op de aanpak).

Voor kabelsystemen is een variërende corridorbreedte onderzocht van minimaal 1.500 m en maximaal 4.000 m. De morfologische dynamiek en de aanwezige natuurwaarden zijn leidend bij het bepalen van de corridorbreedte. Ook voor leidingen is een variërende corridorbreedte onderzocht van minimaal 2.000 m en maximaal 4.000 m. Tabel 11.1 toont de maximale technisch maakbare configuratie in de corridor.

Tabel 11.1 Overzicht van te onderzoeken configuratie van VII: Schiermonnikoog Wantij route in het planMER en de IEA

Route	Type	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
VII	kabelsystemen en leidingen	7 kabelsystemen en 3 leidingen
	enkel kabelsystemen	7 kabelssystemen
	enkel leidingen	3 leidingen

12

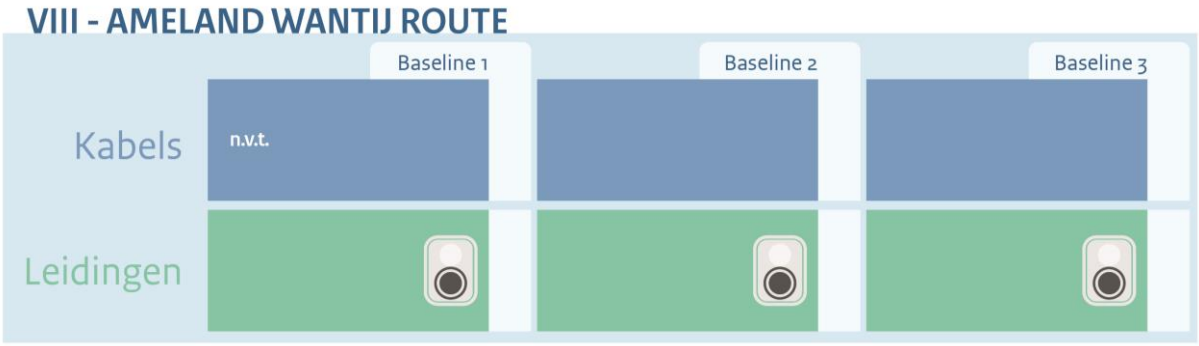
VIII: AMELAND WANTIJ ROUTE

12.1 Status van route

De VIII: Ameland Wantij route is beschreven in de NRD (Baseline 0). Voor Baseline 1 is het routeontwerp voor de route door Gasunie uitgewerkt (zie Bijlage III). Tussen Baseline 1 en Baseline 3 is het routeontwerp geoptimaliseerd. Bijlage V beschrijft de doorgevoerde ontwerpoptimalisaties voor deze route.

De VIII: Ameland Wantij route is beschouwd voor leidingen in Baseline 3. Een beschrijving van het Baseline 3 Routeontwerp volgt in de volgende paragraaf.

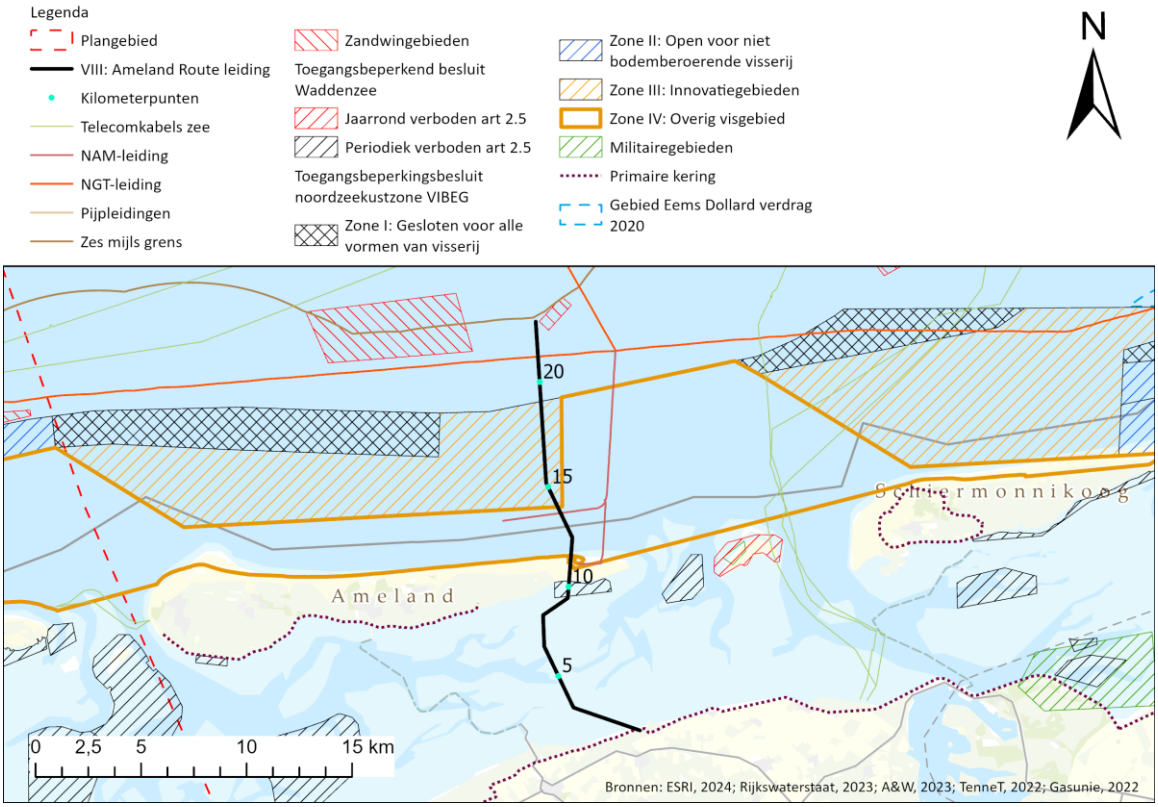
Afbeelding 12.1 Routeontwikkeling tussen Baseline 0 en Baseline 3



12.2 Toelichting op route (Baseline 3)

De VIII: Ameland Wantij route is de meest westelijke route. Deze route is alleen voor leidingen beschouwd. In de NRD is toegelicht waarom de VIII: Ameland Wantij route alleen voor leidingen en niet voor kabelsystemen is beschouwd. De basis van deze route is het volgen van de ondiepe droogvallende wadplaten tussen de Friese kust rond Ternaard en Ameland. De route kruist de primaire kering ter hoogte van Ternaard en volgt vervolgens het wantij richting Ameland. De route kruist vervolgens het oostelijke deel van Ameland en loopt in noordelijke richting door de Noordzeekustzone. De route kruist de gasleiding AME-2 naar het productieplatform Ameland Westgat (AWG) en loopt over een lengte circa 3 km parallel aan de gasleiding van AWG naar de NGT-leiding. De route kruist de NGT-leiding op circa 10 km uit de kust van Ameland.

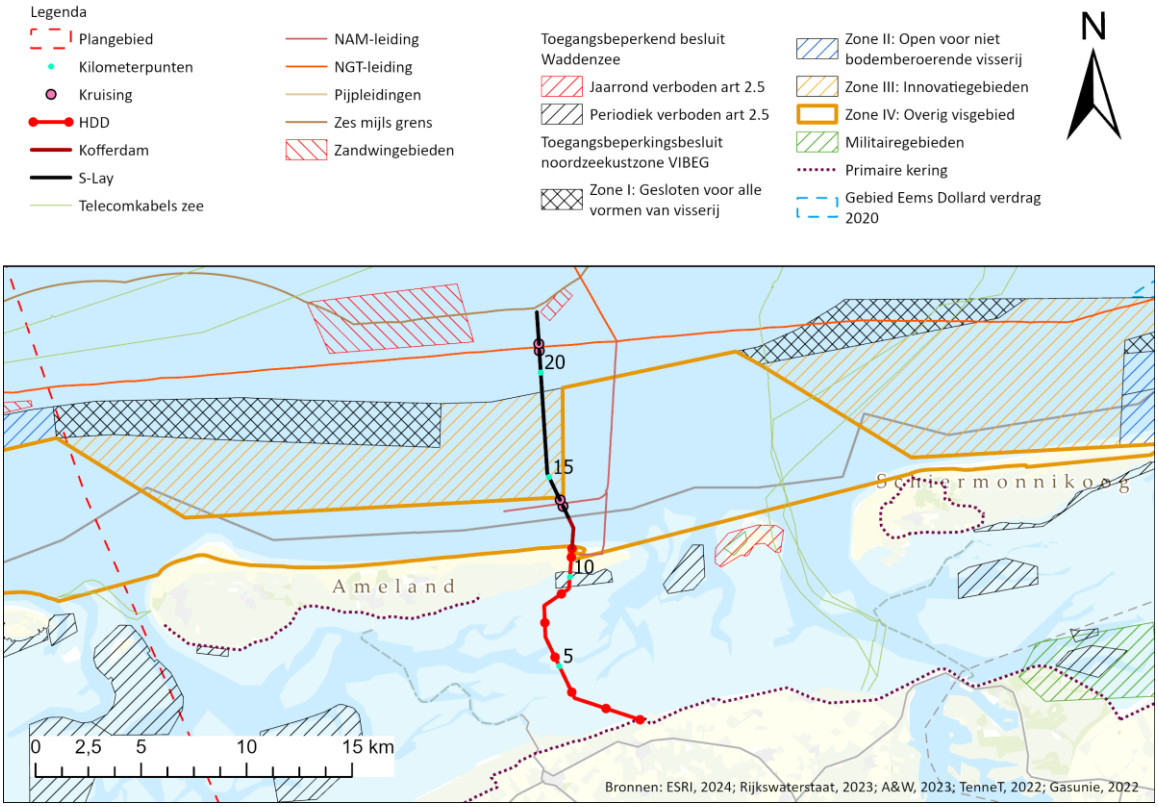
Afbeelding 12.2 VIII: Ameland Wantij route voor leidingen (zwart)



Installatiemethode

Afbeelding 12.3 toont een kaart met daarop de VIII: Ameland Wantij route en de installatiewerkzaamheden die worden voorzien voor de aanleg van een leiding. De VIII: Ameland Wantij route is vergelijkbaar met de VII: Schiermonnikoog Wantij route. Beiden routes kruisen een wantij (waarbij de schelpdierbanken worden vermeden) en lopen onder een Waddeneiland door. Wel is deze route korter dan de VII: Schiermonnikoog Wantij route. De lengte van vasteland tot het strand aan de noordzijde van Ameland is ongeveer 10 km. Daarnaast wordt ten noorden van het strand van Ameland (KP 13,5) een 10-inch leiding van NAM op 7 m waterdiepte gekruist. De uitgangspunten wat betreft verstoring van broedvogels en niet-broedvogels zijn voor de VIII: Ameland Wantij route gelijk aan de VII: Schiermonnikoog Wantij route.

Afbeelding 12.3 Routeontwerp leiding (Baseline 3), serie HDD-boringen, VIII: Ameland Wantij route.



Breedte corridor en te onderzoeken configuratie leidingen

Op basis van aanwezige harde belemmeringen, het routeprincipe en de eerste ronde effectonderzoeken is een inschatting gemaakt van de maximale corridor breedte voor deze route (zie paragaaf 2.3 voor een toelichting op de aanpak). Er is een corridorbreedte onderzocht van 2.000 m. De morfologische dynamiek en de aanwezige natuurwaarden zijn leidend bij het bepalen van de corridorbreedte. Tabel 12.1 toont de maximale technisch maakbare configuratie in de corridor.

Tabel 12.1 Overzicht van te onderzoeken configuratie van VIII : Ameland Wantij route in het planMER en de IEA

Route	Type	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
VIII	enkel leidingen	3 leidingen

13

IX: ZOUTKAMPERLAAG ROUTE

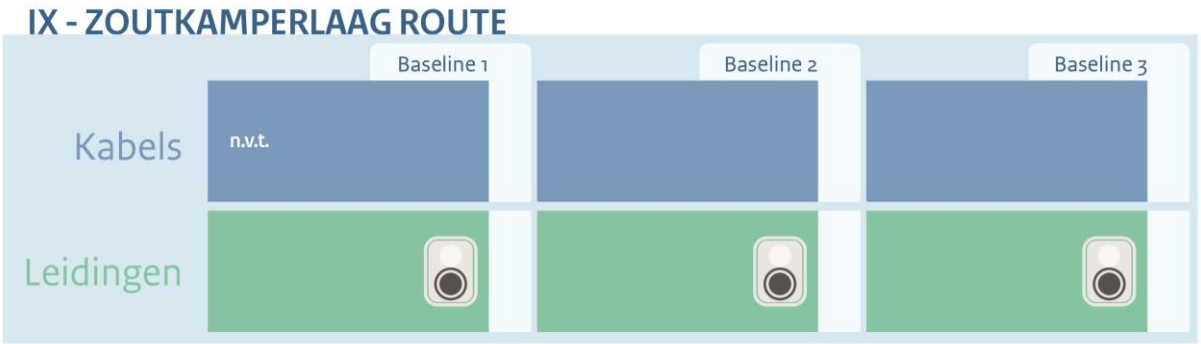
13.1 Status van route

De IX: Zoutkamperlaag route is beschreven in de NRD (Baseline 0). Deze route is onderzocht voor leidingen. Voor Baseline 1 is het routeontwerp voor de route door Gasunie uitgewerkt (zie Bijlage III) en lokaal geoptimaliseerd. Tussen Baseline 1 en Baseline 3 is het routeontwerp geoptimaliseerd. Bijlage V beschrijft de doorgevoerde ontwerpoptimalisaties voor deze route.

Tussen Baseline 2 en 3 zijn zowel de oostelijke en westelijke aanlanding van de route beoordeeld. De oostelijke aanlanding van de route (ten oosten van Lauwersmeer) is hierbij als niet vergunbaar beoordeeld, omdat de activiteiten in het militair gebied niet verenigbaar zijn met de voorgenomen activiteit. Optimalisaties voor het beperken van de effecten zijn onderzocht, maar leiden niet tot een beperking van de significantie van de effecten. Optimalisaties die zijn onderzocht zijn het dieper begraven van de leiding en een alternatieve aanlandlocatie verder oostelijk. Deze variant (de oostelijke aanlanding) is daarom vanaf Baseline 3 niet verder onderzocht voor leidingen in PAWOZ. In Bijlage V wordt de redeneerlijn voor het af laten van deze variant voor de aanleg van leidingen nader toegelicht.

De westelijke aanlanding van de route is wel beschouwd en verder onderzocht. Deze variant (de westelijke aanlanding) van de IX: Zoutkamperlaag route is alleen beschouwd voor leidingen in Baseline 3. Een beschrijving van het Baseline 3 Routeontwerp volgt in de volgende paragraaf.

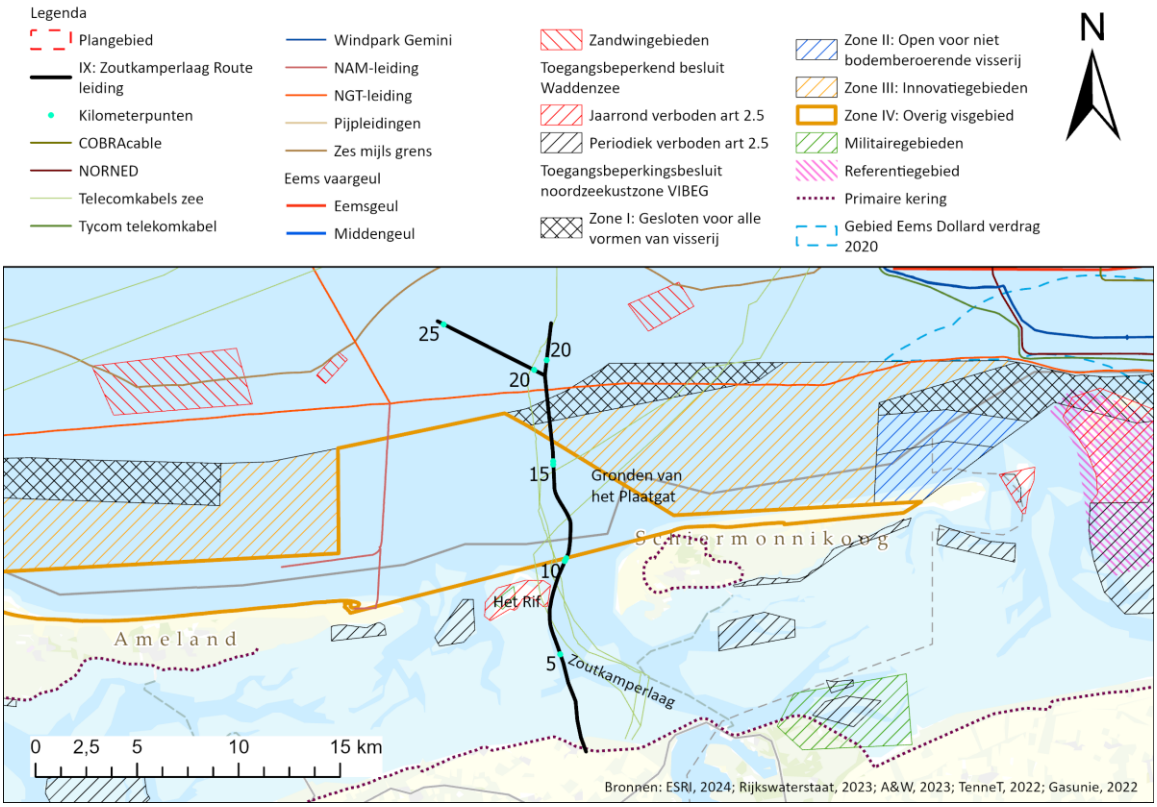
Afbeelding 13.1 Routeontwikkeling tussen Baseline 0 en Baseline 3



13.2 Toelichting op route (Baseline 3)

De IX: Zoutkamperlaag route is alleen beschouwd voor leidingen. In de NRD is toegelicht waarom de IX: Zoutkamperlaag route alleen voor leidingen en niet voor kabelsystemen is beschouwd. De route kruist de primaire kering ten oosten van het Lauwersmeer en kruist het wad via de kortste route richting de Zoutkamperlaag. Via de Zoutkamperlaag loopt de route tussen Het Rif en Schiermonnikoog en ten westen van het de Gronden van het Plaatgat in noordelijke richting naar de Noordzee waar de NGT-leiding wordt gekruist.

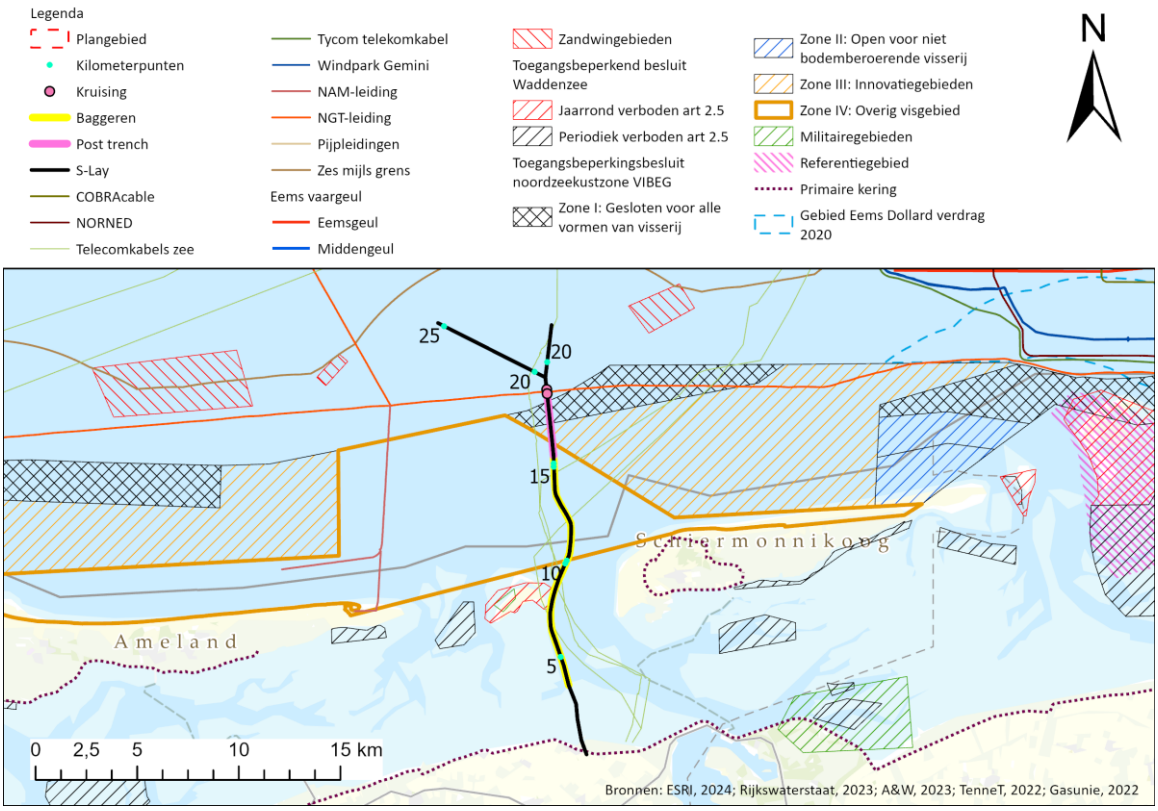
Afbeelding 13.2 IX: Zoutkamperlaag route voor leidingen (zwart)



Installatiemethode

Afbeelding 13.3 toont de kaart met daarop de IX: Zoutkamperlaag route en de installatiewerkzaamheden die worden voorzien voor de aanleg van een leiding. De route kruist de primaire kering ten westen van Lauwersmeer met een HDD-boring. De leiding dient in de Zoutkamperlaag op een diepte te worden aangelegd die niet kan worden behaald met 'post-lay trenching' technieken. Er zijn daarom langs grote delen van de route voorbereidende baggerwerkzaamheden nodig. De sleuf die wordt gebaggerd heeft een diepte die gelijk is aan de gewenste begraafdiepte, een breedte van 6 m en een talud van 1:7. Het totale baggervolume dat nodig is voor de aanleg van de leiding is circa 3,4 miljoen m^3 voor een leiding langs de centerline en circa 3,7 miljoen m^3 en circa 3,6 miljoen m^3 voor een leiding langs respectievelijk de oostelijke en westelijke rand van de corridor. Het gebaggerde materiaal wordt direct na begraven van de leiding in de open sleuf verspreid. De route loopt langs Het Rif, waar zich grote aantallen niet-broed vogels bevinden. Er worden langs dit deel van de route enkel werkzaamheden uitgevoerd in juni, wanneer zich op Het Rif lage aantallen niet-broedvogels bevinden.

Afbeelding 13.3 Routeontwerp leiding (Baseline 3), IX: Zoutkamperlaag route



Toelichting bagger volumes

In de periode tussen de voorbereidende baggerwerkzaamheden en de installatie van de kabelsystemen of leidingen in de zeebodem vindt er hersedimentatie plaats van de uitgegraven delen. Deze moeten daarom in de tussenliggende tijd op voldoende diepte worden gehouden (bijvoorbeeld door bij aanvang een overdiepte te baggeren, of door onderhoudsbaggerwerkzaamheden uit te voeren). Hoeveel hersedimentatie optreedt is afhankelijk van de periode tussen de baggerwerkzaamheden en de installatie, en van de locatie van de baggerwerkzaamheden. Binnen PAWOZ wordt (conservatief) rekening gehouden met 50% hersedimentatievolume rond Waddenzeegeulen en in de Noordzeekustzone, en met 100% hersedimentatievolume in buitendelta's. Aangezien de baggerwerkzaamheden en installatie van de leidingen voor de II: Oude Westereems route en IX: Zoutkamperlaag route in Baseline 3 (nagenoeg) gelijktijdig wordt uitgevoerd, is voor deze routes geen rekening gehouden met hersedimentatie. De netto baggervolumes binnen PAWOZ zijn conservatief bepaald door rekening te houden met taluds van 1 op 7. Naar verwachting is het mogelijk om op grote delen van de route steilere taluds te realiseren

Breedte corridor en te onderzoeken configuratie leidingen

Op basis van aanwezige harde belemmeringen (zie bijlage I voor een beschrijving), het routeprincipe en de eerste ronde effectonderzoeken is een inschatting gemaakt van de maximale corridorbreedte voor deze route (zie paragaaf 2.3 voor een toelichting op de aanpak). Voor leidingen wordt een corridor van 200 m onderzocht. Tabel 13.1 toont de maximale technisch maakbare configuratie in de corridor.

Tabel 13.1 Overzicht van te onderzoeken configuratie van IX: Zoutkamperlaag route in het planMER en de IEA

Route	Type	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
IX	enkel leidingen	3 leidingen

14

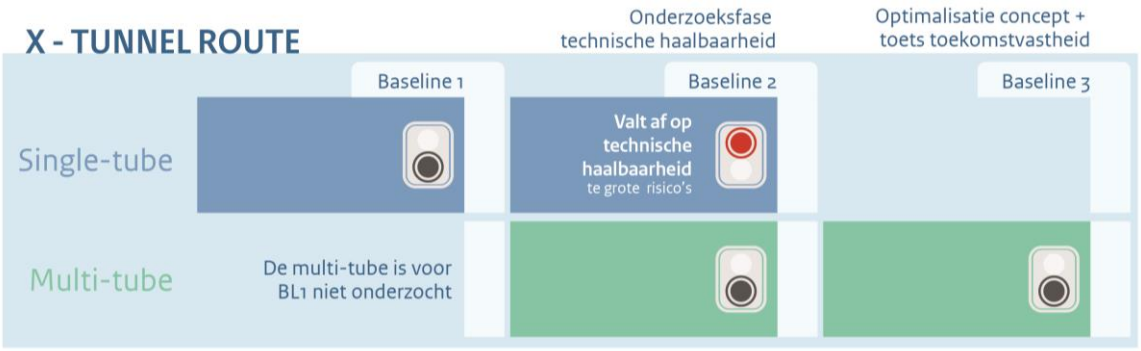
X: TUNNEL ROUTE

14.1 Status route

De in de NRD (Baseline 0) beschreven X: Tunnel route vormt een route voor zowel kabelsystemen als leidingen. Na Baseline 1 (het schetsontwerp) is de technische haalbaarheid van de tunnel richting Baseline 2 verder onderzocht op basis van een concept met alle verwachte kabelsystemen en leidingen in één tunnelbuis (single-tube). Omdat dit te grote risico's met zich mee bleek te brengen (zie Bijlage V), is richting Baseline 3 een tunnelsysteem met meerdere tunnelbuizen (multi-tube) onderzocht. Hierbij zijn het intredepunt op de Noordzee en het aanlandingspunt in de Eemshaven ongewijzigd gebleven. Het multi-tube concept, waarbij één energiedrager wordt geïnstalleerd per tunnelbuis, is uitgebreid onderzocht. De technische haalbaarheid hiervan is in principe aangetoond.

Het ontwerpproces van X: Tunnel route tussen Baseline 0 en Baseline 3 is verder toegelicht in Bijlage V.

Afbeelding 14.1 Routeontwikkeling tussen Onderzoeksfase technische haalbaarheid en Optimalisatie concept + toets toekomstvastheid



14.2 Toelichting route (Baseline 3)

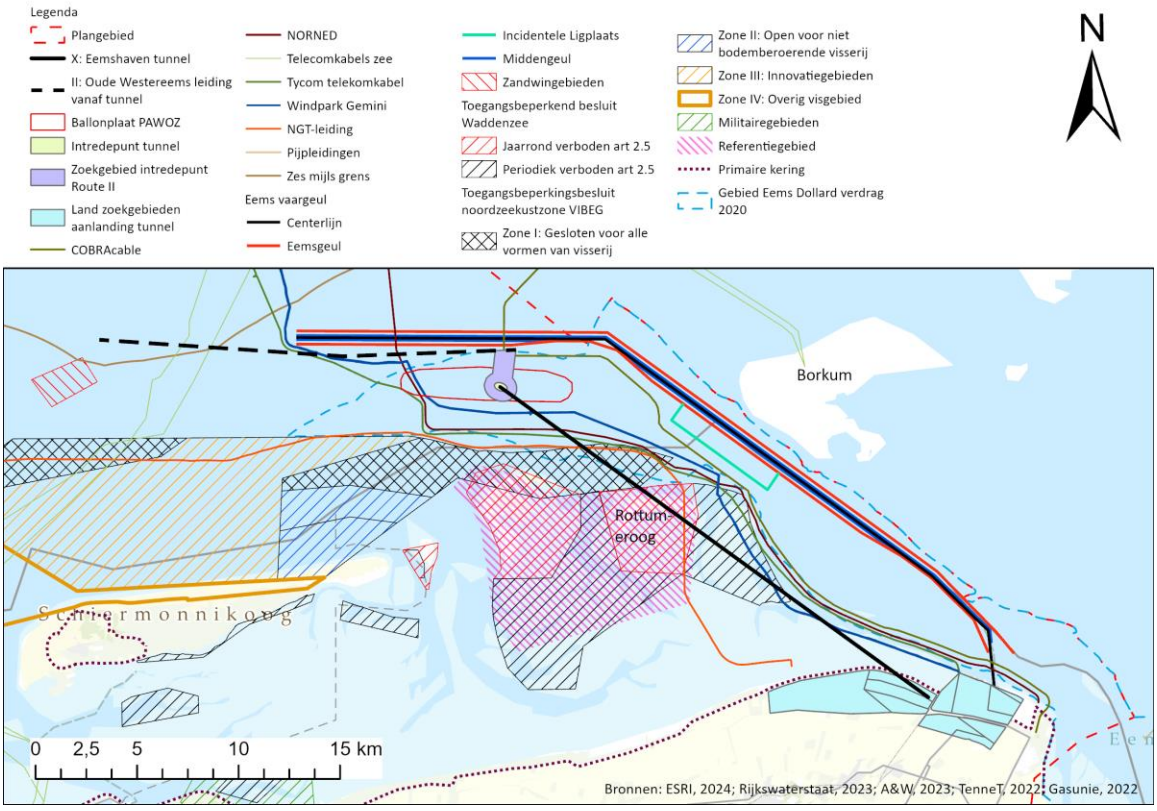
De in de NRD beschreven X: Tunnel route heeft een lengte van ongeveer 26 km. De X: Tunnel route begint bij het intredepunt op de Noordzee en eindigt bij een aanlandingspunt op het vasteland. Het beginpunt van de X: Tunnel route, ofwel het intredepunt Noordzee, ligt op de Ballonplaat, een zandbank ten noorden van Rottumerplaat en ten westen van Borkum. Het intredepunt Noordzee ligt in het Eems-Dollard verdragsgebied op ongeveer 12 km ten westen van Borkum op de Ballonplaat. Vanaf hier richting het westen zullen de kabelsystemen en leidingen de II: Oude Westereems route volgen om vervolgens te kunnen aansluiten op de routes op de Noordzee. Zoekgebied intredepunt Route II verbindt het intredepunt Noordzee met de II: Oude Westereems route.

Het aanlandingspunt is voorzien in de omgeving van de Eemshaven. Er is nog geen definitieve locatie bekend. Aangezien het proces om tot een concrete locatie voor het aanlandingspunt te komen parallel loopt aan de uitvoering van de effectonderzoeken is ervoor gekozen om te werken met zogenaamde zoekgebieden. Er is - vooruitlopend op het bepalen van een definitieve locatie - gekozen om met een fictieve locatie binnen de zoekgebieden voor het aanlandingspunt te werken (zie Afbeelding 14.2). Dit uitgangspunt is gekozen om een zo goed mogelijke schatting van de planning en de kosten te kunnen opmaken.

De X: Tunnel route loopt in een rechte lijn naar de Eemshaven. De tunnels gaan diep (circa 30 tot 45 m onder het NAP) onder het referentiegebied, het Natura 2000-gebied Waddenzee en de Noordzee Kustzone, de bestaande kabels en leidingen en Rottumeroog, door. Nabij de Eemshaven bereikt de route het vasteland en het aanlandingspunt. Vanuit daar loopt de route naar de aansluitpunten op het landelijk hoogspanningsnet en het Waterstofnetwerk Nederland. Omdat de definitieve locatie van het aanlandingspunt nog onbekend is kan dit laatste route onderdeel nog niet concreet worden ontworpen. Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat de kabelsystemen en leidingen zoveel als mogelijk de andere te onderzoeken landroutes in het gebied volgen.

Vanuit de resultaten van de multi-tube fase is gekozen om momenteel één energiedrager (dat wil zeggen: één 2 GW kabelsysteem of één leiding) te installeren per tunnelbuis. Het intredepunt Noordzee, het aanlandingspunt Eemshaven en de tunnelbuizen zelf zullen tijdens de levensduur van het tunnelsysteem toegankelijk moeten zijn voor beheer en onderhoud en de installatie van (extra) kabelsystemen en leidingen.

Afbeelding 14.2 X: Tunnel route (Baseline 3)



Intredepunt Noordzee

In Afbeelding 14.2 is onder andere het intredepunt Noordzee opgenomen dat in de effectenonderzoeken van het planMER en de IEA wordt onderzocht. Het uitgangspunt voor het intredepunt op de Noordzee is dat stenen of betonblokken langs de waterkant van het intredepunt worden geplaatst om erosie te voorkomen. Het intredepunt wordt gefaseerd opgebouwd. Vanwege de eerder vermelde grote risico's behorende tot het combineren van veel kabelsystemen en leidingen in één tunnelbuis wordt een variant onderzocht met in eerste instantie 3 tunnelbuizen voor de ontsluiting van de windparken DDW en TNW met twee 2 GW DC-kabelsystemen en één waterstofleiding. Het uitgangspunt daarbij is momenteel een basisontwerp met meerdere schachten met vanuit elke schacht de mogelijkheid om 2 tunnelbuizen te boren. De initieel beoogde 3 tunnelbuizen worden dus geboord vanuit twee schachten. Hetzelfde geldt voor de schachten bij het aanlandingspunt nabij de Eemshaven.

Voor toekomstige kabel- en leidingsystemen kunnen aanvullende tunnelbuizen worden geboord. Dit kan vanuit de reeds gerealiseerde schacht (indien daar plek voor is) of vanuit één of meerdere extra schachten. Als uitgangspunt voor het tunnelconcept wordt aangehouden dat er maximaal 4 extra tunnelbuizen gebouwd moeten worden (hierdoor komt het totaal mogelijk op 7 tunnelbuizen). Er zijn voor de toekomstscenario's meerdere optimalisaties denkbaar. De 7 tunnelbuizen worden als maximale variant meegenomen. Het uitgangspunt voor de tunnelbuisgrootte is een buitendiameter van 7 m en een binnendiameter van 5,5 m. Een enkele schacht is ongeveer 15 x 70 m, een dubbele schacht ongeveer 30 x 70 m. De afmetingen van het intredepunt en een schacht zijn opgenomen in Tabel 14.1. Het intredepunt is voldoende groot om zowel de initieel benodigde 3 tunnelbuizen als de mogelijk toekomstige 4 tunnelbuizen te kunnen accommoderen. Er passen dus 4 dubbele schachten op het intredepunt. De afmetingen en de genoemde uitgangspunten worden verder onderzocht en vastgesteld in relatie tot de planning (fasering).

Tabel 14.1 afmetingen onderdelen intredepunt op Noordzee

Onderdeel intredepunt	Afmetingen
Lengte intredepunt (op zeebodem, totale ellips vorm)	~ 800 m
Breedte intredepunt (op zeebodem, totale ellips vorm)	~ 450 m
Oppervlakte intredepunt (op te spuiten zand, +5.00 NAP)	~100.000 m^2
Volume intredepunt (op te spuiten zand, +5.00 NAP)	~1,1 miljoen m^3
Schachtgrootte dubbel	~70 x 30 m
Schachtgrootte enkel	~70 x 15 m

Aanlandingspunt Eemshaven

De exacte locatie voor het aanlandingspunt van de tunnel is nog niet vastgesteld. Er zijn daarom 3 zoekgebieden onderzocht (zie Afbeelding 14.3). Dit zijn de gebieden (i) Ten Westen van Eemshaven, (ii) Eemshaven en (iii) Oostpolder. In Tabel 14.2 zijn de zoekgebieden nader toegelicht. Er is op dit moment een mogelijke invulling van werkterrein geschetst van circa 300 x 400 m. Hierin is gekozen voor optimale en parallelle fasering en bouwstromen. In ruimtegebruik zijn dus nog veel optimalisaties en aanpassingen mogelijk. Dit werkterrein bestaat uit enkele elementen, benodigd voor het aanleggen en beheren van het tunnelsysteem, te weten:

- tunnelschachten, toegangswegen, opslagterreinen voor materialen tijdens de bouw;
- een uitlegstrook en invoerschacht in het verlengde van de waterstoftunnel, inclusief werkterrein naast de schacht voor het prefabriceren en inbrengen van een waterstofleiding. De lengte hiervan is flexibel. Hiervoor geldt: hoe meer ruimte er beschikbaar is hoe langere stukken pijpleiding in één keer kunnen worden ingebracht en des te minder lassen er nodig zijn. Dit resulteert in snellere doorloop- en installatietijd van de leiding;
- ruimte voor het (prepareren van het) inbrengen van de kabelsystemen en het koppelen van de kabelsystemen aan de landroute;
- terreinen voor benodigde installaties (koeling), dienstgebouw en beveiliging tijdens de operationele fase.

Voor het opmaken van de kostenraming en planning voor de X: Tunnel route is een fictief aanlandingspunt gekozen wat binnen het zoekgebied Ten Westen van Eemshaven ligt (zie Afbeelding 14.2). Ook voor het aanlandingspunt Eemshaven geldt dat er in komende fase onderzoek plaatsvindt voor inrichting van het (werk)terrein.

Afbeelding 14.3 Zoekgebieden aanlandingspunt Eemshaven

Tabel 14.2 Toelichting op zoekgebieden voor aanlandingspunt Eemshaven

Zoeklocatie	Karakteristieken	Aandachtspunten
Eemshaven	- huidige industriële gebied van de Eemshaven - wegens technische levensduur tunnelboormachine begrensd tot maximaal 30 km tunnellengte - minimale afstand voor transport materialen realisatiefase vanuit haven/spoor en kort tracé via landroutes naar stationslocaties - circa 26 - 30 km tunnellengte	Inpassing t.o.v. huidige functies in de Eemshaven. Onder anderen: - huidige bedrijven; - windturbines.
Oostpolder	- huidige agrarische gebied direct ten zuiden van de Eemshaven dat momenteel in ontwikkeling is als toekomstig industrieterrein - begrensd tot 30 km tunnellengte - beperkte afstand voor transport materialen realisatiefase vanuit haven/spoor en kort tracé via landroutes naar stationslocaties - circa 26 - 30 km tunnellengte.	- eventuele toekomstige uitbreiding Eemshaven in dit gebied; - inpassing t.o.v. huidige functies (m.n. windturbines); - voor deze locatie zullen waarschijnlijk windturbines moeten verdwijnen; - tunnel past waarschijnlijk niet binnen het toekomstige Provinciaal Inpassingsplan van Oostpolder.
Ten Westen van Eemshaven	- overwegend agrarisch gebied ten westen van de Eemshaven en ten noorden van de Binnenbermsloot. - afweging mogelijk tussen: enerzijds relatief korte tunnellengte (circa 21 km in het meest westelijke punt) met relatief grote afstand voor transport materialen realisatiefase en lang tracé via landroutes naar stationslocaties - en anderzijds langere tunnellengte (ca. 26 km) met relatief korte landroutes en transportlengte; - circa 20 - 26 km tunnellengte.	- inpassing t.o.v. huidige en toekomstige functies (m.n. (toekomstige) windturbines); - voor deze locatie moeten mogelijk agrarische gronden worden opgekocht en windturbines worden uitgekocht.

14.2.1 Bouw en ingebruikname van tunnel

Voor het planMER en de IEA wordt net als voor de andere routes uitgegaan van een realistische maximale variant. Deze maximale variant is gebaseerd op het boren van 3 tunnelbuizen (voor twee kabelsystemen voor DDW (2x 2 GW DC-kabelsystemen) en één leiding voor TNW) en aanvullend maximaal 4 tunnelbuizen (voor nog eens drie kabelsystemen en één leiding) in een latere fase voor toekomstige windparken. Vanwege de huidige onzekerheden in het ontwerp zijn een aantal uitgangspunten gehanteerd, zoals de dimensies van het intredepunt Noordzee, het aantal tunnelbuizen en de bijbehorende diameter, welke in een later stadium herijkt zullen worden indien nodig. Naar huidig inzicht zal de worst-case voldoende marge bieden voor het uiteindelijke ontwerp. In de volgende alinea's wordt voor de verschillende onderdelen van het tunnelontwerp toegelicht welke uitgangspunten worden gehanteerd.

Intredepunt Noordzee

Toegangsgeul naar het intredepunt
Materiaal voor de bouw van het intredepunt wordt aangevoerd vanuit de Eemshaven. Vanuit de Eemshaven wordt zo lang mogelijk de betonde vaarweg gevolgd. Vanaf de betonde vaarweg richting het intredepunt zijn drie toegangsgeulen in beeld, twee via het Huibertgat en één via de Westereems. In de geul is een waterdiepte van 13 meter nodig. Op sommige plekken op de drie routes die in beeld zijn is het ondieper dan 13 meter. Hierdoor zijn lokaal baggerwerkzaamheden nodig. Er wordt nader onderzoek uitgevoerd om te bepalen welke route verder worden uitgewerkt.

Bouw intredepunt Noordzee
Het intredepunt zal bestaan uit een opgespoten werkterrein binnen een zeewering. Het intredepunt wordt gefaseerd gebouwd. Op hoofdlijnen bestaan de activiteiten uit de volgende stappen:
- aanleggen van dijk (zeewering): voor het aanleggen van de zeewering wordt kernmateriaal gestort bestaand uit stenen (stortsteen en breuksteen). Dit gebeurt met een kraan vanaf een ponton. Vervolgens worden filterlagen aangelegd. Een filterlaag bestaat uit grover materiaal en voorkomt dat het op te spuiten zand (volgende stap) door de (steen)bekleding van de zeewering kan wegspoelen;
- opspuiten met zand: zodra de zeewering grotendeels is gerealiseerd, kan het zand voor het intredepunt worden opgespoten. Dit zand is afkomstig uit delen van de toegangsgeul waar lokaal moet worden gebaggerd;
- aanleg van golfbrekers: de aanleg van de zeewering gaat ter hoogte van de kade over in aanleg van de golfbrekers. Doordat de golfbrekers en de zeewering vergelijkbaar zijn opgebouwd, met kernmateriaal en filterlagen, kan het storten van het kernmateriaal doorgaan in het verlengde van de aanleg van de zeewering;
- realisatie kade: de kade wordt gerealiseerd met dam-/combiwanden die vanaf het opgespoten intredepunt in de grond worden getrild;
- baggeren van bassin: het bassin moet op de juiste diepte worden gebaggerd, zodat aanvoer van materialen voor de bouw van de schachten en de tunnelbuizen via het water mogelijk is. Het havenbassin heeft een oppervlakte van 70.000 m^2 en is van nature gemiddeld 4 meter diep. Om tot de benodigde 13 meter diepte te komen moet er aanvullend 9 meter worden gebaggerd. Dit resulteert in een baggervolume van circa 630.000 m^3.

Bouw eerste schachten en eerste tunnelbuizen
Zodra het intredepunt is gerealiseerd, worden twee schachten gebouwd. Vanuit deze schachten kunnen in principe 2x 2 tunnelbuizen op diepte worden geboord. Een schacht voor twee tunnelbuizen heeft een oppervlakte van circa 2.100 m^2 en is circa 20 meter diep. Om de schacht te realiseren wordt gebruik gemaakt van combiwanden. Nadat de combiwanden zijn geplaatst wordt de schacht uitgegraven. Hierbij komt circa 40.000 m^3 zand vrij. Dit zand kan worden hergebruikt op locatie (voor het uitbreiden van het intredepunt), worden afgevoerd naar land of in zee worden gestort. Zodra de schacht of schachten gereed zijn, wordt gestart met het boren van de eerste 3 tunnelbuizen.

De tunnels worden vanaf twee richtingen geboord, vanaf het intredepunt en vanaf het aanlandingspunt. In totaal komt bij het boren van de eerste drie buizen zo'n 1.300.000 m^3 zand vrij bij het intredepunt Noordzee.

De totaalomtrek van het intredepunt biedt ruimte voor de eerste twee schachten (voor drie tunnelbuizen) en kan ook in de toekomst de aanvullende 2 schachten accommoderen. Wel geldt dat voor het aanleggen van aanvullende schachten en tunnelbuizen aanvullende werkruimte nodig is. Deze aanvullende werkruimte kan worden gerealiseerd als optimalisatie door het intredepunt verder op te spuiten binnen de aangelegde zeewering. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van de vrijgekomen grond uit de eerste schacht en uit de eerste drie tunnelbuizen.

Bouw volgende schachten en tunnelbuizen
Nadat de eerste twee schachten en de eerste drie tunnels gebouwd zijn, kunnen extra tunnels worden gebouwd. De bouw van de volgende schachten (tot in totaal maximaal vier) en tunnelbuizen (tot in totaal maximaal zeven) volgt dezelfde uitvoeringsstappen als de eerste schachten en tunnelbuizen.

In gebruik
Wanneer het intredepunt in gebruik is (na aanleg van tunnels, installaties en kabel- en leidingsystemen), zullen er beperkt werkzaamheden plaatsvinden. Enkel voor beheer en onderhoud in de vorm van: baggerwerkzaamheden om de toegangsgeul bevaarbaar te houden en enkele scheepsbewegingen om personen en (klein)materiaal van en naar het intredepunt te brengen voor het uitvoeren van beheer en onderhoud. Voor het onderhoud van de toegangsgeul worden jaarlijks baggerwerkzaamheden uitgevoerd. Er vindt nader onderzoek plaats om het volume van deze werkzaamheden te bepalen.

Aanlandingspunt Eemshaven

Bouw schachten en tunnelbuizen
De bouw van de schacht en het boren van de eerste tunnelbuizen bij het aanlandingspunt, vindt op verglijkbare wijze plaats als op het intredepunt (zie intredepunt Noordzee). Het benodigde materiaal wordt aangevoerd vanuit de Eemshaven. Vanwege het langere tracé wat vanuit de Eemshaven geboord wordt (15 km vanaf de Eemshaven versus 12 km vanaf het intredepunt op de Noordzee), zal de boortijd hier wat langer zijn. De hoeveelheid grond die vrijkomt is 25 % groter. Bij het aanlandingspunt Eemshaven kan eventueel een tijdelijke betonfabriek worden opgericht voor de vervaardiging van prefab betonelementen voor de tunnelbuis.

15

LANDROUTES - XI: DIJKVARIANT B ROUTE

15.1 Status van route

De XI: Dijkvariant B route is beschreven in de NRD (Baseline 0). Voor Baseline 1 is het routeontwerp voor IV: Geul Rottums route door TenneT en Gasunie uitgewerkt (zie respectievelijk Bijlage II en III). Een beschrijving van het Baseline 1 Routeontwerp volgt in de volgende paragraaf.

Omdat zowel op het gebied van aanleg als beheer de eisen van het waterschap voor de kering en de eisen van TenneT (kabelsystemen) en Gasunie (leidingen) niet op elkaar aansluiten is deze route niet haalbaar. De route is daarom niet verder onderzocht in PAWOZ. In Bijlage V is de redeneerlijn voor het af laten vallen van deze route voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen nader toegelicht.

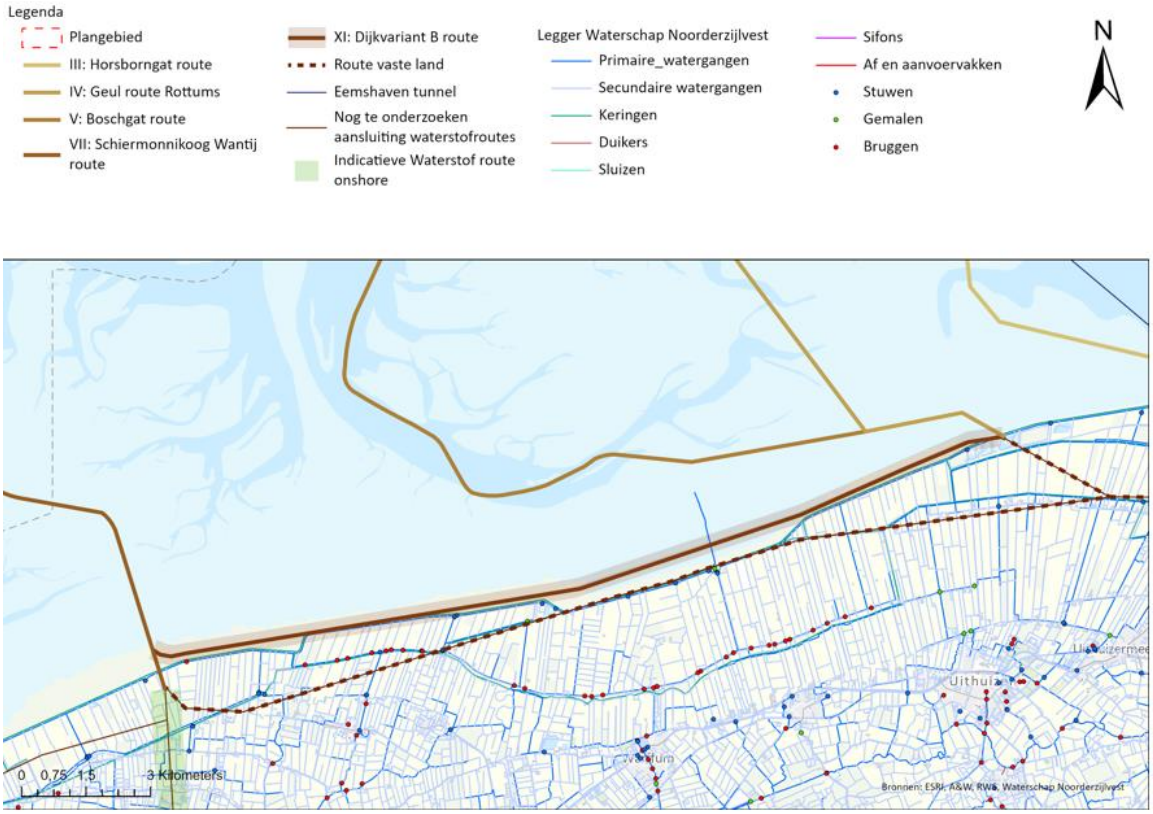
Afbeelding 15.1 Routeontwikkeling tussen Baseline 0 en Baseline 3

Variant op XI: Dijkvariant B route
Tijdens gesprekken (tussen Baseline 1 en Baseline 2) over de XI: Dijkvariant B route met grondeigenaren is door hen de vraag gesteld of de binnendijkse sloot tussen Kloosterburen en NGT verder binnendijks verplaatst kan worden. Het doel was om op die manier mogelijk wel voldoende ruimte te creëren voor de aanleg van kabelsystemen en mogelijk leidingen. Deze variant is onderzocht als onderdeel van de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute. Dit is nader toegelicht in Hoofdstuk 16.

15.2 Toelichting op route (Baseline 1)

De XI: Dijkvariant B route is een variant op de landroute tussen Kloosterburen en de Eemshaven (zie Hoofdstuk 16). De route doorkruist minder agrarische percelen, en loopt parallel aan de primaire kering (zowel binnen-als buitendijks), tussen Hornhuizen en Valom, richting de Eemshaven. De route is tijdens de NRD-fase ingebracht als alternatief voor de landroute die over agrarische percelen loopt.

Afbeelding 15.2 XI: Dijkvariant B route



16

LANDROUTES - KABELSYSTEMEN

In dit hoofdstuk zijn de landroutes beschouwd en beschreven voor kabelsystemen. In Hoofdstuk 17 zijn de landroutes beschouwd en beschreven voor leidingen.

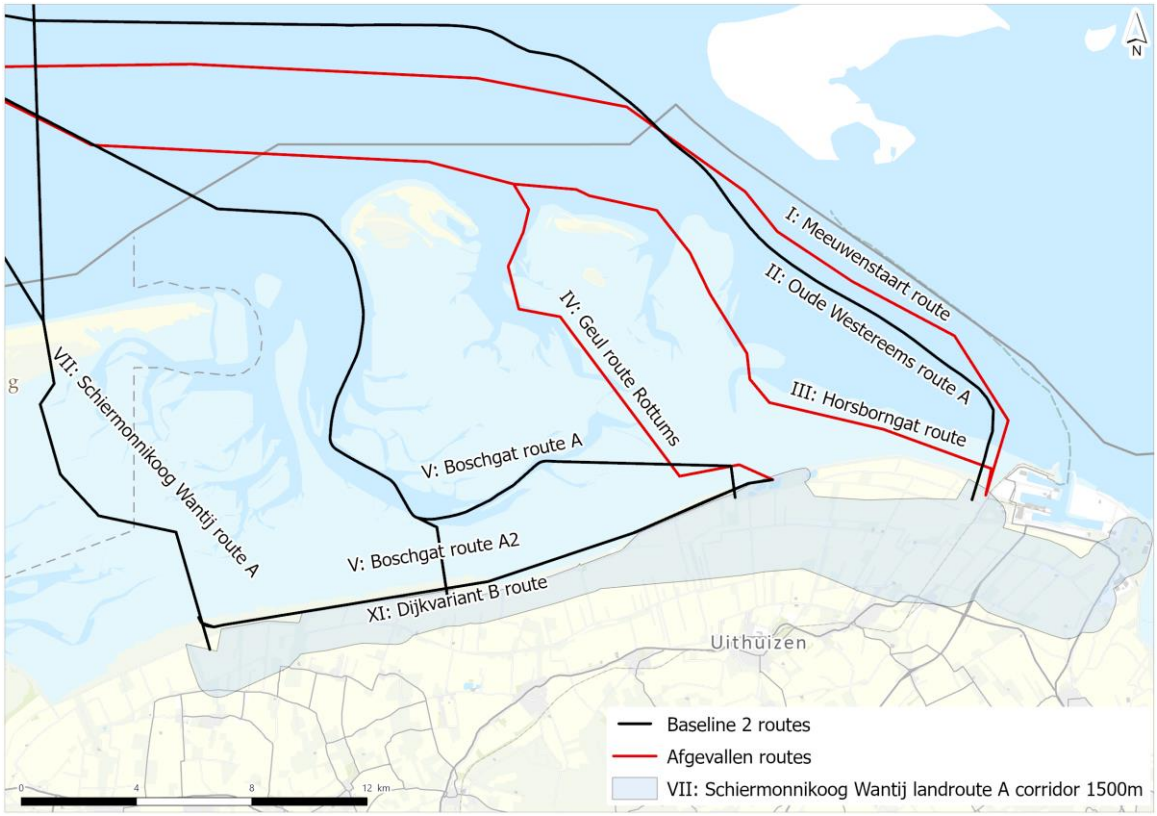
16.1 Status van route

In de NRD (Baseline 0) is de 'Route vaste land' benoemd, welke is gebaseerd op de route die in NOZ TNW is onderzocht. Voor Baseline 1 is het routeontwerp voor de route verder uitgewerkt (zie Bijlage III) en lokaal geoptimaliseerd. Vanaf dat moment heet de route de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute. Oorspronkelijk takken zes Waddenzeeroutes aan op deze landroute (van oost naar west): I: Meeuwenstaart route, II: Oude Westereems route, III: Horsborngat route, IV: Geul Rottums route, V: Boschgat route en VII: Schiermonnikoog Wantij route.

Tussen Baseline 1 en 2 zijn de routes I: Meeuwenstaart route, III: Horsborngat route en IV: Geul Rottums route getrechterd. Daarnaast is een extra aanlandingszone voor de V: Boschgat route toegevoegd nabij Westernieland. De route is hierop lokaal aangepast. Hiervoor is een nieuwe variant ontwikkeld (variant A2, zie Afbeelding 16.1). Gesprekken in de regio hebben geleid tot een voorgestelde variant waarbij de binnendijkse sloot tussen Kloosterburen en de Eemshaven verder landinwaarts wordt verplaatst om op die manier voldoende ruimte te creëren voor de aanleg van kabelsystemen (en mogelijk ook leidingen). Deze variant wordt gezien als een mogelijke invulling van de landroute die past binnen het plangebied dat wordt beschouwd in het planMER en de IEA. Daarom is deze variant als optie onder de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute onderzocht, in plaats van als aanpassing van de XI: Dijkvariant B route.

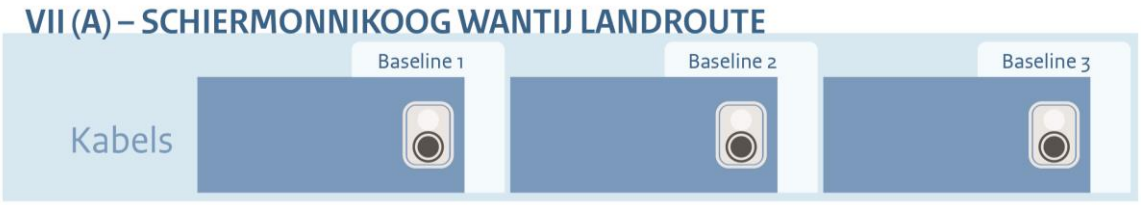
In plaats van een enkele route, wordt ook over een corridor gesproken. De corridor die wordt onderzocht is 1.500 m breed (zie Afbeelding 16.1). Tussen Baseline 2 en 3 is de VII: Schiermonnikoog Wantij Landroute voor kabelsystemen en leidingen onderzocht in de eerste ronde effectonderzoeken. Op basis hiervan, zijn kleine wijzingen doorgevoerd in het ontwerp van deze route. Bijlage V beschrijft de doorgevoerde optimalisaties en wijzigingen voor deze route tussen Baseline 0 en Baseline 3.

Afbeelding 16.1 Overzicht van ontwikkelingen tussen Baseline 1 en 3 die ontwikkeling van VII: Schiermonnikoog Wantij landroute beïnvloed



Een beschrijving van het Baseline 3 Routeontwerp voor kabelsystemen volgt in de volgende paragraaf.

Afbeelding 16.2 Routeontwikkeling tussen Baseline 0 en 3



16.2 Toelichting op route (Baseline 3)

Beschrijving route

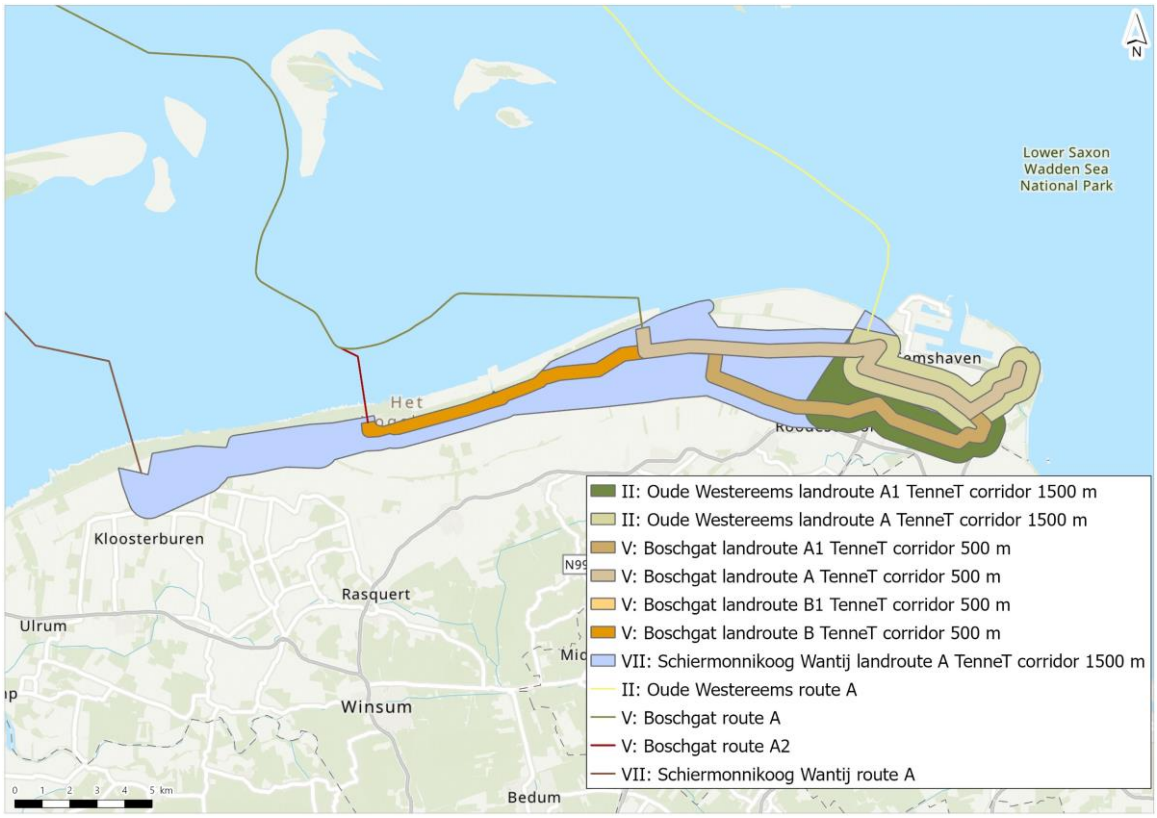
Afbeelding 16.3 geeft de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute (A) corridor weer. Omdat deze landroute zowel voor kabelsystemen als voor leidingen is onderzocht, is gewerkt met een corridor van 1.500 meter. Deze corridorbreedte is in de volgende paragraaf nader toegelicht. Vanaf het aanlandingspunt van de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute tot aan de Oostpolder zijn de corridors voor kabelsystemen en voor leidingen identiek. Vanaf de Oostpolder tot aan de aansluiting in de Eemshaven verschillen de corridors lokaal. Dit vanwege de verschillende aansluitpunten op respectievelijk het landelijk hoogspanningsnet en het Waterstofnetwerk Nederland.

De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute (A) sluit aan op alle routes in het Waddengebied waarvoor kabelsystemen onderzocht worden, namelijk (van oost naar west):
- II: Oude Westereems route (A, A1);
- V: Boschgat route (A, A1, A2);
- VII: Schiermonnikoog Wantij route (A, A1).

Binnen de corridor van de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute (A), is voor elk van de routes vanuit het Waddengebied een separate landroute ontwikkeld, zie Afbeelding 16.3. Dit zijn:
- II: Oude Westereems landroute (A, A1);
- V: Boschgat landroute (A, A1, B, B1).

Daarnaast wordt de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute (A) onderzocht voor leidingen vanuit twee Waddenzeeroutes (van oost naar west). Deze varianten – bedoeld voor leidingen – worden toegelicht in hoofdstuk 17:
- II: Oude Westereems route;
- VII: Schiermonnikoog Wantij route.

Afbeelding 16.3 Corridors landroutes voor kabelsystemen



Variant op XI: Dijkvariant B route binnen de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsysteem)
In overleg met de werkgroep Landbouw (bestaat uit lokale agrariërs) is het voorstel gekomen om te onderzoeken of met het verplaatsen van de binnendijkse sloot tussen Kloosterburen en NGT, ruimte kan worden gecreëerd voor de aanleg van kabelsystemen. De werkhypothese vanuit de werkgroep Landbouw was dat het fysiek scheiden van de kabelsystemen en de landbouwpercelen het risico op verzilting kon verminderen. Daarnaast biedt dit een mogelijke koppelkans met de dijkversterking. Het is echter niet mogelijk gebleken binnen de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A, zoals hieronder aangegeven.

Om de haalbaarheid van deze variant te beoordelen is gekeken hoe de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute loopt en wat de afstand tot de dijk is.

Binnen de corridor is er op delen al voorzien dat de kabelsystemen vrijwel direct aan de dijk worden aangelegd. Het gaat om de route ter hoogte van Wierhuizen en Pieterburen en tussen Den Andel en Uithuizen. Langs deze delen van de route is het onderzoeken van een verplaatsing van de sloot dan ook niet nodig.

Op twee andere stukken, namelijk tussen Pieterburen en Den Andel en tussen Uithuizen en NGT is het verleggen van de sloot nader onderzocht. Technisch gezien is het mogelijk om de sloot binnendijks te verleggen en hiermee meer ruimte te creëren voor kabelsystemen. Er spelen hierbij echter nog wel een aantal belangrijke vraagstukken en aandachtspunten:

- langs het deel van de route waar de sloot mogelijk verlegd zou kunnen worden, liggen woningen en boerderijen waar het niet mogelijk is om de sloot te verleggen. De kabelsystemen dienen hier dus te liggen zoals nu reeds voorzien bij deze route;
- het stuk land tussen de dijk en de verlegde sloot moet beheert en onderhouden worden. Het is voor TenneT wettelijk en qua doelmatigheid gezien niet mogelijk om deze strook land over te nemen (te kopen). De strook zou dus door derden moeten worden overgenomen of in bezit van de agrariërs blijven;
- gedurende dit Programma is met een aantal agrariërs en landeigenaren gesproken. Het is echter onzeker of het verplaatsen van de sloot een breed gedragen wens is vanuit de omgeving. Het toepassen van slootverlegging is alleen een reëel te onderzoeken optie indien dit door alle grondeigenaren wordt ondersteund. Dit zou nader verkend moeten worden in een eventuele projectMER-fase;
- opgemerkt dient te worden dat de werkzaamheden voor de aanleg van kabelsystemen aanzienlijk (1-2 jaar) worden verlengd, omdat de verplaatsing van de sloot voorafgaand aan de aanleg van de kabelsystemen plaats dient te vinden en zeer veel grondverzet vergt. Ook zullen op alle percelen watergangen en drainages moeten worden aangepast voorafgaand aan de daadwerkelijk aanleg van kabelsystemen. De mate en duur van overlast in de aanlegfase is hiermee significant groter. Tevens moet vooraf al duidelijk zijn hoeveel kabelsystemen er in de toekomst maximaal gelegd worden, aangezien het niet realistisch is de sloot vaker te verplaatsen. Een besluit dat zeer waarschijnlijk nog niet in de komende jaren genomen kan worden;
- direct langs de dijk zijn geen wegen aanwezig die het materieel dat nodig is voor de aanleg van de kabelsystemen kunnen accommoderen. Ook heeft het Waterschap Noorderzijlvest aangegeven dat TenneT niet langdurig (gedurende de gehele bouwtijd) gebruik kan maken van hun onderhoudsweg. In vergelijking met de verder landinwaarts gelegen landroutes zijn tijdens de aanleg meer tijdelijke bouwwegen nodig;
- tenslotte is het nog onduidelijk wat het mogelijke effect van de verlegging van de sloot op de waterhuishouding zal zijn. Dit vraagt nader onderzoek. Wel kan op basis van expert judgement aangegeven worden, dat het de verwachting is dat het effect van verplaatsen van de sloot op de kwel en zoet-zout situatie beperkt is. De kwel wordt bepaald door het regionale systeem, een combinatie van de druk van de zee, bodemeigenschappen, het oppervlaktewater(peil), en drainage. Het is te beredeneren dat de verplaatste sloot iets meer kwel afvangt dan de huidige sloot. Maar het effect op het regionaal systeem is beperkt, waardoor het effect op de kwel in de percelen ook beperkt zal zijn. In feite wordt door de verlegging van de sloot, het systeem verder landinwaarts verplaatst.
  Een aandachtspunt is wat er met het land tussen de dijk en de verlegde sloot gebeurt. Als dat bijvoorbeeld een natuurfunctie krijgt waarbij de sloten dwars op de dijk gedempt worden en drainage verwijderd wordt/niet functioneel wordt gemaakt, dan is te beargumenteren dat in totaal juist minder kwel wordt afgevangen in de nieuwe situatie, en dat de kwel op de percelen net ten zuiden van de verplaatste sloot juist kan toenemen ten opzichte van de huidige situatie.

Conclusie: binnen de corridor voor de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A is het langs delen van de route in theorie mogelijk om de binnendijkse sloot te verplaatsen en kabelsystemen aan te leggen tussen de dijk en de verlegde sloot. Echter gezien de aandachtspunten en onzekerheden die hierboven zijn benoemd, wordt op dit moment de route niet als een milieutechnisch en ruimtelijk betere oplossing gezien.

Installatiemethode

Voor de aanleg van kabelsystemen op land zijn twee technieken toepasbaar: een open ontgraving of een HDD-boring. Uitgangspunt is dat de kabelsystemen op land worden aangelegd met een open ontgraving (zie toelichting 3.2.3). Primaire keringen worden standaard gekruist met een HDD-boring.

Daarnaast worden op een aantal secties van de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute (mogelijk) HDD-boringen ingezet. Deze HDD-boringen (optimalisaties genoemd) worden ingezet om daarmee significant negatieve effecten die in de eerste ronde effectenonderzoeken naar voren zijn gekomen (ook wel rode vlaggen genoemd) te mitigeren. Zowel de rode vlaggen als de optimalisaties zijn genummerd, zie hiervoor Tabel 16.1. Deze HDD-boringen zijn onderdeel van het Baseline 3 routeontwerp van VII: Schiermonnikoog Wantij landroute (en de andere landroutes voor kabelsystemen die binnen de corridor van de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute liggen). Bijlage V bevat een totaaloverzicht van alle rode vlaggen en optimalisaties per route.

Tabel 16.1 Overzicht van routes en rode vlaggen waarvoor (mogelijk) een HDD-boring wordt ingezet

Landroute	Code* rode vlag en onvolkomenheid	Rode vlag en onvolkomenheid	Code* optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
II: Oude Westereems landroute A (kabelsystemen en leidingen)	**RV.II-A.TE&GU.2**	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridor	**UP.II-A.TE&GU.2**	Archeologische gebieden vermijden óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.II-A.TE&GU.3	Het kruisen van oude dijken	**UP.II-A.TE&GU.3**	Oude dijken vermijden óf gestuurde boring.
II: Oude Westereems landroute A1 (kabelsystemen en leidingen)	**RV.II-A1.TE&GU.2**	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridor	**UP.II-A1.TE&GU.2**	Archeologische gebieden vermijden óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.II-A1.TE&GU.4	Het kruisen van oude dijken	**OPT.II-A1.TE&GU.1**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
V: Boschgat landroute A (kabelsystemen)	**RV.V-A.1**	Het kruisen van oude dijken	**OPT.V-A.1**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek)..
V: Boschgat landroute A1 (kabelsystemen)	**RV.V-A1.1**	Het kruisen van oude dijken	**OPT.V-A1.1**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
V: Boschgat landroute B (kabelsystemen)	**RV.V-B.4**	Het kruisen van oude dijken	**OPT.V-B.2**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
V: Boschgat landroute B1 (kabelsystemen)	**RV.V-B1.4**	Het kruisen van oude dijken	**OPT.V-B1.2**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek)..
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen en leidingen)	**RV.VII-A.TE&GU.2**	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	**UP.VII-A.TE&GU.2**	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.

Landroute	Code* rode vlag en onvolkomenheid	Rode vlag en onvolkomenheid	Code* optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
	RV.VII-A.TE&GU.5	Het kruisen van oude dijken	**OPT.VII-A.TE&GU.2**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).

* Zie Bijlage V voor uitleg over de codering.

Breedte corridor en te onderzoeken configuratie kabelsystemen

In het planMER en de IEA zijn corridors onderzocht. De II: Oude Westereems landroute A en A1 en VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A zijn onderzocht voor kabelsystemen en leidingen. Voor deze routes is een corridorbreedte van 1.500 meter aangehouden. Deze corridorbreedte is gebaseerd op notities opgesteld door TenneT en Gasunie omtrent onderlinge afstand tussen kabelsystemen en leidingen (zie Bijlage VII en VIII). De V: Boschgat landroutes A, A1, B en B1 hebben een corridorbreedte van 500 meter en zijn alleen onderzocht voor kabelsystemen. In Tabel 16.2 is de maximale configuratie van deze routes opgenomen. Voor routes die zowel voor kabelsystemen als voor leidingen worden onderzocht zijn eveneens de hoeveelheid leidingen opgenomen, om het complete beeld van deze landroutes te geven.

Tabel 16.2 Overzicht van te onderzoeken configuratie van de kabelsysteem routes op land in het planMER en de IEA

Route	Type	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
II: Oude Westereems landroutes A en A1	kabelsystemen en leidingen	7 kabelsystemen en 3 leidingen
V: Boschgat landroutes A, A1, B en B1	kabelsystemen	1 kabelsysteem
VII: Schiermonnikoog wantij landroute A	kabelsystemen en leidingen	7 kabelsystemen en 3 leidingen

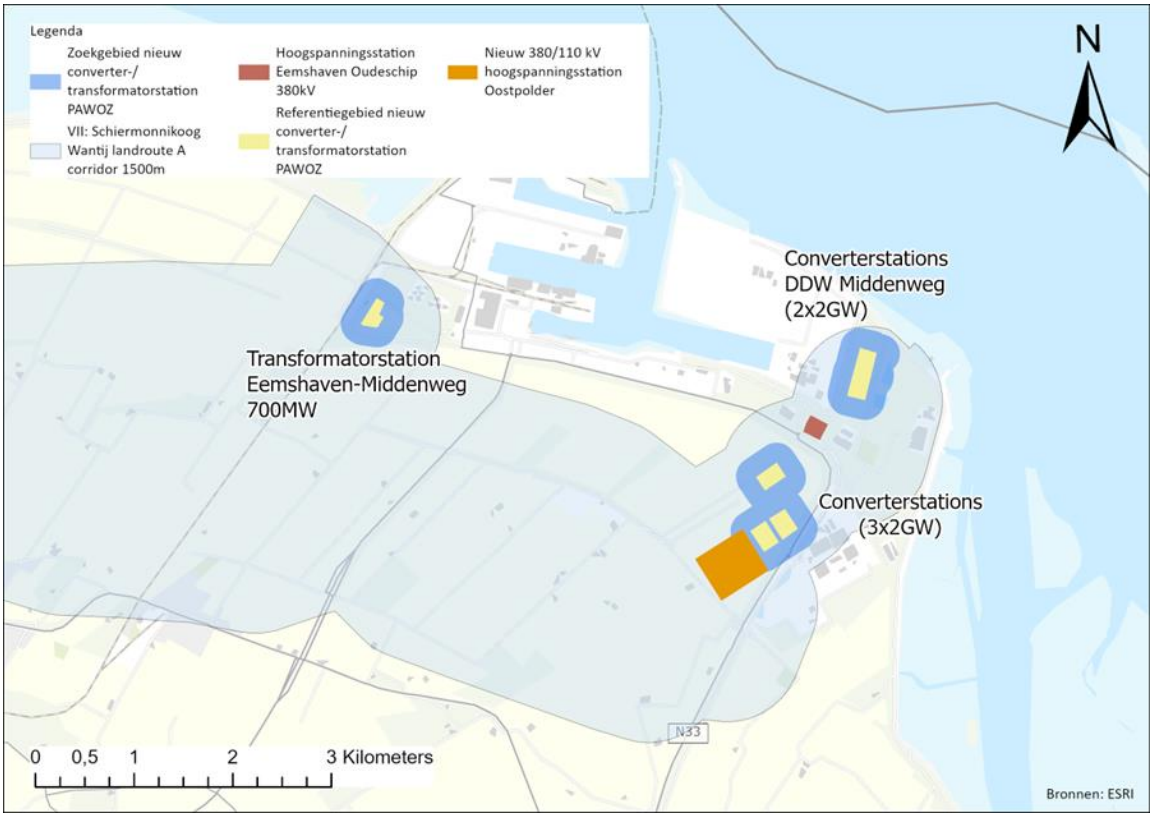
Transformator- en converterstations (TenneT)

TenneT heeft verschillende stationslocaties in de Eemshaven in beeld, bedoeld voor een transformatorstation (AC-systeem, onderdeel van voorgenomen activiteit PAWOZ), converterstations (DC-systeem, onderdeel van voorgenomen activiteit PAWOZ) en een 380 kV-hoogspanningsstation (niet onderdeel van voorgenomen activiteit PAWOZ). Afbeelding 16.4 toont zowel de bestaande als de voorziene stationslocaties in de Eemshaven, welke voor PAWOZ relevant zijn. In rood is het bestaande 380 kV-station Eemshaven Oudeschip weergegeven. In oranje het toekomstige hoogspanningsstation Oostpolder. De voorziene transformator- en converterstations zijn in geel weergegeven.

De converterstations zijn nodig om 2 GW DC-kabelsystemen aan te sluiten. In het noorden van de Eemshaven zijn converterstations voor windenergiegebied DDW voorzien (twee keer 2 GW). In het zuiden zijn drie converterstations van 2 GW (6 GW in totaal) voorzien, om toekomstige windparken op aan te sluiten. In het westen van de Eemshaven ligt transformatorstation TNW (Middenweg). Op dit station kan eventueel windenergiegebied TNW aangesloten worden. Het betreft een transformatorstation voor een 700 MW AC-kabelsysteem. Rondom al deze stations is in blauw een buffer van 200 meter gelegd als onderzoeksgebied voor het planMER en de IEA. Omdat de exacte locatie van deze stations nog niet definitief is, kunnen ze mogelijk nog verplaatsen. Door een groter gebied te onderzoeken kunnen de effectonderzoeken input geven voor eventuele optimalisaties van de stationslocaties.

De 380 kV-stations die in beeld zijn voor een aansluiting zijn:
- Eemshaven Oudeschip: de beschikbare aansluitcapaciteit van 380 kV-station Eemshaven Oudeschip is 2,7 GW;
- Eemshaven Oostpolderweg: voor de aansluiting van de overige 2 GW van DDW en eventueel toekomstige windparken. Dit stations is nog in ontwikkeling maar wel randvoorwaardelijk voor PAWOZ.

Afbeelding 16.4 Bestaande en voorziene transformator-, converter- en hoogspanningsstations in en rondom de Eemshaven



17

LANDROUTES - LEIDINGEN

In dit hoofdstuk zijn de landroutes beschouwd en beschreven voor leidingen. In hoofdstuk 16 zijn de landroutes beschouwd en beschreven voor kabelsystemen.

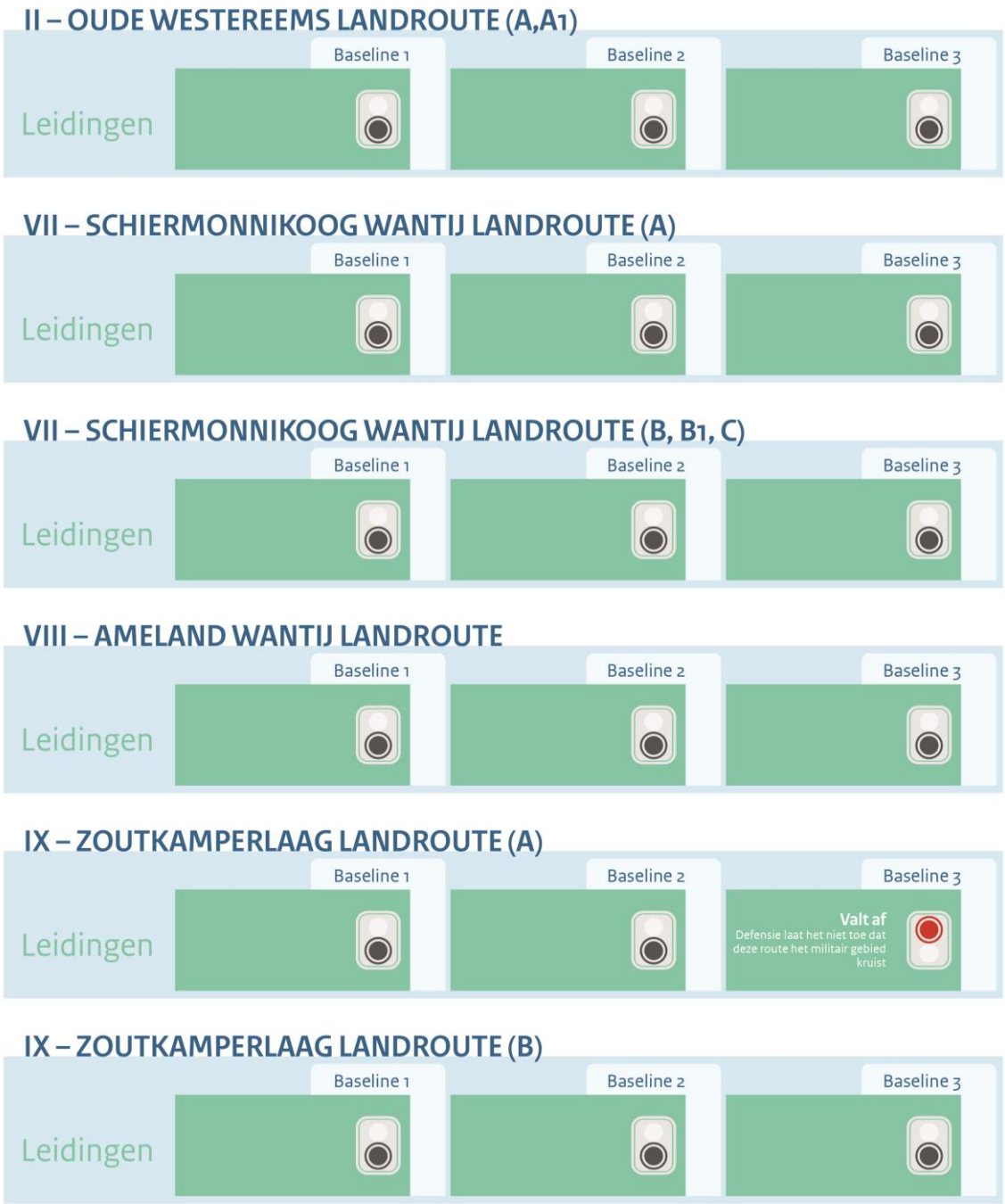
17.1 Status van routes

Voor het transport van waterstof met leidingen over land zijn verschillende routes beschouwd. Een van de routes volgt de route die in de NRD is benoemd als ‘Route vaste land’. Deze route is reeds in hoofdstuk 16 behandeld. De andere routes zijn in de NRD ‘Indicatieve waterstofroutes’ genoemd (Baseline 0).

Om van deze indicatieve routes naar vergunbare en technisch uitvoerbare routes te komen en om aan te sluiten op het Waterstofnetwerk Nederland, is tussen Baseline 1 en Baseline 2 een aanvullende studie uitgevoerd (zie Bijlage V van Bijlage VI). Tussen Baseline 2 en 3 zijn de landroutes voor waterstof onderzocht in de eerste ronde effectonderzoeken. Op basis hiervan, zijn kleine wijzingen doorgevoerd in het ontwerp van deze routes. Bijlage V beschrijft de doorgevoerde optimalisaties en wijzigingen voor de landroutes voor waterstof tussen Baseline 0 en Baseline 3.

Een beschrijving van het Baseline 3 Routeontwerp voor leidingen volgt in de volgende paragraaf.

Afbeelding 17.1 Routeontwikkeling tussen Baseline 0 en Baseline 3



17.2 Toelichting op routes (Baseline 3)

Beschrijving routes

Voor het transport van waterstof met leidingen over land zijn verschillende routes onderzocht in het planMER en de IEA. De routes sluiten aan op het Waterstofnetwerk Nederland (westelijke routes) en op het Waterstofnetwerk Groningen (nabij de Eemshaven) dat Hynetwork (dochteronderneming van Gasunie) ontwikkelt. De routes inclusief varianten zijn opgenomen in Afbeelding 17.2.

Afbeelding 17.2 Waterstof landroutes II (A, A1), VII (A, B, B1, C), VIII (A, B, B1) en IX (A, B)

VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A

De route naar de Eemshaven, VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A voor leidingen, komt voor het grootste deel overeen met de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A voor een kabelsysteem. Vanaf het aanlandingspunt van de VII: Schiermonnikoog Wantij route tot aan de Oostpolder, zijn de corridors voor kabelsystemen en voor leidingen identiek. Vanaf de Oostpolder tot aan de aansluiting in de Eemshaven, zitten er lokale verschillen in de corridors. Zo is variant A1 alleen voor leidingen van Gasunie. Daarnaast liggen stationslocaties voor leidingen elders in de Eemshaven dan de stationslocaties voor kabelsystemen. Aangezien de corridors aansluiten op deze stationslocaties, ontstaan hierdoor lokale verschillen in de corridor voor leidingen en kabelsystemen. Gasunie heeft bijvoorbeeld twee stationslocaties die ten zuidoosten van de Eemshaven liggen. Doordat de corridor voor leidingen ook op deze stationslocaties aansluit, buigt de corridor voor leidingen af naar het zuidoosten. Dit is niet het geval voor de corridor voor kabelsystemen.

Westelijke waterstofroutes

Voor de landroutes die aansluiten op de VIII: Ameland Wantij route en de IX: Zoutkamperlaag route is een aansluiting op het Waterstofnetwerk Nederland voorzien. Hiervoor zijn verschillende routes en varianten ontwikkeld, zie Afbeelding 17.2. Daarnaast zijn varianten ontwikkeld op de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute (varianten B, B1 en C) zodat de VII: Schiermonnikoog Wantij route ook met een landroute op het Waterstofnetwerk Nederland in het westen van het plangebied kan worden aangesloten (alleen variant A sluit aan op stationslocaties in de Eemshaven).

Installatiemethode

Voor de aanleg van leidingen op land zijn twee technieken toepasbaar: een open ontgraving of een horizontaal gestuurde boring (hierna: HDD-boring). Net als voor de aanleg van kabelsystemen, is het uitgangspunt dat de leidingen op land worden aangelegd met een open ontgraving. Primaire keringen worden standaard gekruist met een HDD-boring. Daarnaast worden op sommige secties van de landroutes HDD-boringen ingezet om rode vlaggen die in de eerste ronde effectenonderzoeken zijn gesignaleerd te mitigeren, zie hiervoor Tabel 17.1.

Tabel 17.1 Overzicht van routes en rode vlaggen waarvoor (mogelijk) een HDD-boring wordt ingezet

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
II: Oude Westereems landroute A (kabelsystemen en leidingen)	**RV.II-A.TE&GU.2**	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridor	**UP.II-A.TE&GU.2**	Archeologische gebieden vermijden óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.II-A.TE&GU.3	Het kruisen van oude dijken	**UP.II-A.TE&GU.3**	Oude dijken vermijden óf gestuurde boring.
II: Oude Westereems landroute A1 (kabelsystemen en leidingen)	**RV.II-A1.TE&GU.2**	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridor	**UP.II-A1.TE&GU.2**	Archeologische gebieden vermijden óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.II-A1.TE&GU.4	Het kruisen van oude dijken	**OPT.II-A1.TE&GU.1**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen en leidingen)	**RV.VII-A.TE&GU.2**	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	**UP.VII-A.TE&GU.2**	Archeologische gebieden vermijden óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VII-A.TE&GU.5	Het kruisen van oude dijken	**OPT.VII-A.TE&GU.2**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B (leidingen)	**RV.VII-B.2**	Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor	**UP.VII-B.2**	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VII-B.3	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd	**UP.VII-B.3**	Archeologisch onderzoek uitvoeren en archeologische gebieden vermijden waar mogelijk;

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
		- Nieuwe tijd in de corridors		óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VII-B.6	Het kruisen van oude dijken	**OPT.VII-B.1**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1 (leidingen)	**RV.VII-B1.2**	Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor	**UP.VII-B1.2**	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VII-B1.3	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	**UP.VII-B1.3**	Archeologisch onderzoek uitvoeren en archeologische gebieden vermijden waar mogelijk; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VII-B1.6	Het kruisen van oude dijken	**OPT.VII-B1.1**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C (leidingen)	**RV.VII-C.3**	Ligging van eendenkooien in de corridor	**UP.VII-C.3**	Eendenkooien vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VII-C.5	Het kruisen van Natura 2000-gebied (Lauwersmeer)	**OPT.VII-C.1**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.VII-C.6	Het kruisen van oude dijken	**OPT.VII-C.2**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
VIII: Ameland Wantij landroute A (leidingen)	**RV.VIII-A.3**	Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor	**UP.VIII-A.3**	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
	RV.VIII-A.4	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	**UP.VIII-A.4**	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VIII-A.7	Het kruisen van Natura 2000-gebied	**OPT.VIII-A.1**	Gestuurde boring
VIII: Ameland Wantij landroute B (leidingen)	**RV.VIII-B.3**	Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor	**UP.VIII-B.3**	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VIII-B.4	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	**UP.VIII-B.4**	Archeologisch onderzoek uitvoeren en archeologische gebieden vermijden waar mogelijk; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
VIII: Ameland Wantij landroute B1 (leidingen)	**RV.VIII-B1.3**	Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor	**UP.VIII-B1.3**	Archeologische gebieden vermijden. óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VIII-B1.4	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	**UP.VIII-B1.4**	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
IX: Zoutkamperlaag landroute B (leidingen)	**RV.IX-B.3**	Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde	**UP.IX-B.3**	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
		uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor		
	RV.IX-B.4	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	**UP.IX-B.4**	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.IX-B.6	Het kruisen van Natura 2000-gebied	**OPT.IX-B.1**	Gestuurde boring.

Breedte corridor en te onderzoeken configuratie leidingen

Vanaf het aanlandingspunt van de VII: Schiermonnikoog Wantij route naar de Eemshaven worden zowel kabelsystemen als leidingen onderzocht. Hiervoor geldt, zoals is toegelicht in hoofdstuk 16, een corridorbreedte van 1.500 meter. Voor routes waar alleen leidingen worden ingepast, wordt een corridorbreedte van 500 meter aangehouden. De tijdelijke werkstrook van waterstofleidingen is ongeveer 40 meter en op basis van de ruimtelijke belemmeringen in het plangebied lijkt een corridor van 500 meter (250 meter aan weerszijden van een hypothetisch midden) voldoende om te kunnen optimaliseren. In Tabel 17.2 is de maximale configuratie van de landroutes voor leidingen opgenomen. Voor landroutes die zowel voor leidingen als voor kabelsystemen worden onderzocht zijn eveneens kabelsystemen opgenomen, om het complete beeld van deze landroutes te geven.

Tabel 17.2 Overzicht van te onderzoeken configuratie van de routes voor leidingen op land in het planMER en de IEA

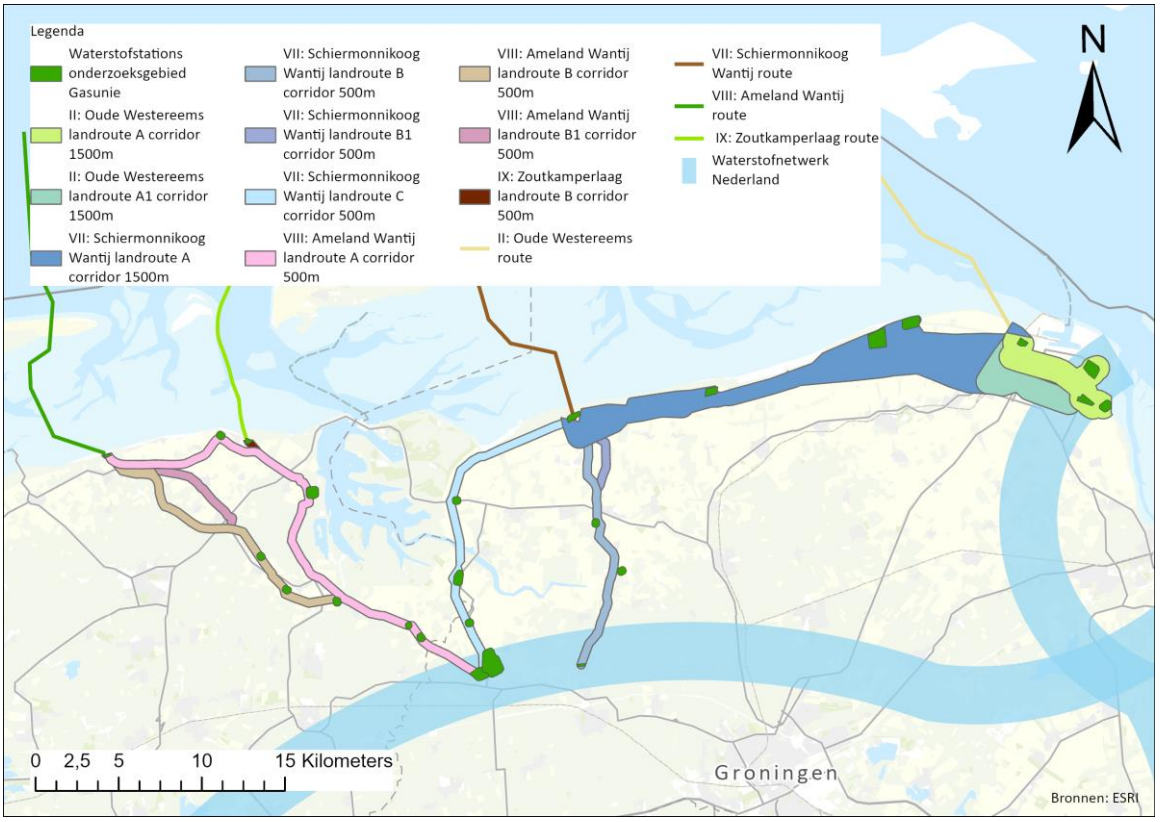
Route	Type	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
II: Oude Westereems landroutes A en A1	kabelsystemen en leidingen	7 kabelsystemen en 3 leidingen
VII: Schiermonnikoog wantij landroute A	kabelsystemen en leidingen	7 kabelsystemen en 3 leidingen
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B, B1 en C	leidingen	3 leidingen
VIII: Ameland Wantij landroute A, B en B1	leidingen	3 leidingen
IX: Zoutkamperlaag landroute B	leidingen	3 leidingen

Waterstof aanlandingsstations (Gasunie)

Naast de routes worden voor waterstof ook verschillende stationslocaties onderzocht. Hoofdstuk 3.3 van deze notitie beschrijft dat zowel twee afsluiterlocaties als een waterstof aanlandingsstation onderdeel zijn van een waterstofverbinding. Bij de aanlandingszones en de aansluitlocatie komt een afsluiterlocatie. Deze afsluiterlocatie sluit de leiding op land af van respectievelijk de leiding op zee en het Waterstofnetwerk Nederland. Rondom de aanlandingszone en de aansluitpunten is een gebied onderzocht waar de afsluiterlocaties zouden kunnen worden ontwikkeld.

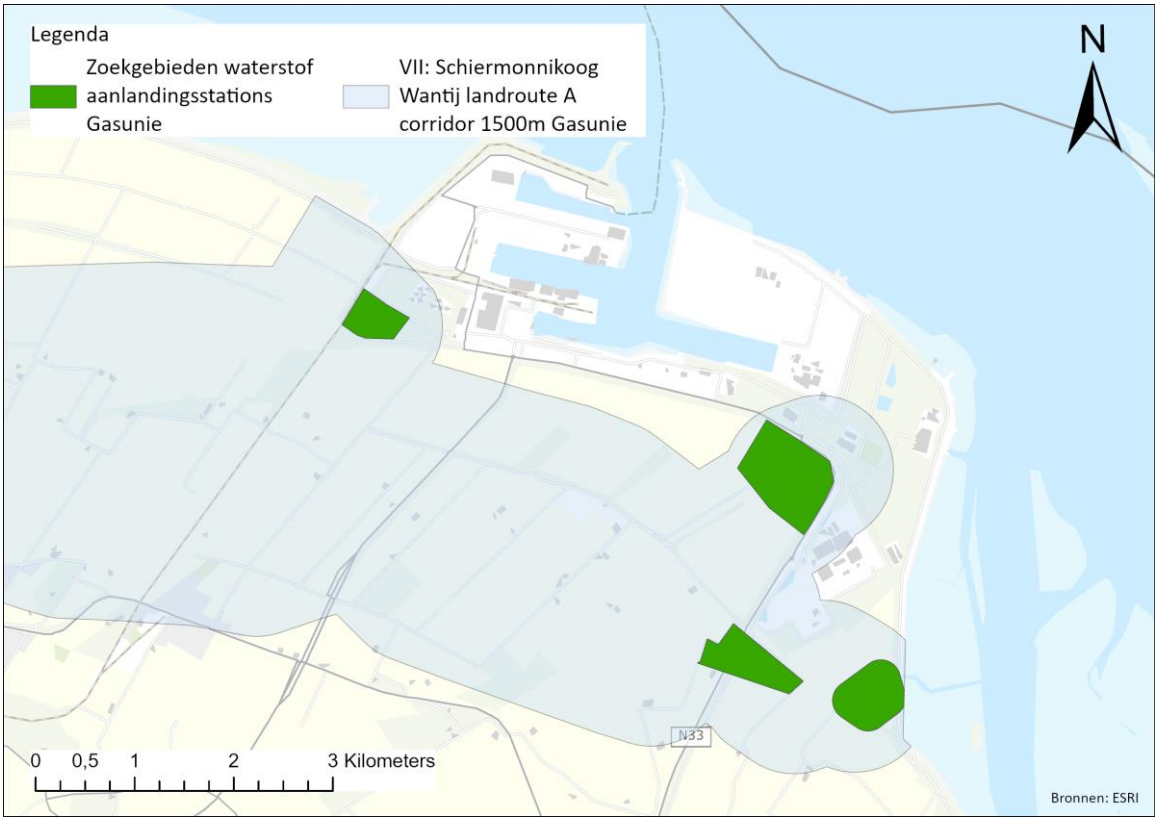
Tussen de afsluiterlocaties komt een waterstof aanlandingsstation. Deze kan samen met één van de afsluiterlocaties worden ontwikkeld. Ook bestaat de mogelijkheid om deze op een andere locatie te ontwikkelen. Bijvoorbeeld aansluitend aan bestaande mijnbouwlocaties langs de routes. Afbeelding 17.3 toont de mogelijke locaties waar stationslocaties voor de afsluiterlocaties en aanlandingsstation voor waterstof zijn onderzocht.

Afbeelding 17.3 Te onderzoeken waterstof aanlandingsstations



Afbeelding 17.4 laat vier zoekgebieden zien waar Gasunie mogelijke aansluitpunten op het Waterstofnetwerk Nederland voorziet in de omgeving Eemshaven. Op het Waterstofnetwerk Nederland tussen Grijpskerk en Tjuchem kan in principe overal op de waterstofleiding een aansluitpunt gemaakt worden. Daarom zijn hiervoor geen specifieke locaties genoemd.

Afbeelding 17.4 Waterstof aanlandingsstations nabij de Eemshaven



Bijlagen

BIJLAGE: BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN

Tabel I.1 Lijst met begrippen

Term	Toelichting
220kV-kabelsystemen (AC)/220kV-wisselstroomkabelsystemen	Ten behoeve van het transporteren van elektriciteit (wisselstroom) vanaf het platform op zee naar het transformatorstation op land.
380kV-kabelsystemen (AC)/380kV-wisselstroomkabelsystemen	Ten behoeve van het transporteren van elektriciteit (wisselstroom) vanaf converterstation of transformatorstation op land naar het aansluitpunt landelijke 380kV-net op land.
525kV-kabelsystemen (DC)/525kV-gelijkstroomkabelsystemen	Ten behoeve van het transporteren van elektriciteit (gelijkstroom) vanaf het platform op zee naar het converterstation op land.
66kV-kabelsystemen (AC)/66kV-wisselstroomkabelsystemen	Ten behoeve van het transporteren van elektriciteit (wisselstroom) vanaf de turbines naar het platform op zee.
Aanlandingspunt Eemshaven	Het punt waar de tunnel begint bij de Eemshaven. Hier komt een schacht waar de kabelsystemen en/of leidingen de tunnel ingaan.
Aanlandingszone	Zone waar de kabelsystemen voor elektriciteitstransport en waterstofleidingen voor waterstoftransport op zee aan het vasteland komen en de (primaire) zeewering kruisen.
Aanlegtechnieken	Technische methoden waarmee de verschillende onderdelen van het project worden gerealiseerd. Een voorbeeld van een aanlegtechniek is: boren.
Aansluitpunt	Punt van een (bestaand) hoogspanningsstation of het Waterstofnetwerk Nederland waarop respectievelijk kabelsystemen voor elektriciteitstransport of waterstofleidingen worden aangesloten.
ADC-toets	Een toetsingskader dat wordt gebruikt wanneer uit een passende beoordeling blijkt dat significante effecten op Natura 2000-gebieden niet kunnen worden uitgesloten. Bij een ADC-toets moet een project aan drie voorwaarden voldoen: A: er geen alternatieven zijn; D: sprake is van dwingende redenen van groot openbaar belang; C: de nodige compenserende maatregen worden getroffen om te waarborgen dat de algehele samenhang van Natura 2000 bewaard blijft.
Afsluiterlocatie	Omheinde installaties waar bedienbare afsluiters zitten die de gasstroom in de ondergrondse leiding kunnen regelen.
Alternatief	Een andere manier dan de voorgenomen activiteit om (in aanvaardbare mate) tegemoet te komen aan de doelstelling(en). De Wet milieubeheer schrijft voor, dat in een MER alleen alternatieven moeten worden beschouwd, die redelijkerwijs in de besluitvorming een rol kunnen spelen.
Aspect (milieuaspect)	Een aspect/milieuaspect is een onderwerp dat binnen een MER wordt onderzocht. Bijvoorbeeld het aspect 'Bodem en Water'. Elk aspect is vertaald naar één of meerdere deelaspecten. Bijvoorbeeld het deelaspect 'Bodem' of 'Grondwater' binnen het aspect 'Bodem en water'.
Autonome ontwikkeling	Op zichzelf staande ontwikkelingen die een verandering in het plangebied tot gevolg hebben, die onafhankelijk van de voorgenomen activiteit plaatsvinden en

Term	Toelichting
	waarover al een besluit is genomen. Bijvoorbeeld wanneer deze ontwikkelingen vastgesteld zijn in een ruimtelijk plan of de vergunning ervoor is verleend. Over de uitvoering ervan bestaat voldoende zekerheid.
Autonome processen	Ontwikkelingen in de fysieke omgeving die onafwendbaar zijn en een gegeven zijn voor de toekomstige staat van de kenmerken van de omgeving. Het betreft bijvoorbeeld zeespiegelstijging en andere gevolgen van klimaatverandering. In het algemeen leiden deze processen over een lange periode pas tot relevante veranderingen.
Ballonplaat	Dit is een zandplaat op de Noordzee ongeveer 4 kilometer ten noorden van Rottumerplaat. Hier is de zee redelijk ondiep en redelijk stabiel. In dit gebied wordt onderzocht waar het intredepunt op de Noordzee van de tunnel zou kunnen komen.
Baseline(s)	Het 'bevriezen' van het ontwerp (o.a. uitgangspunten, route). Onderdeel van het iteratieve proces. Baseline 0 = vastgesteld in de NRD Baseline 1 = nadere uitwerking in de fase routeontwikkeling Baseline 2 = optimalisatie van baseline 1. Op dit niveau worden de effecten beoordeeld Baseline 3 = optimalisatie op basis van de effectenbeoordeling
Belanghebbende	Iemand die bij dit programma een bepaald belang heeft, bijvoorbeeld een overheid, (maatschappelijke) organisatie, grondeigenaar, agrariër of een bewoner.
Beoordelingskader	Lijst met daarin alle criteria die per (milieu)aspect onderzocht worden in het MER.
Beoordelingsschaal	Schaal die aangeeft hoe een criterium beoordeeld wordt in het MER. Deze schaal maakt onderscheid tussen positieve, neutrale en negatieve beoordelingen.
Besluit milieueffectrapportage	In de bijlage van dit besluit staat een lijst met activiteiten, plannen en projecten waarvoor is aangegeven of en wanneer een mer-procedure gedaan moet worden.
Bevoegd gezag	Overheidsorgaan dat bevoegd is een besluit te nemen over de voorgenomen activiteit van de initiatiefnemer.
Bevriesmoment	Momenten in de tijd (binnen het iteratieve proces rondom het optimaliseren van de routes) wanneer het ontwerp wordt 'bevroren'.
Commissie voor de milieueffectrapportage (Commissie mer)	Onafhankelijke, bij wet ingestelde, commissie die het bevoegd gezag adviseert over de reikwijdte en detailniveau van het planMER en de beoordeling van de kwaliteit van het planMER.
Compenserende maatregelen	Wanneer na het toepassen van mitigerende maatregelen restschade overblijft dan kunnen compenserende maatregelen getroffen worden. Bijvoorbeeld; bomen moeten worden gekapt. Het aanplanten van nieuwe bomen op een andere plek is dan een compenserende maatregel. Compensatie is vastgelegd in de regelgeving.
Configuratie	Manier waarop iets is opgebouwd uit losse componenten. In PAWOZ betekent dit een specifieke samenstelling van kabelsystemen en/of leidingen in een route. Een configuratie is bijvoorbeeld één DC-kabelsysteem en één waterstofleiding.
Converterstation	Station waar gelijkstroom wordt omgezet in wisselstroom en op het juiste spanningsniveau wordt gebracht.
Criterium	Een criterium is een maatstaf die gebruikt wordt om een (milieu)aspect of deelaspect in het MER te beoordelen. Bijvoorbeeld het criterium 'Zetting' om voor het deelaspect 'Grondwater' te beschrijven wat het effect is van grondwaterverlaging.
Cumulatie	De bij elkaar opgetelde effecten van verschillende ontwikkelingen samen. De verschillende ontwikkelingen kunnen zowel binnen als buiten de voorgenomen activiteit plaatsvinden.

Term	Toelichting
Deelaspect	Een deelaspect is één van de onderdelen van een (milieu)aspect. Bijvoorbeeld het deelaspect 'Bodem' of 'Grondwater' als onderdeel van het aspect 'Bodem en water'.
Deelrapport	Rapporten ter ondersteuning van het MER of IEA dat concentreert op een bepaald thema, bijvoorbeeld natuur, Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie en bodem en water.
Demarcatie zone pVAWOZ-PAWOZ	Scheiding tussen de scope van pVAWOZ en PAWOZ. PAWOZ onderzoekt vanaf de demarcatiezone.
Eems-Dollard verdrag	Overeenkomst tussen Nederland en Duitsland waarin afspraken zijn gemaakt over het gemeenschappelijk beheer en gebruik van het Eems-Dollard verdragsgebied.
Elektriciteitskabel	Kabelsystemen met ondergrondse ligging ten behoeve van het transporteren van elektriciteit.
EM-velden	Elektromagnetische velden als gevolg van het elektriciteitstransport door kabelsystemen of als gevolg van het transformatorstation en/of converterstation.
eParticipatie	Website die iedereen in staat stelt om online zijn of haar mening te geven of met nieuwe informatie of inzichten te komen.
Filterlaag	Laag die wordt toegepast op een dijk om te voorkomen dat materiaal kan wegspoelen. De laag bestaat uit grover materiaal.
Flens	Een afsluiter die kan worden toegepast op het uiteinde van een pijpleiding.
Gasunie	Gasunie is een netwerkbedrijf voor energie. Via Hynetwork Services (een 100% dochteronderneming van Gasunie) ontwikkelt Gasunie het waterstofnetwerk op land, Waterstofnetwerk Nederland. En Gasunie maakt zich klaar om ook het waterstofnetwerk op zee te ontwikkelen.
Gebruiksfuncties	De huidige en toekomstige functies in een gebied. Bijvoorbeeld, wonen, natuur of recreatie.
Gevoeligheidsanalyse	Een gevoeligheidsanalyse onderzoekt de invloed van veranderingen in de inputparameters op de uitvoer van een model of systeem.
Harde belemmeringen	Belemmeringen op de Noordzee en de Waddenzee waar rekening mee is gehouden bij het bepalen van de maximale corridorbreedte. Het gaat hierbij om scheepvaartroutes, ankergebieden en aanwezige infrastructuur.
Hoofdrapport	Dit zelfstandig leesbare document bevat de belangrijkste beslisinformatie uit de deelrapporten. Alleen onderscheidende en (sterk) negatieve effecten zijn in het hoofdrapport weergegeven.
Ingreep	Voor het uitvoeren van de voorgenomen activiteit (bijvoorbeeld: het aanleggen van een kabel) zijn verschillende ingrepen nodig (zoals graven, bemalen, baggeren of heien). Elke ingreep kan met verschillende aanlegtechnieken aangelegd worden. De relatie tussen elke ingreep en het effect op het milieu wordt beschreven onder ingreep-effectrelaties.
Ingreep-effectrelatie	Een ingreep-effectrelatie verwijst naar de relatie tussen de voorgenomen activiteit en het effect dat de voorgenomen activiteit veroorzaakt. De voorgenomen activiteit bestaat uit verschillende ingrepen (bijvoorbeeld: graven, bemalen, baggeren of heien) welke in locatie, omvang en tijd verschillende effecten kunnen veroorzaken. Het beschrijven van de relatie wordt gebruikt om te begrijpen welke ingrepen welk effect hebben. Hiermee beoordelen we de impact van de voorgenomen activiteit.
Initiatiefnemer	Een natuurlijk persoon, dan wel privaat- of publiekrechtelijk rechtspersoon (een particulier, bedrijf, instelling of overheidsorgaan) die een bepaalde activiteit wil (doen) ondernemen en daarover een besluit vraagt. Bij PAWOZ is het Ministerie van Klimaat en Groene Groei de initiatiefnemer.
Integrale effectenanalyse (IEA)	Een analyse van de milieueffecten, kosten, omgeving, techniek, landbouw, planning en toekomstvastheid van de routes. Voor PAWOZ is hiervoor een apart document opgesteld.

Term	Toelichting
Intredepunt Noordzee	Het punt waar de tunnel begint bij de Ballonplaat op de Noordzee. Hier komt een schacht waar de kabelsystemen en/of leidingen de tunnel ingaan.
Iteratief proces	Een iteratief proces is een herhaaldelijke manier om een doel te bereiken of een probleem op te lossen. In plaats van alles in één keer te doen, doe je kleine stappen en kijk je telkens hoe je het kunt verbeteren. Je gaat steeds opnieuw door een cyclus van acties, waarbij je feedback en nieuwe inzichten gebruikt om elke keer beter te worden. In PAWOZ wordt dit iteratieve proces gebruikt om de routes te verbeteren, dit wordt optimalisatie genoemd. Het doel van het optimaliseren van de routes is om negatieve effecten zoveel mogelijk te verminderen of zelfs helemaal weg te nemen. Het optimaliseren van de routes in een iteratief proces is de routeontwikkeling. Dit vindt plaats aan de hand van Baselines.
Kabelcircuit	Set van drie fasedraden die samen een volwaardige eenheid vormen waarop driefasen-wisselspanning bedreven kan worden.
Kabelsysteem	Een kabelsysteem bestaat uit twee parallelle kabelcircuits bij wisselstroom of één kabelcircuit + een glasvezelverbinding bij gelijkstroom. Het betreft alleen de elektriciteitskabels, niet het platform of transformator/converterstation.
Kilovolt (kV)	Eenheid van elektrische spanning.
Kwelder	Kwelders zijn begroeide stukken land die direct, zonder tussenliggende duinenrij of dijken, aan zee grenzen. Ze liggen meestal langs ondiepe getijdengebieden zoals de Waddenzee of langs de Noordzeekust. Bij storm of extra hoog water komt een kwelder onder water te staan. Kwelders spelen een belangrijke rol in de kustbescherming. Door de aanwezigheid van de begroeiing op de kwelders wordt het opstuiven van zand tegengegaan en wordt de kustlijn verstevigd. Bovendien bieden kwelders een leefgebied voor verschillende soorten vogels, vissen en andere dieren.
m.e.r.-plicht	De verplichting tot het opstellen van een milieueffectrapport voor een bepaald besluit over een bepaalde activiteit.
Microtunnel	Aanlegtechniek voor een buis waarbij tijdens de voortgang van het boorproces complete tunnelsecties (boorbuizen) ingeduwd worden om de boorgang te stabiliseren. Deze methode is technisch beperkt in lengte (ongeveer 2 km) en diameter (ongeveer 2 á 3,5 m).
Milieuaspect	Zie aspect.
Milieueffectrapport (MER)	Het rapport waarin de resultaten worden neergelegd van het onderzoek naar de milieueffecten van een voorgenomen activiteit en van de redelijkerwijs in beschouwing te nemen alternatieven daarvoor.
Milieueffectrapportage (MER)	De wettelijk geregelde procedure van milieueffectrapportage; een hulpmiddel bij de besluitvorming, dat bestaat uit het maken, beoordelen en gebruiken van een milieueffectrapport en het evalueren achteraf van de gevolgen voor het milieu van de uitvoering van een activiteit. Onder de Omgevingswet wordt de afkorting MER gebruikt.
Mitigerende maatregelen	Maatregelen die worden genomen om de nadelige effecten van activiteiten of fysieke ingrepen te verminderen dan wel te voorkomen.
Monitoringsprogramma	Programma dat bijhoudt of de situatie beter of slechter wordt door de realisatie van de voorgenomen activiteit.
Morfodynamiek	De verandering van de zeebodem, het transport van sedimenten en het samenspel hiertussen.
Morfologie	Vorm van de zeebodem.
MW	Megawatt = 1.000 kilowatt (kW). kW is een eenheid van elektrisch vermogen.
MWh	Megawattuur = 1.000 kilowattuur (kWh). kWh is een eenheid van energie.
Natura 2000-gebieden	Ecologisch netwerk van speciale beschermingszones die zijn aangewezen in de Habitatrichtlijn of de Vogelrichtlijn. Volgens deze Europese richtlijnen moeten lidstaten specifieke diersoorten en hun natuurlijke leefomgeving (habitat) beschermen om de biodiversiteit te behouden.

Term	Toelichting
Natuur Netwerk Nederland (NNN)	Het door de overheid nagestreefde en in beleidsnota's vastgelegde landelijke netwerk van natuurgebieden en verbindingszones daartussen.
Nearshore	Het gebied nabij de kust met geringere waterdiepte dan offshore gebieden. In het geval van PAWOZ wordt hier het Waddengebied bedoeld.
Niet gesprongen explosieven (NGE)	In en op de zeebodem liggende niet gesprongen explosieven, overgebleven van de oorlogshandelingen in beide wereldoorlogen en van militaire activiteiten op zee. Voor de installatie van de kabelsystemen op zee kunnen niet gesprongen explosieven een gevaar opleveren voor de betrokkenen.
Nota van Antwoord	Een document met daarin een reactie op ontvangen vragen en opmerkingen uit de periode van ter inzagelegging.
Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD)	De NRD geeft aan met wat (reikwijdte) en met welke diepgang (detailniveau) de alternatieven worden onderzocht en beschreven worden in het milieueffectrapport (MER).
NSG-Richtlijn laagfrequent geluid	De NSG-Richtlijn laagfrequent geluid is bedoeld om klachtenbehandelaars, met name akoestische onderzoekers, een handvat te bieden om een klacht over laagfrequent geluid te kunnen objectiveren. De Richtlijn geeft daarom een criterium (referentiecurve) waaraan het resultaat van geluidsmetingen in woningen kan worden getoetst. NSG is de Nederlandse Stichting Geluidshinder.
Offshore	Aanduiding voor op zee en een gebied zeewaarts van de 6-mijlszone. Vaak ook gerefereerd aan waterdieptes van meer dan 10 tot 20 meter.
Omgevingsplan	Het omgevingsplan bevat algemene regels van de gemeente voor de fysieke leefomgeving. Iedere gemeente dient 1 omgevingsplan te hebben onder de Omgevingswet. Het omgevingsplan vervangt het geldende bestemmingsplan en de beheersverordening uit de Wet ruimtelijke ordening.
Omgevingswet	Wet in Nederland, die per 1 januari 2024 ingaat, waarin alle wetten zijn samengevoegd die met de fysieke leefomgeving, waaronder ook het milieu, te maken hebben.
Onshore	Aanduiding voor 'op land'.
Onvolkomenheid in de route (OV)	Onvolkomenheden in de routes zijn in de optimalisatieperiode aangepast. Net als voor het oplossen van rode vlaggen, is hiervoor de term optimalisatie gebruikt. Per onvolkomenheid is een optimalisatie geformuleerd en doorgevoerd in de route.
Open planproces	Het proces waarin de provincie Groningen en gemeente Het Hogeland in samenwerking met de omgeving haar plannen voor de Oostpolder uitwerkt.
Optimalisatie (OPT)	Het aanpassen van de voorgenomen activiteit om negatieve effecten te mitigeren. Met optimalisaties worden ook de oplossingen bedoeld, die zijn geformuleerd om de rode vlaggen van de routes op te lossen.
Overige toekomstige ontwikkelingen	Naast de autonome ontwikkelingen zijn er overige toekomstige ontwikkelingen in hetzelfde (plan- of studie) gebied die zich in een voorfase (toekomstig idee) bevinden en waarover eventuele besluitvorming na de besluitvorming over PAWOZ plaatsvindt.
Parallelle projecten/programma's	Andere projecten/programma's die gelijktijdig aan PAWOZ plaatsvinden, zoals VAWOZ 2040.
Participatie	Het betrekken van belanghebbenden (zoals; inwoners, maatschappelijke organisaties, grondeigenaren, agrariërs, regionale en lokale overheden en ondernemers) bij het maken van een programma of plan.
Passende Beoordeling	Een Passende Beoordeling is een beoordeling van de effecten van een activiteit op de natuurdoelstellingen van een Natura 2000-gebied. Wanneer significante effecten op Natura 2000-gebieden niet op voorhand uitgesloten kunnen worden of onzeker zijn, moet een Passende Beoordeling worden uitgevoerd. In de Passende Beoordeling worden de mogelijke effecten van de aanleg, het beheer, het gebruik en de verwijdering van de activiteit, in cumulatie met andere

Term	Toelichting
	plannen en projecten, beoordeeld in het licht van de instandhoudingsdoelstellingen van de betrokken Natura 2000-gebieden.
Plangebied	Het gebied waarbinnen de voorgenomen activiteit kan worden gerealiseerd.
planMER	Het MER voor een plan of programma. PAWOZ heeft een planMER.
Platform	Locatie waar energie van windparken op zee wordt verzameld en/of omgezet voor transport naar land.
'post trench' techniek	Aanlegtechniek voor leidingen, waarbij de leiding wordt begraven, nadat deze al is geïnstalleerd. Het is een proces waarbij een spuitkop over de leiding wordt geplaatst en water onder hoge druk door spuitmonden wordt geperst om het materiaal onder de leiding op te breken.
Programma	Een programma is een instrument onder de Omgevingswet. Het vat het nieuwe beleid op hoofdlijnen samen en is kaderstellend (geeft de grenzen aan) voor nieuwe plannen of projecten. PAWOZ resulteert in een programma. Dit is een notitie waarin beschreven staat welke routes wel/niet kunnen en een prioritering. Dit wordt ook het Ontwerpprogramma genoemd.
Projectbesluit	Het projectbesluit is een instrument voor waterschappen, provincies en het Rijk voor het mogelijk maken van complexe projecten met een publiek belang. Het projectbesluit wijzigt het omgevingsplan met regels die nodig zijn voor het uitvoeren, inwerking hebben of in stand houden van het project. De gewijzigde regels van het omgevingsplan zijn onderdeel van het projectbesluit. Het projectbesluit vervangt het inpassingsplan, Tracébesluit, projectplan uit de Waterwet en de coördinatieregelingen uit de Wro, Tracéwet, Waterwet en Ontgrondingenwet.
ProjectMER	Het MER voor een projectbesluit dat het vervolg kan zijn op PAWOZ. Een ProjectMER kent een groter detailniveau dan een planMER.
Referentiesituatie	Bij deze situatie wordt uitgegaan van de huidige situatie en de autonome ontwikkeling. Deze situatie dient als referentiekader voor de effectbeschrijving van de routes in het MER.
Rijkscoördinatieregeling (RCR)	De procedure als bedoeld in paragraaf 3.6.3 van de Wet op de ruimtelijke ordening. Wanneer een initiatief onder de RCR valt dan moet er een (Rijks)inpassingsplan worden vastgesteld en de voorbereiding en bekendmaking daarvan wordt gecoördineerd door het Rijk.
Risk Based Burial Depth (RBBD)	Het bepalen van een begraafdiepte waarvoor geldt dat de faalkans van het kabelsysteem als gevolg van externe bedreigingen zodanig klein is dat het risico acceptabel is.
Robuust ontwerp	De maximale configuratie van een route. Waarbij de maximale fysieke en/of milieuruimte die mogelijk is binnen een route is ingevuld. Een robuust ontwerp is een technisch uitvoerbaar en vergunbaar alternatief dat een realistische worst-case situatie omvat.
Rode vlag	Een rode vlag geeft aan dat er op basis van de eerste ronde effectenonderzoeken een bepaald effect is vastgesteld bij een route, die opgelost dienen te worden met optimalisaties en/of uitgangspunten.
Route	Een mogelijke ligging voor de elektriciteitskabelsystemen en/of waterstofleidingen van het platform in een windenergiegebied naar een aansluitlocatie op het landelijk hoogspannings- en/of waterstofnetwerk.
Routeontwikkeling	De routeontwikkeling tijdens PAWOZ is een iteratief (doorlopend) proces, waarbij van grof naar fijn wordt gewerkt. Dit bekent dat tijdens het project routes worden geoptimaliseerd om tot een robuust ontwerp te komen. Het beschrijft bijvoorbeeld het ontwerpproces, de uitgangspunten voor het routeontwerp, het routeontwerp per route en de trechtering van routes in aanloop naar de effectbeoordeling.
Segmenttunnel	Aanlegtechniek voor een buis waarbij tijdens de voortgang van het boorproces in de boorkop de tunnelwand wordt opgebouwd door het plaatsen van segmenten die samen een sectie van de tunnelomtrek vormen (tunnelring), deze

Term	Toelichting
	methode kan voor grotere diameters en over vele kilometers lengte worden toegepast.
'S-Lay' techniek	Aanlegtechniek voor leidingen, waarbij de segmenten van de leiding een voor een aan boord aan elkaar worden gelast in een horizontale productielijn. Vervolgens wordt de leiding over een stinger naar de zeebodem geleid.
Studiegebied	Het gebied waarbinnen zich milieugevolgen kunnen voordoen als gevolg van de voorgenomen activiteit (of alternatieven) en dat dient te worden beschouwd in het MER. De omvang van het studiegebied kan per milieuaspect verschillen.
Systeemintegratie	Het op een integreren (koppelen) van verschillende energiedragers en gebruikssectoren tot één duurzaam, betrouwbaar, betaalbaar en veilig energiesysteem, met een breed maatschappelijk draagvlak.
TenneT	TenneT is in Nederland de beheerder van het elektriciteitsnet vanaf een spanningsniveau van 110 kV. Ook beheert TenneT het Net op zee.
Ter inzagelegging	De periode waarin de NRD, het planMER, de IEA en het programma te lezen zijn. Dit is ook de periode waarin iedereen een zienswijze kan indienen en vragen kan stellen over de NRD, het planMER, de IEA en het programma.
Thema	De deelrapporten van het MER gaan over milieuaspecten, zoals landschap, bodem en gebruiksfuncties. De deelrapporten van de IEA gaan over thema's. Bijvoorbeeld het thema techniek, landbouw of kosten. Elk deelrapport van de IEA behandelt één thema. Een thema bestaat uit (deel)aspecten en criteria.
Toetsingsadvies	Een document met daarin de resultaten van de toetsing van het planMER door de Commissie mer. De Commissie mer kan ook om een tussentijds toetsingsadvies worden gevraagd.
Trechtering	Het onderbouwd laten afvallen van bepaalde routes of bepaalde configuraties binnen routes. Elke route is in steeds groter detail onderzocht. Hieruit komt naar voren welke routes wel en niet kansrijk zijn. Dit is onderdeel van het iteratieve proces.
Uitgangspunt (UP)	Bij de geïdentificeerde rode vlaggen zijn optimalisaties en/of uitgangspunten gedefinieerd. Een uitgangspunt is waar rekening mee gehouden dient te worden voor de uitvoering van het programma.
Voorgenomen activiteit	Een omschrijving van de activiteit die de initiatiefnemer wil gaan uitvoeren. Het beschrijft wat er wordt gebouwd en hoe het wordt aangelegd.
Voorzorgbeleid magneetvelden	Het voorzorgbeleid magneetvelden is erop gericht om, zo veel als redelijkerwijs mogelijk is, te voorkomen dat burgers (volwassen en kinderen) langdurig worden blootgesteld aan magneetvelden, die afkomstig zijn van de elektriciteits-infrastructuur. Hiervoor treft de netbeheerder maatregelen bij het bouwen van nieuwe onderdelen van het elektriciteitsnet en bij het aanpassen van bestaande onderdelen.
Waddengebied	Het gebied nabij de kust met geringere waterdiepte dan offshore gebieden. In de regel wordt de 6-mijls grens aangehouden als overgang tussen het Waddengebied en de Noordzee.
Wantij	Een gebied tussen Waddeneilanden en de kust waar wel sprake is van eb en vloed, maar niet van stroming.
Waterstof	Waterstof is een energiedrager. Duurzaam opgewekte elektriciteit wordt omgezet naar waterstof in gasvorm. Dit kan worden opgeslagen en via leidingen getransporteerd worden, vergelijkbaar met aardgas. Waterstof heeft in potentie een belangrijke rol in de energietransitie en kan gebruikt worden voor bijvoorbeeld zware industrie, brandstof voor grote voertuigen of energieopslag.
Waterstof aanlandingsstation	Dit station bevat de noodzakelijke functies voor het invoeden van waterstof op het Waterstofnetwerk Nederland. Deze functies zijn nog niet vastgesteld. Voorbeelden zijn het meten en eventueel regelen van de druk, meten van de kwaliteit van het waterstofgas en faciliteiten die nodig zijn om de leiding intern te kunnen inspecteren.

Term	Toelichting
Waterstofleiding	Leidingen waarin waterstofgas kan worden getransporteerd. Dit kunnen hergebruikte leidingen zijn of nieuw aan te leggen leidingen.
Waterstofnetwerk Nederland	Het netwerk van waterstofleidingen door Nederland die ontwikkeld en beheerd worden door Gasunie dochter HyNetwork Services (HNS). Dit netwerk is nog in ontwikkeling en zal bestaan uit nieuw aan te leggen leidingen en het (her-)gebruik van bestaande leidingen. De waterstofleidingen van PAWOZ sluiten aan op het noordelijke deel van dit te ontwikkelen netwerk (Waterstofnetwerk Groningen).
Werkstrook	De werkstrook is het gebied dat tijdens de aanlegfase wordt gebruikt voor het opstellen van machines en voertuigen en voor het opslaan van afgegraven zand.
Werkterrein	Een tijdelijke werkplek rondom de voorgenomen activiteit waar bouwbedrijven werkzaamheden uitvoeren. Hier worden bijvoorbeeld materialen opgeslagen en constructies opgebouwd.
Zeemijl / nautische mijl	Een zeemijl (Engels: Nautical Mile, afgekort NM of nmi) is een lengtemaat die gelijk is aan precies 1.852 meter.
Zienswijze	Iedereen kan een formele reactie geven op het MER, de IEA en het programma. Dit kan tijdens de periode van ter inzagelegging.

Tabel I.2 Lijst met afkortingen

Afkorting	Betekenis
AC	Alternating Current (wisselstroom). Wisselstroom is een elektrische stroom met een periodiek wisselende stroomrichting. Vrijwel het hele elektriciteitsnet in Nederland maakt gebruik van dit type stroom. Dit type wordt ook gebruikt voor het ontsluiten van windpark TNW
AO	Ambtelijk Overleg
BOP	Bestuurlijk Overleg Programma
BOW	Bestuurlijk Overleg Waddengebied
Ciemer	Commissie voor de milieueffectrapportage
CO_2	Koolstofdioxide
dB	Decibel, eenheid van geluidsniveau
DC	Direct Current (gelijkstroom) is een elektrische stroom waarbij de stroomrichting constant is, in tegenstelling tot wisselstroom. De 525 kV-kabelsystemen worden met gelijkstroom bedreven
DP	'Dynamic Positioning', dynamisch positioneringsysteem op een schip.
DDW	Windenergiegebied Doordewind
EDV	Eems-Dollard verdrag
EMV	Elektromagnetische Velden
EEZ	Exclusieve Economische Zone
GDWS	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt
GIS	Geografisch Informatiesysteem
GW	Gigawatt
HDD	Horizontal Directional Drilling. Oftewel: een gestuurde boring
HNS	HyNetwork Services (Gasunie-dochter)
HSAO	Huidige Situatie, Autonome Ontwikkelingen
IEA	Integrale effectenanalyse
KRW	Kaderrichtlijn Water

Afkorting	Betekenis
kV	Kilovolt
kWh	Kilowattuur
LCA	Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie
mer	Milieueffectrapportage (procedure)
MER	Milieueffectrapport (product)
Ministerie van BZK	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Ministerie van KGG	Ministerie van Klimaat en Groene Groei (voorheen Economische Zaken en Klimaat)
MW	Megawatt
MWh	Megawattuur
N2000	Natura 2000-gebied
NGE	Niet Gesprongen Explosieven
NGT	Noord Gas Transport. Dit is een bestaande gasleiding op zee
NNN	Natuurnetwerk Nederland
NM	Nautische Mijl
NOZ TNW	Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden
NRD	Notitie Reikwijdte en Detailniveau
NZA	Noordzeeakkoord
PAWOZ	Programma Aansluiting Wind Op Zee
OBW	Omgevingsberaad Waddengebied
OO	Omgevingsoverleg
PB	Passende Beoordeling
PvA	Plan van Aanpak
RBBD	Risk Based Burial Depth, oftewel: risico gestuurde begraafdiepte
RCR	Rijkscoördinatieregeling
RHDHV	Royal HaskoningDHV
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
RWS	Rijkswaterstaat
SO	Schetsontwerp
TEC	Tunnel Engineering Consultants
TNW	Windenergiegebied Ten Noorden van de Waddeneilanden
TWh	Terawattuur
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
VAWOZ 2030	Verkenning Aanlanding Wind Op Zee 2030
pVAWOZ 2040	Programma Verkenning Aanlanding Wind Op Zee
VO	Voorontwerp
VSS	Verkeersscheidingsstelsel
WNN	Waterstofnetwerk Nederland
WSA	Wasser- und Schifffahrtsamt
W+B	Witteveen + Bos

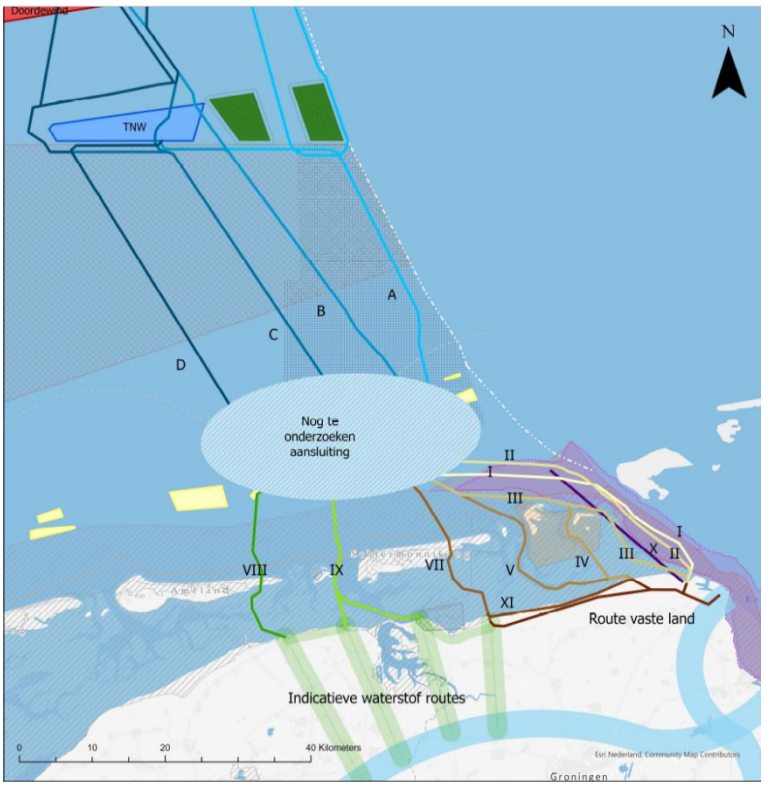
II

BIJLAGE: TENNET ROUTEONTWERP BASELINE 1

PAWOZ-Eemshaven fase 1 Routeontwerp

Technische uitwerking NRD kabelroutes o.b.v. maakbaarheid/haalbaarheid, optimalisatie van route en verwachte capaciteit per route

Status: definitief



Referenties

Dit document moet gelezen worden in combinatie met het hieronder genoemde document.

Nr	Title	Document nummer	Datum / versie	Status
[1]	Technische ontwerpparameters voor Baseline 1 Route Ontwerp - kabels en leidingen		27-02-2023 / C02	Goedgekeurd

Voorwoord

Door het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) is in april 2022 het Programma Aansluiting Wind Op Zee – Eemshaven (PAWOZ-Eemshaven) opgestart. Dit programma onderzoekt de mogelijkheden voor toekomstige kabel- en leidingroutes vanaf windparken gelegen op de Noordzee tot en met de aansluiting in de Eemshaven. Hiermee wordt opgewekte windenergie op zee aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet in de Eemshaven. Specifiek gaat het om het windpark Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW, 0,7GW) en Doordewind (DDW, 2x 2,0GW). In totaal gaat dit om 4,7 Gigawatt (GW). Het is het streven om deze windparken uiterlijk eind 2031 met elektriciteitskabels aan te sluiten op het landelijke hoogspanningsnet. Daarnaast worden de mogelijkheden voor aansluitingen van elektriciteit en/of waterstof voor andere toekomstige windparken (na 2031) opgenomen. Ook bekijkt EZK de mogelijkheden voor een waterstofdemonstratieproject in het windenergiegebied TNW in het PAWOZ-Eemshaven (voor 2031).

Wat wordt er precies onderzocht?
Om aan te sluiten in de Eemshaven moeten de toekomstige kabel- en leidingroutes door de Noordzee, het Waddengebied en door het vasteland. Deze gebieden kennen veel verschillende gebruikers, functies en belangen. Op zee wordt gevaren en gevist, het Waddengebied is Natura 2000-gebied en UNESCO werelderfgoed, er leven allerlei dieren en planten en op het vasteland liggen veel vruchtbare landbouwgronden. Daarom moet een goede afweging worden gemaakt in de mogelijke routes van kabels en/of leidingen van de windparken op de Noordzee naar de Eemshaven. In het Programma Aansluiting Wind Op Zee – Eemshaven worden deze mogelijke routes integraal onderzocht.

Omdat de routes mogelijk gevolgen hebben voor mens en milieu worden er een milieueffectrapport (MER) en een integrale effectenanalyse (IEA) opgesteld. Daarmee wordt duidelijk gemaakt welke effecten er per route kunnen optreden. Voordat deze onderzoeken worden uitgevoerd, is er een onderzoeksplan gemaakt waarin wordt toegelicht wat er precies onderzocht wordt, en hoe dat onderzocht wordt. Dat heet de ‘notitie reikwijdte en detailniveau (NRD)’. Op basis van alle uitkomsten wordt door de Minister voor Klimaat en Energie in overleg met het BOW (Bestuurlijk Overleg Waddengebied) een keuze gemaakt welke routes in de toekomst gebruikt mogen worden en welke als eerste gebruikt zal worden.

Routeontwerp (fase 1) en effectenstudie (fase 2)
Om de onderzoeken naar de effecten goed uit te kunnen voeren is de planMER-fase begonnen met het zogenaamde ‘routeontwerp’ (fase 1). Hierin wordt gekeken op welke wijze de in de NRD beschreven routes gerealiseerd kunnen worden. Centraal staat daarbij de vraag welke aanlegtechnieken het meest geschikt lijken per onderdeel van de route. Dit is nodig omdat de effectbeoordeling van een route (groten)deels afhankelijk is van de keuze voor een aanlegtechniek. Om die reden moet vooraf helder zijn welke aanlegtechnieken in potentie beschikbaar zijn voor een toekomstige realisatie van een route.

Na het routeontwerp volgt de tweede fase: de daadwerkelijke ‘effectenstudie’ door de bureaus RHDHV/Witteveen+Bos. Het kan zijn dat sommige routes na de fase van het routeontwerp niet haalbaar blijken. Hierdoor kan het zijn dat het in planMER fase 2 een kleinere selectie van routes meegenomen wordt. Ook kan uit voortschrijdend inzicht tussen de baselines blijken dat er nog routes verderop in het proces afvallen.

De keuze hiervoor wordt door het Ministerie van EZK gemaakt. Hierbij worden adviezen van TenneT en de MER-bureaus meegenomen

Werkzaamheden TenneT t.a.v. routeontwerp
EZK heeft TenneT (en Gasunie) gevraagd om te starten met Fase 1 routeontwerp voordat het planMER wordt geschreven. TenneT en Gasunie hebben dit vanaf medio november 2022 opgepakt op basis van de concept-NRD.

De NRD-routes (Noordzee, Waddenzee en over het vasteland) zijn verder uitgewerkt en voor ieder van de NRD-routes is er gekeken naar de *technische maakbaarheid en haalbaarheid*. Ook is er per NRD-route onderzocht welke optimalisaties mogelijk zijn m.b.t. ligging van een route & aanlandingspunten en de verwachte maximale capaciteit (aantal kabelverbindingen) per route. Dit om onlogische of onrealistische situaties te voorkomen.

De uitwerking van het technisch onderzoek wordt middels dit document gerapporteerd aan het Ministerie van EZK. Dit rapport is een momentopname (mei 2023). Met name – maar niet alleen – de aanlegmethodes en oppervlaktes ten aanzien van 2GW-verbindingen zijn nog in ontwikkeling, en kunnen nog wijzigen.

De terugkoppeling van de uitkomsten wordt gevolgd door een bijeenkomst met alle stakeholders. Het Ministerie van EZK zal vervolgens een besluit nemen m.b.t. welke routes na fase 1 alsnog niet haalbaar blijken te zijn en met welke routes dus fase 2 (effectstudies) ingegaan wordt.

De afwegingen hiertoe zullen opgenomen worden in een Notitie Routeontwerp die in opdracht van EZK door de adviesbureaus RHDHV/Witteveen+Bos opgesteld zal worden. Dit document betreft het standpunt van TenneT is daarom belangrijke input en zal als bijlage bij de Notitie Routeontwerp opgenomen worden.

Afbeelding 1. Eemshaven, eindpunt van de routes

Voorwoord **2**

1. Toelichting en leeswijzer **5**

2. Uitgangspunten voor het routeontwerp **9**

3. Factsheet route I Meeuwenstaart **33**

4. Factsheet route II Oude Westereemsroute **39**

5. Factsheet route III Horsborngat route **43**

6. Factsheet IV Geul route Rottums **48**

7. Factsheet route V Boschgat route **53**

8. Factsheet route VII Schiermonnikoog wantij route **58**

9. Factsheet route XI Dijkalternatief **62**

10. Factsheet Landroute **67**

11. Factsheet route A Offshore – Parallel aan Gemini kabels **72**

12. Factsheet route B Offshore – Parallel aan verlaten telecomkabel **75**

13. Factsheet route C Offshore – Direct naar TNW **78**

14. Factsheet route D Offshore – Parallel aan bestaande gasleiding **81**

15. Conclusie **84**

16. Appendices **86**

1. Toelichting en leeswijzer

1.1 Scope

TenneT heeft haar werkzaamheden t.a.v. fase 1 Routeontwerp op de NRD-routes uitgevoerd. Deze zijn routes zijn te onderscheiden in *offshore* (Noordzee), *nearshore* (Waddengebied) en *onshore* (op land). Dit rapport betreft een technische uitwerking van maakbaarheid/haalbaarheid van de routes, eventuele suggesties voor optimalisatie van de routes en de verwachte capaciteit (aantal kabelverbindingen) per route. Dit rapport bevat bijvoorbeeld geen ecologische toetsing of analyse naar vergunbaarheid. Eventuele ecologische of vergunning-technische aandachtspunten die volgen uit de aanlegtechniek zijn wel aangegeven in de factsheets. Dit is echter geen limitatieve lijst.

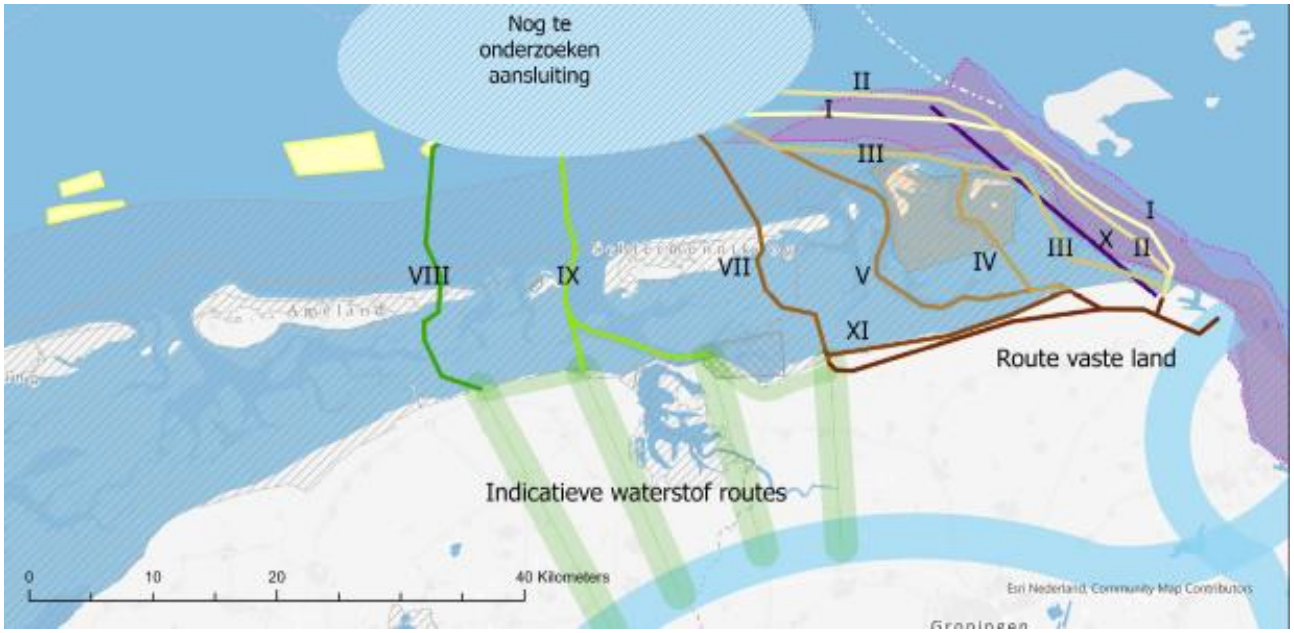
1.1.1 Offshore (Noordzee, ten noorden van het Waddengebied)

Offshore zijn op dit moment geen onoverkomelijke knelpunten te verwachten qua ruimte of aanlegtechniek. Op de Noordzee is naar de huidige inzichten van TenneT geen sprake van gebrek aan ruimte voor de 4,7 GW aan kabelverbindingen, uitgaande van de NRD-routes A, B, C en D. Deze routes zijn desondanks wel beschouwd en opgenomen in bijlage 1.

Afbeelding 2. Offshore NRD-routes

1.1.2 Nearshore (Waddengebied)

De NRD-routes door de nearshore zijn hieronder weergegeven. Enkele van deze routes kennen knelpunten om (een deel van) de 4,7 GW te accommoderen. Daarnaast zijn de routes onderscheidend in aanlegtechnieken, aanlegduur en mate van (verwacht) onderhoud. Deze routes worden in het voorliggende rapport in groter detail beschouwd.



Afbeelding 3. Nearshore NRD-routes

Buiten scope van dit rapport

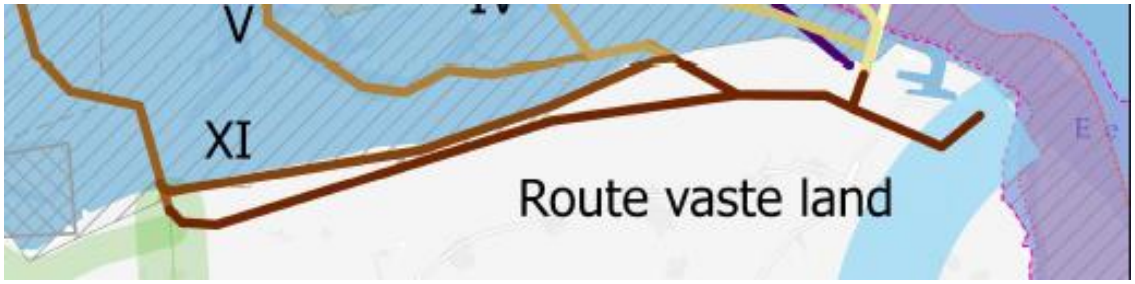
Voor route X (Tunnel) is in dit rapport geen technische beschrijving opgenomen. Hiervoor wordt door EZK in 2023 een apart traject gevolgd dat resulteert in een Voorontwerp Tunnel. Daarbij wordt ook inzichtelijk gemaakt wat de aanlegmethode en -effecten zijn van zo'n tunnel. Op dit moment is dat niet inzichtelijk voor TenneT.

Dit geldt ook voor routes VIII en IX. Deze twee routes zijn wel in de NRD opgenomen maar worden alleen door Gasunie onderzocht als waterstofleidingroutes. Daarom zijn deze niet door TenneT in dit rapport opgenomen.

Tot slot wordt in dit rapport niet ingegaan op de offshore platforms. De locatie en installatiemethode daarvan staat los van de routes en is daarmee niet onderscheidend. De benodigde informatie voor fase 2 (effectstudies) zal wel offshore platforms bevatten. Op land wordt op hoofdlijnen ingegaan op de benodigde (hoogspanning)stations. De locaties zijn echter ook hier niet onderscheidend voor de routes in de NRD.

1.1.3 Onshore (op land)

TenneT heeft als uitgangspunt de NRD-landroute, die vergelijkbaar is met het voorkeursalternatief van Ten noorden van de Waddeneilanden, aangehouden. Tijdens dat project zijn er meerdere landroutevarianten onderzocht. Het landgedeelte van de route zoals destijds door de Minister van EZK gekozen (voorkeursalternatief) is in dit rapport het uitgangspunt.



Afbeelding 4. Onshore NRD-route

Deze landroute is al in groot detail uitgewerkt waardoor deze route momenteel in dit rapport niet nader geoptimaliseerd is. Wel is een korte beschrijving van de aanlegtechnieken gegeven en de verwachte capaciteit.

Tijdens het omgevingsproces van de NRD is ook een route (XIb) parallel aan de dijk (binnendijks of buitendijks) ingebracht door het Waterschap Noorderzijlvest[1]. In de NRD is geconcludeerd dat deze route onderzocht wordt. Deze route is door TenneT samen met Waterschap Noorderzijlvest in december 2022 nader uitgewerkt. De informatie is opgenomen in hoofdstuk 9 (factsheet route XI Dijkalternatief).

1.2 Producten

De technische onderzoeken van TenneT in Fase 1 Routeontwerp op verzoek van het Ministerie van EZK zijn als volgt samengebracht:

Rapport (*dit document*; standpunt TenneT[2]) met conclusies/voorstel/advies. Hierin staat:
- Per route een **factsheet** met:
  a) Technische maakbaarheid/haalbaarheid *(zie tabel hieronder)*
  b) Voorstel voor optimalisatie route (indien van toepassing)
  c) Verwachte capaciteit per route *(zie tekstvak op volgende pagina)*
- Per route een **kaart** met hierop in tekstvakjes de belangrijke bevindingen/argumenten **(in de 100% versie van dit rapport)**
- Appendices

De (a) technische maakbaarheid/haalbaarheid wordt beoordeeld aan de hand van onderstaande tabel[3]:

Aspect	Criteria
Installatie	Installatiemethode
	Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden)
	Aanvoer materieel en materiaal
	Begraafdiepte
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden
Baggeren	Baggernethode
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden
	Verspreidingslocatie
	Verspreidingsmethode
	Afmetingen van trench
Veiligheid	Kruisingen
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen)
Onderhoud en reparatie	Methode
	Duur en moment van werkzaamheden

Tabel 1. Beoordelingstabel technische maakbaarheid/haalbaarheid per route

Afhankelijk van de route kunnen nog aanvullende opmerkingen toegevoegd zijn aan de factsheet, bijvoorbeeld ten aanzien van veiligheid tijdens aanleg of onderhoud.

[1] Zie NRD PAWOZ-Eemshaven, p 18. (route XIb Dijkvariant b). Bron: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2023-02/Notitie-Reikwijdte-en-Detailniveau-PAWOZ_0.pdf
[2] In dit document worden alleen de kabelroutes van de NRD van PAWOZ-Eemshaven beschouwd. Hiernaast zijn er ook enkele waterstofleidingroutes in de NRD opgenomen. Deze zijn door Gasunie beschouwd in een aparte rapportage.
[3] De tabel inclusief aspecten en criteria is tijdens de NRD-fase opgesteld door de NRD-adviesbureaus en bevat aspecten en criteria die voor een planMER noodzakelijk zijn om te beschrijven.

Verwachte capaciteit per route
Het begrip 'verwachte capaciteit per route' verdient nadere toelichting. Het doel van PAWOZ-Eemshaven is om per route aan te geven of en hoeveel verbindingen daar (nu en in de toekomst) in passen. Ten aanzien van kabelverbindingen (elektriciteit) wordt dit door TenneT in beeld gebracht.

Hierbij is er een onderscheid te maken in twee mogelijke aansluitsystemen om windparken (afhankelijk van de grootte van het windpark) te ontsluiten:

- **0,7GW (700MW).** Een windpark van deze omvang, zoals Ten noorden van de Waddeneilanden, zal aangesloten worden door middel van 2 wisselstroom zeekabels van elk 350MW per stuk (samen 700MW). Dit wordt gezien als **2 kabelsystemen.**

- **2 GW (2000MW).** Een windpark van deze omvang, waarvan het gebied Doordewind er twee kent, zal aangesloten worden door middel van een 2GW-kabelbundel (meerdere fysieke kabels die samengebonden worden). Dit wordt gezien als **1 kabelsysteem**.
  Voor de ontsluiting van het gehele windgebied Doordewind zal 2x zo'n 2GW verbinding nodig zijn. Dit zijn in totaal **2 kabelsystemen.**

In de verschillende factsheets wordt gesproken over 'verwachte capaciteit per route'. Indien daar bijvoorbeeld staat 4 kabelsystemen, kan dat dus 0,7 GW (2 kabelsystemen) en 4 GW (2x 2 kabelsystemen) betekenen, oftewel 4,7 GW in totaal.

1.3 Leeswijzer

Na dit inleidende hoofdstuk gaat hoofdstuk 2 uitgebreid in op de uitgangspunten en randvoorwaarden die gehanteerd zijn voor het uitvoeren van deze fase routeontwerp. Er wordt onder andere ingegaan op aanlegprincipes, in te zetten materieel en logistieke aspecten. Dit wordt achtereenvolgens uiteengezet voor offshore,& nearshore en onshore.

Vervolgens wordt in factsheets (hoofdstukken 3 t/m 14) -zoals in paragraaf 1.2 toegelicht- per route een beschrijving gegeven van de technische maakbaarheid/haalbaarheid, eventuele voorstellen voor optimalisatie van de route en de verwachte capaciteit (aantal kabelsystemen) per route.

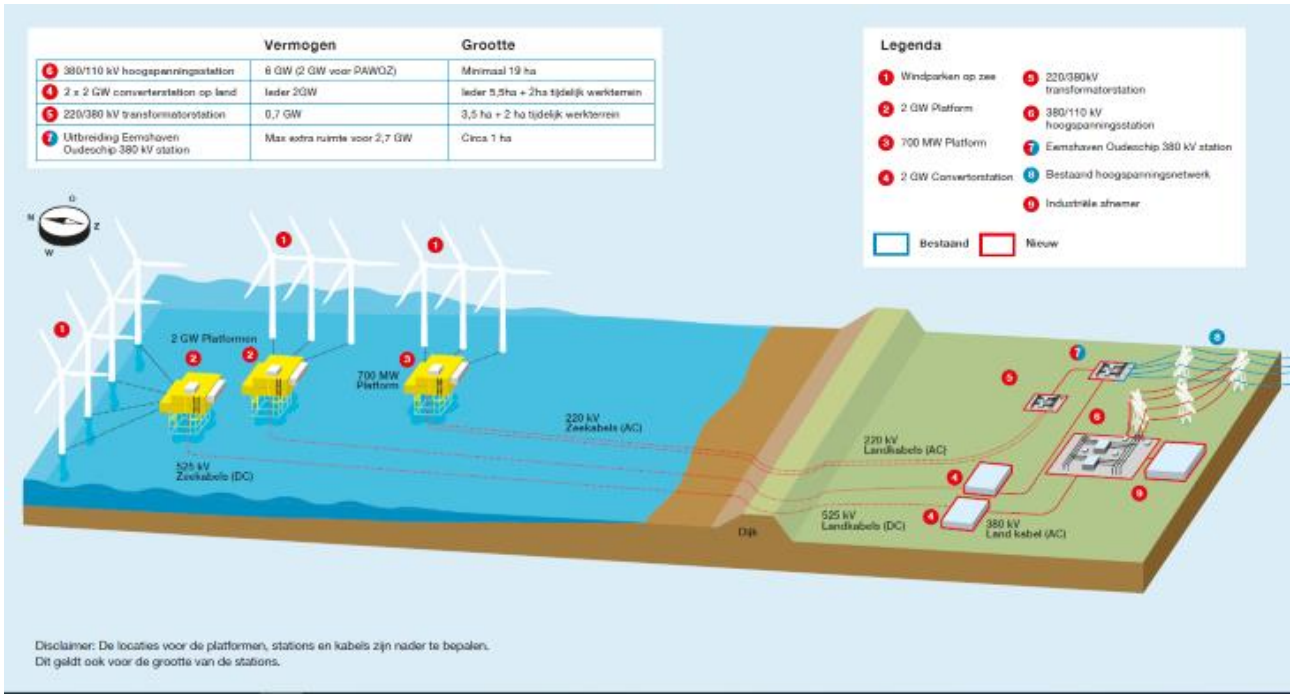
Hoofdstuk 15 bevat de conclusies en adviezen.

Tot slot volgen enkele appendices.

2. Uitgangspunten voor het routeontwerp

Voor het uitvoeren van het routeontwerp zoals beschreven in dit document is het van belang om de gehanteerde uitgangspunten eenduidig te omschrijven. Dit hoofdstuk beschrijft op basis van welke uitgangspunten, technische randvoorwaarden, in te zetten materieel en daaraan gelieerde benodigde ruimte, tijd en/of gevolgen het routeontwerp is bepaald. Hierbij wordt aangesloten bij het gezamenlijk (MER-bureau, TenneT, Gasunie) opgestelde document Technische ontwerpparameters[4].

In onderstaande afbeelding is een doorsnede te zien van de componenten die horen bij de aansluiting van windparken op zee. De scope van de aansluiting van 4,7GW aan windparken op zee omvat de aanleg/bouw van nummers 2 en 3 met 4 en 5, om vervolgens via 6 en 7 op het landelijke hoogspanningsnet (8) aangesloten te worden.



Afbeelding 5. Schematische weergave van aansluiting van 4,7 GW aan windparken op zee

In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens uitgangspunten van offshore, nearshore naar onshore toegelicht

2.1 Uitgangspunten offshore en nearshore

Ten aanzien het routeontwerp voor offshore en nearshore hoogspanning kabelsystemen worden de volgende uitgangspunten aangehouden.

- **Begraven van kabelsystemen**[5]: “Bury and Forget”. Dit wil zeggen dat de kabelsystemen op een dusdanige locatie en diepte moeten worden geïnstalleerd dat er geen gepland onderhoud aan de kabels en/of omgeving van de kabels nodig is om de dekkingsgraad van de grond boven de kabels op peil te houden. Hiermee worden ingrepen in de omgeving beperkt tot alleen de aanlegfase, reparatie bij defect tijdens gebruiksfase, en verwijderingsfase.

[4] zie referentie op het voorblad van dit rapport
[5] Zie **Appendix A: Abstract uit Uitgangspunten Document PAWOZ-Eemshaven** op pagina 83 van dit document voor meer details over de kabelsystemen

Waarom hanteert TenneT het uitgangspunt 'Bury and would like to forget'[6]?

TenneT kiest bewust en op rationele gronden voor een kabelinstallatie uitgangspunt dat gebaseerd is op de "first time right" en 'maintaining cable integrity' principes. TenneT kiest ook bewust voor zo laag mogelijke maatschappelijke levenscycluskosten (geld, milieu, overlast) van het Net op zee, dus voor aanleg en voor het beheer als geheel. Het "Bury and would like to forget" beleid is hier een logisch en inmiddels ook met praktijk ervaringen onderbouwd uitvloeisel van. Hierbij wordt de kabelverbinding eenmalig gelegd en begraven, om vervolgens voldoende zekerheid te hebben dat de verbinding voldoende beschermd is en blijft tegen externe factoren gedurende de gehele levensduur van de verbinding, ook daar waar mobiliteit van het zeebed de gronddekking op de kabel tijdens de levensduur zal verminderen. Het risico op kabel falen door externe oorzaken wordt geminimaliseerd en de leveringszekerheid gemaximaliseerd zonder de kabel bij de aanleg onnodig diep te begraven.

TenneT houdt met het "Bury and would like to forget" principe ook rekening met de expliciete behoefte van de omgeving en autoriteiten om slechts eenmalig in de omgeving in te grijpen en regelmatige terugkeer en ingrepen in de omgeving te voorkomen. Het "Bury and would like to forget" beleid is daarmee ook een logisch voortvloeisel van het beleid om niet alleen de kosten, milieu-impact en overlast van de aanleg te beschouwen, maar ook de kosten, milieu-impact en overlast van het beheer en onderhoud.
Daarbij wordt gebruik gemaakt van state of the art inzichten in zeebodem mobiliteit en kabelbegraaftechnieken, zowel voor de Waddenzee als voor de kustzone en de open zee en van de praktijk ervaringen die TenneT op heeft gedaan bij NorNed, BritNed, Borssele en de andere Net op zee projecten.

- **Verbindingsmoffen per kabelsysteem:** het aantal koppelverbindingen (ook wel "moffen" of "joints" genoemd, zie ook tekstvak hieronder) dient zo klein mogelijk te zijn. Iedere mof die in een kabelsysteem gemaakt moet worden vergroot te kans op een storing in de kabel. Deze storingen treden namelijk vaak op (in de buurt) bij moffen. TenneT heeft een wettelijke taak ten aanzien van leveringszekerheid, waarbij storingen zoveel mogelijk voorkomen dienen te worden. Ingrepen in de omgeving en verstoring kunnen worden geminimaliseerd wanneer er zo min mogelijk moffen in een kabelsysteem worden toegepast.
- **Materieel en installatiemethodes:** gebruik maken van bestaand materieel, waar van toepassing met aanpassingen die eerder zijn toegepast, en bewezen installatietechnieken en materieel. Dit stelt in staat om de invloed en effecten van de installatie goed te bepalen.
- **Aantal te installeren kabelsystemen:** Het routeontwerp zoals beschreven in dit document is, overeenkomstig het verzoek van het PlanMER bureau, op basis van het aanleggen van 1 enkel kabelsysteem. Onder kabelsysteem wordt één 2GW systeem (3 kabels + glasvezel bij elkaar) of één 350MW kabel verstaan (er zijn uiteindelijk 2 AC 350MW-kabels nodig om 1 kabelverbinding te realiseren - zijnde 2 kabels op enige afstand). De beschreven ingrepen, installatiemethodes en het materieel zijn enkel geldig voor het realiseren van 1 (enkel) kabelsysteem.
- **Corridor breedtes en onderlinge afstanden:** In Appendix A en Appendix C van dit document wordt de benodigde corridor breedte voor 4,7GW + H2 leiding en mogelijke toekomstige verbindingen als uitgangpunt beschreven.
- **Niet toegankelijke gebieden**[7]: Daar waar een route door een gebied loopt waar beperkingen gelden ten aanzien van toegang en / of nabijheid, is voor dit routeontwerpdocument het uitgangspunt dat dit gebied niet betreden / beroerd mag worden. Dit is gebaseerd op uitspraken van LNV (voetnoot 6)

[6] Voor een nadere toelichting over het uitgangspunt 'Bury and would like to forget" zie ook Appendix D van dit document.
[7] Referentie aan bericht Ministerie LNV (Sharon van Dijk) aan Ministerie van EZK (Imre Perenboom) dd. 23.02.2023 12:40u. *"Er geldt op een TBB juridisch maar 1 uitzondering: Een verbod of beperking als bedoeld in het eerste lid geldt niet voor de eigenaar van een in het gebied gelegen onroerende zaak en voor degene*

- **Referentiegebied**: De contouren van het referentiegebied zijn vastgesteld en zullen niet meebewegen met de morfologische dynamiek van het gebied. Dit is immers een referentiegebied, bedoeld om een vergelijking te kunnen maken tussen verschillende jaren.

Mof, verbindingsmof, joint: wat en hoe?

Een verbinding tussen 2 kabeldelen wordt een mof, verbindingsmof of *joint* (Engels) genoemd.

Kabelverbindingen worden aangelegd met zo lang mogelijke kabeldelen. Op die manier zijn er zo min mogelijk koppelingen tussen kabeldelen nodig. Kabelverbindingen met veel koppelingen hebben namelijk een grotere kans op falen, waardoor er meer storingen in de levering van stroom zal plaatsvinden en er vaker reparaties nodig zijn. Dit kost tijd, heeft (natuur)effecten en maatschappelijke kosten.

De kabeldelen worden in carrousel of op haspels getransporteerd. Op land gebeurt dit bijvoorbeeld met vrachtwagens (zwaar transport) en op water via een schip of ponton met carrousel. De maximale lengte die vervoerd kan worden hangt af van het type kabelsysteem, de transportwijze en de omstandigheden in het gebied, zoals de waterdiepte.

In een groot deel van het Waddengebied geldt dat vanwege de waterdiepte (in combinatie met het gewicht van de kabeldelen) er slechts kleine stukken kabel (ca 4-6km lengte) tegelijk vervoerd kunnen worden. Ter vergelijking: op de Noordzee kan dit in veel gevallen tot zo'n 40 km lengte. Hierdoor zijn er veel meer moffen nodig in het Waddengebied. Deze routes hebben daardoor een groter risico op falen en de installatieduur is daarbij langer en complexer.

Naast de bovenstaande uitgangpunten, worden het bij het routeontwerp zoals omschreven in dit document ook de uitgangspunten zoals omschreven in ref [1] toegepast.

2.1.1 Technische randvoorwaarden offshore en nearshore

De technische randvoorwaarden die van toepassing zijn op het routeontwerp (offshore en nearshore) omschreven in dit document worden in deze paragraaf behandeld. Om structuur te geven aan deze technische randvoorwaarden worden deze behandeld per onderwerp.

Deze onderwerpen zijn:
- Grond- en baggerwerkzaamheden
- Ligging kabelsystemen, begraafdiepte en aanleg
- Veiligheidsafstand tussen materieel en omgeving

Grond- en baggerwerkzaamheden:
In deze paragraaf volgt de beschrijving van de uitgangspunten die gehanteerd worden ten aanzien van het bepalen van de vorm en diepte van grond- en baggerwerkzaamheden. De informatie die hier wordt gegeven kan gebruikt worden voor het vaststellen van de baggerprofielen en benodigde grondberoering.
Daarbij moet men realiseren dat de beschreven routes momenteel uit gaan van de huidige bathymetrie (de meest gunstige installatielocatie) en voor 1 kabelsysteem. Dit betekent dat in een toekomstige situatie het baggervolume zal toenemen, helemaal wanneer er meerdere systemen naast elkaar dienen te worden geïnstalleerd.

- **Taludafmetingen:** voor gebaggerde onderdelen worden de taludafmetingen aangehouden zoals beschreven in ref [1]
  Deze taludafmetingen gelden voor baggerwerkzaamheden die nodig zijn voor varend materieel (schepen, bakken etc) alsmede voor zgn. trenches waarin de kabelsystemen worden geïnstalleerd en ruimte nodig is om een trenching tool (bv. begraafvoertuig) te laten werken.

---

die een zakelijk of persoonlijk gebruiksrecht heeft met betrekking tot die zaak, voor zover door het verbod of de beperking de toegang tot de onroerende zaak ernstig zou worden belemmerd. Uitgangspunt is vooral: plan dan je werkzaamheden buiten de gesloten periode om. Dat alternatief ligt er en moet dus benut worden. Uitzonderingen dus niet mogelijk."

- **Moffen (joints):** Grondwerkzaamheden op droogvallende platen in het waddengebied zijn noodzakelijk voor o.a. een HDD boring onder de primaire waterkering (dijk) en daar waar kabelverbindingen tussen kabeldelen gemaakt moeten worden (zie ook het tekstvak op pagina 12). De afmetingen van een mofput (joint pit) waarin de mof wordt begraven zijn afhankelijk van de waterdiepte, de afstand tot het stabiele zeebed (NMRL – Non Mobile Reference Level, het niet-mobiele zeebed), het type kabel en de aanzandingsgraad in het gebied. Het volume van de put is daarmee locatiespecifiek.
- **In-/uittredepunten HDD op wad en op zee:** Om de in- en uittredepunten van boringen te realiseren en de kabels op de juiste diepte te begraven wordt er vanuit gegaan dat de afmetingen van de vergraving hetzelfde zijn als die van mofputten op die locaties.
- **Aanzanding gebaggerde delen:** Bij delen waar baggerwerkzaamheden nodig zijn om toegang en werkgebied te creëren is een risico dat door getijde en weersomstandigheden, gebaggerde delen aanzanden (dichtslibben). De aangehouden waarden voor dit fenomeen is beschreven in ref [1].
- **Verspreidingslocatie:** dient in de buurt van het herkomstgebied van de baggerspecie te liggen, zodat het materiaal in het lokale systeem blijft. Dit is een vereiste vanuit het bevoegd gezag.

Ligging kabelsystemen, begraafdiepte en aanleg

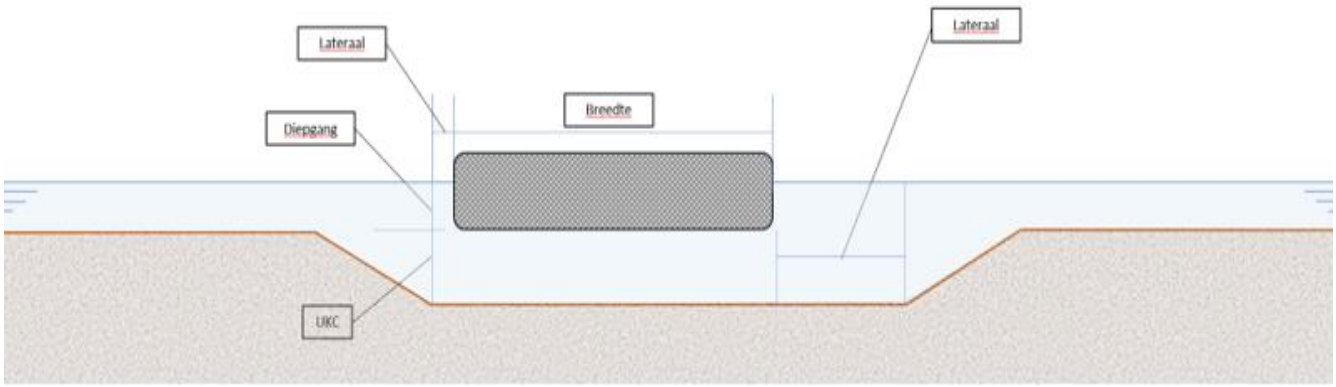
Deze paragraaf beschrijf de ligging van de verschillende kabelsystem en benodigde begraafdiepte.

- **Liggingsbeleid kabelsystemen**: In Appendix A: Abstract uit Uitgangspunten Document PAWOZ-Eemshaven is het liggingsbeleid en onderlinge afstanden van diverse kabelsystemen weergegeven.
- **Begraafdiepte:** De benodigde begraafdiepte is 2m onder het niet-mobiele zeebed (=NMRL – Non Mobile Reference Level) voor de delen in de nearshore sectie. Voor het offshore deel wordt uitgegaan dat ten alle tijde 1 meter dekking op de kabels aanwezig is. De dekking op de kabels is de hoeveelheid grond die boven een kabel aanwezig is. Dit uitgangspunt voorziet in een situatie dat de kabel door (lokale) zeebedmorfologie niet bloot spoelt en het risico op schade (falen van kabelsysteem) toeneemt. Dit uitgangspunt is direct gelieerd aan het “bury and forget” principe zoals omschreven in hoofdstuk 2.1. Dit uitgangspunt en het toepassen hiervan neemt niet weg dat, in geval van storing en/of beschadiging, er ingrepen moeten worden gedaan in de omgeving om het kabelsysteem te herstellen.
- **Aanleg:** Voor het ontwerp van de route wordt een bochtstraal voor de kabel van 1500m aangehouden. Deze bochtstraal staat toe om de kabel met een ploeg te begraven. Waar kleinere bochtstralen noodzakelijk zijn, zal een trencher of ander installatiematerieel worden toegepast.

Veiligheidsafstanden tussen materieel en omgeving

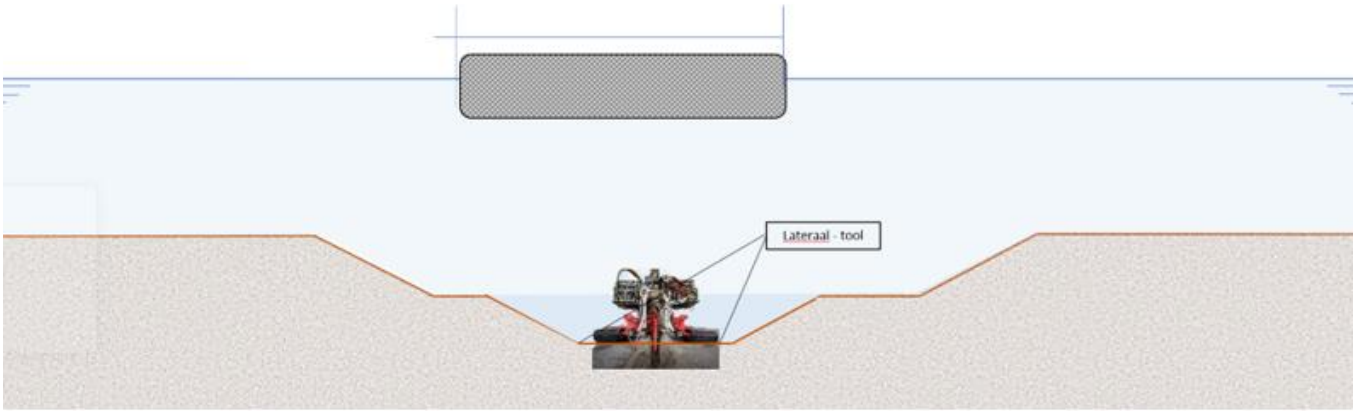
In deze paragraaf wordt aangegeven welke veiligheidsafstanden gebruikt worden in het routeontwerp tussen materieel en de omgeving. Deze veiligheidsafstanden zijn noodzakelijk om het materieel, dat nodig is om de kabelsystemen te realiseren, ter plaatse te krijgen en daar te gebruiken.

- UKC (Under Keel Clearance) is de minimale waterdiepte die ten alle tijden (ook bij laagwater) beschikbaar is onder drijvend materieel. Deze waarde staat los van de diepgang dat varend materieel nodig heeft. De aangehouden UKC is conform ref [1]. Hierin wordt trim en helling (list) van vaartuigen opgevangen, alsmede enige zakking die op kan treden bij het voorbijvaren (zog daling) en stroming.
- Laterale afstand is de benodigde afstand tussen de zijde van drijvend materieel en de grensrand van het effectieve baggerprofiel. De aangehouden laterale afstand is conform ref [1].



Afbeelding 6. Veiligheidsafstanden drijvend materieel

De laterale afstand van begraaftools op het zeebed (ploegen, trenchers, vertical injector sledes) is aangegeven in de onderstaande figuur. Deze afstand (totaal) wordt op ½ keer de breedte van de tool gesteld.



Afbeelding 7. Veiligheidsafstanden begraaftools

2.1.2 Te gebruiken materieel offshore

Als grondslag voor het ontwerp van de routes is er een inventarisatie/beschouwing gedaan welk materieel hiervoor ingezet kan worden, gebaseerd op expert judgement. Dit overzicht is niet limitatief.

In deze beschouwing wordt uitgegaan van een (combinatie van) bestaand materieel en/of technieken welke eerder succesvol zijn toegepast. Het materieel wat in de offshore delen van de route wordt ingezet wordt in deze paragraaf verder uiteen gezet.

2.1.2.1 Kabelinstallatie en aanvoer voor offshore:

De aanvoer en installatie van kabels in het offshore gedeelte van de route wordt voorzien door kabelinstallatieschepen. Aan boord van deze schepen wordt een bepaalde hoeveelheid kabel (tussen de 30-40km) geladen. Afhankelijk van de gekozen installatiemethode wordt de kabel eerst op het zeebed neergelegd en vervolgens begraven (dit wordt post-lay burial genoemd) of de kabel wordt gelegd en direct begraven (dit wordt simultaneous lay & burial genoemd). Voor de installatie van de offshore componenten

van de aansluitingen wordt gebruik gemaakt van het materieel zoals weergegeven in **Appendix A: Abstract uit Uitgangspunten Document PAWOZ-Eemshaven** van dit document.

Hieronder worden een aantal referentie vaartuigen getoond welke ingezet kunnen worden voor kabelaanvoer en -installatie.

2.1.2.2 Kabelaanvoer en -installatie:

Referentievaartuigen zoals aangehouden bij het route ontwerp zijn bijvoorbeeld:
CLV NKT Victoria, CLV Leonardo Da Vinci, CLV Calypso, OSCV Normand Pacific.

Deze vaartuigen hebben de capaciteit om kabel te vervoeren en/of te installeren. De referentieschepen CLV NKT Victoria, CLV Leonardo Da Vinci en CLV Calypso kunnen kabel aan boord nemen in zogenaamde carrousels. Vanuit deze carrousels wordt de kabel op de zeebodem neergelaten. Afhankelijk van de gekozen installatiemethode kan het schip direct of naderhand met een ploeg of trencher de kabel in de zeebodem begraven. Het referentieschip OSCV Normand Pacific heeft geen capaciteit om kabel aan boord te laden en kan daarom alleen reeds gelegde kabel begraven.

CLV Leonardo Da Vinci

- Lengte: 171,00m
- Breedte: 34,00m
- Diepgang: 8,50m
- Bollard pull: 200t
- Payload: 13.000 ton

Afbeelding 8. Referentieschip CLV Leonardo Da Vinci

OSCV Normand Pacific

- Lengte: 122,40m
- Breedte: 23,00m
- Diepgang: 7,30m
- Snelheid: 12kn
- Kraan: 200 ton

Afbeelding 9. Referentieschip OSCV Normand Pacific

2.1.2.3 Kabelinstallatie gereedschappen offshore

Om de kabel op de juiste wijze en ligging in de zeebodem te installeren worden gespecialiseerde gereedschappen ingezet. Deze gereedschappen worden door een schip gesleept of is zelfrijdend. In het

geval van een zelfrijdend gereedschap zal er alsnog een constructie schip meevaren. Dit schip voorziet het gereedschap van het benodigde toevoer van vermogen, water en hydrauliek.

Er zijn een aantal onderscheidende gereedschappen beschikbaar in de markt. Dit zijn:

- Ploegen
- Trenchers (met vertical injectors of chain cutter)
- Controlled flow excavators

Deze gereedschappen worden langs de lengte van de kabel ingezet om de kabel te begraven. De keuze welk type gereedschap wordt ingezet is afhankelijk van de grondgesteldheid, obstakels en benodigde installatiesnelheid.

Referentie gereedschappen ploegen:
HD3-300

- Lengte: 18,50
- Breedte: 9,30m
- Hoogte 12,00m
- Begraafdiepte: 0 – 4,8m

Afbeelding 10. Ploeg HD3-300

Referentie gereedschappen trenchers:
DBT-2400 “Deep Dig-it”, CBT-2400

- Lengte: 16,80m
- Breedte: 10,50m
- Hoogte 8,50m
- Waterdiepte: 10-100m
- Begraafdiepte: 0 – 5,8m

Afbeelding 11. Trencher DBT-2400 “Deep Dig-it”, CBT-2400

Referentie gereedschappen Controlled Flow Excavator:
James Fisher T4000. Een controlled flow excavator „blaast" door middel waterstromen de grond rond de kabel los waardoor deze in de zee bodem zakt.

- Lengte: 3,60m
- Breedte: 1,70m
- Hoogte 3,90m
- Waterdiepte: 5-300m

Afbeelding 12. Controlled Flow Excavator

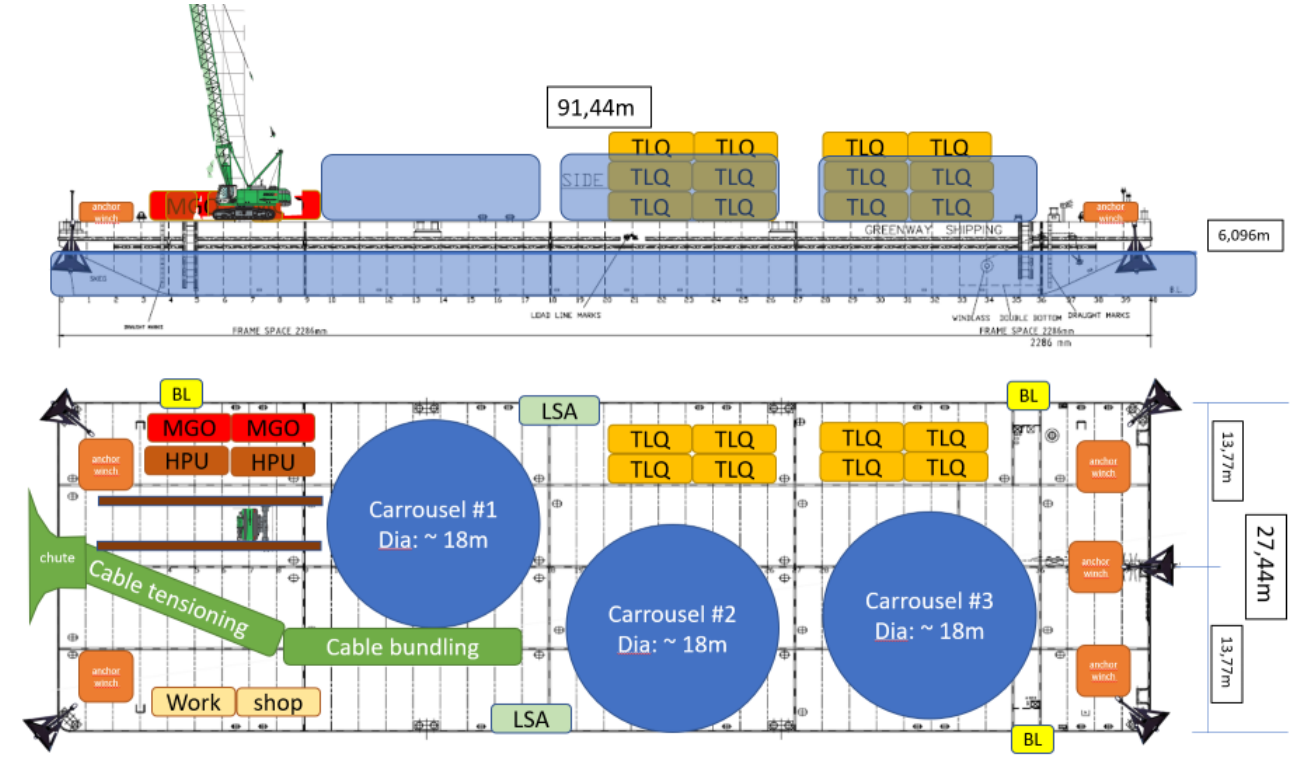
2.1.3 Te gebruiken materieel nearshore (Waddenzee)
Als grondslag voor het ontwerp van de routes is er een inventarisatie/beschouwing gedaan welk materieel hiervoor ingezet kan worden, gebaseerd op expert judgement. Dit overzicht is niet limitatief.

In deze beschouwing wordt uitgegaan van een (combinatie van) bestaand materieel en/of technieken welke eerder succesvol zijn toegepast. Het materieel wat in de nearshore delen van de route wordt ingezet wordt in deze paragraaf verder uiteen gezet.

2.1.3.1 Kabelinstallatie en -aanvoer voor nearshore/Waddenzee:
Het installeren van 2GW kabelsystemen op/in het Waddenzee gebied is niet eerder gedaan. De installatie van DC kabelsystemen in de Waddenzee is in Duitsland al meermalig uitgevoerd, echter betrof het daar één DC systeem bestaande uit 2 aders + 1 glasvezel kabel. Iedere ader wordt in een eigen "carrousel" gespoeld en vanuit daar samengebracht tot één bundel en geïnstalleerd. Om dit concept (1 carrousel per ader) voor een 2 GW kabel systeem toe te passen, zullen er aan boord van het installatievaartuig 3 carrousels moeten worden geplaatst. Rekening houdend met de kenmerkende afmeting van dit materieel is de volgende samenstelling gemaakt.

- Basis vaartuig: "Standaard Noordzee bak" 91,44 x 27,44 x 6,096 m (300 x 90 x 20ft)
- Positionering: minimaal een 4 punts anker systeem + 1 trekanker
- Anker type: Deltaflipper
- Carrousel diameter en capaciteit: 14 – 18 m / 1000 ton

In onderstaande figuur is een schematische lay-out van deze materiaal samenstelling gemaakt.



Afbeelding 13. Schematische layout installatievaartuig met 3 carrousels

Als basis voor de afmetingen van de bak en grootte van het materieel aan boord is informatie gebruikt van reeds bestaande vaartuigen die in het waddengebied zijn gebruikt. Voorbeeld schip is de Barbarossa I en MV Ulisse (eigenaar Prysmian group). Om de installatiebak te kunnen positioneren, manoeuvreren, verplaatsen en bemannen zijn diverse ondersteunende vaartuigen nodig.

Referentie kabellegschip CLB Ulisse

- Lengte: 122,2m
- Breedte: 33,5m
- Diepgang:
- Carousel: 7,000 ton
- Vertical injector: 2 tons heila kraan

Afbeelding 14. MV Ulisse

Referentie kabellegschip CLB Barbarossa I

- Lengte: 67,1m
- Breedte: 32,0m
- Diepgang: 2,0m
- 2 Static tanks
- Vertical injector

Afbeelding 15. CLB Barbarossa I

2.1.3.2 Ondersteunende vaartuigen

Een overzicht van de ondersteunende vaartuigen wordt hieronder beschreven.

Compacte sleepboten;

Referentie vaartuigen hierbij zijn, MV Baloe, MV Isa of MV Herman sr. (type Shoalbuster)

- Lengte: 23,35m
- Breedte: 8,64m
- Diepgang: 2,10m
- Snelheid; 10,5kn
- Bollard pull: 22 ton

Afbeelding 16. Compacte sleepboot (MV Baloe)

Multi-cat (voor ankers);
Referentievaartuigen hierbij zijn, MV Diablo, MV Thorsten, MV Willchallenge

- Lengte: 21,60m
- Breedte: 9,04m
- Diepgang: 2,00m
- Snelheid; 10,0kn
- Bollard pull: 10 ton

Afbeelding 17. Multi-cat (MV Willchallenge)

Hotelschepen;
Hotelschip op wad (nodig voor HDD en installatie op droogvallende platen + joint verbindingen)
Referentie vaartuigen worden aangeboden door bijvoorbeeld Van Loon Maritiem:

- Lengte: 116,00m
- Breedte: 11,40m
- Diepgang: 3,00m
- Snelheid; nvt
- Capaciteit; tot 300 personen

Afbeelding 18. Hotelschip (Van Loon Maritime)

2.1.3.3 Materieel voor Gestuurde Boringen (HDD)
Hieronder worden een aantal referentievaartuigen getoond welke ingezet kunnen worden voor het maken van een HDD.

Jack-up barge
Een jack-up barge is een drijvend platform met beweegbare poten aan de romp, gebruikt voor het maken van de HDD. Referentievaartuigen, zoals de Wavewalker, worden aangeboden door bijvoorbeeld Fugro en van Oord.

Afmetingen: 32m x 32m x 4,5m (Wavewalker)

Afbeelding 18. Jack-up barge Wavewalker

Afbeelding 19. Jack-up barge Fagant

Crew transfer vessel (shallow water)
Referentievaartuigen zoals de Acta Marine Wind Farm Service Vessel.

Afmetingen: 20m x 8m
Maximale deklast: 1,5 ton/m^2
Maximaal deadweight: 16 ton

Afbeelding 20. Crew transfer vessel shallow water

2.1.3.4 Materieel voor installatie op wantij en andere ondiepe delen

Wadtrencher
Referentie de Nessie II
Afmetingen: 9 m breed, maar rupsbanden zijn 3m breed (x2)
Rijstrook: 9m breed
Totaal verstoorde breedte = 2x2x3= 12m
Verstoringsbreedte zwaard = 1m

Afbeelding 21. Kabel installatie door de Nessie II

Plaatsen ankers zal ook verstoring opleveren; ankers liggen op de oevers +/- 300-400m van schip af – Indien er gebruik gemaakt wordt van spudpalen, zullen ankers eveneens noodzakelijk zijn voor de initiële en operationele positionering.

In de onderstaande afbeelding wordt een vergelijkbaar scenario weergegeven voor het maken van een HDD onder de NGT-leiding met een moflocatie, baggerwerkzaamheden en kabelinstallatie met een wadtrencher. De schepen en materiaal zijn vergelijkbaar aan de voorgaande opsomming van materiaal. In de afbeelding is de Stemat Spirit voor dieper water kabelinstallatie te zien, de Wavewalker voor het maken van de HDD met de Joost Nelis aan het uittredepunt van de HDD en op de voorgrond een ponton voor het intrekken van de kabel en later het maken van de mof. Rechts is de Nessie II te zien, die de kabel begraaft op de droogvallende Wadplaten. Foto is van Gemini campagne tbv kp 15 met in de achtergrond Borkum.

Afbeelding 22. Uitvoering van een HDD onder de NGT-leiding (met moflocatie, baggerwerkzaamheden en kabelinstallatie met wadtrencher)

2.1.4 Codes en standaarden

Bij gedetailleerd route ontwerp en bijbehorende uitvoeringsactiviteiten worden de volgende codes en standaarden gehanteerd.

Nr	Titel	Document nummer	Datum / versie	Status
[10]	DNV standard for Marine Operations and Marine warranty	DNV-ST-N001	September 2021	actueel

2.1.5 Uitsluitingen

Het routeontwerp zoals in dit document wordt beschreven is gedaan met in achtneming van de uitsluitingen zoals omschreven in ref [1].

2.2 Uitgangspunten onshore

De ondergrondse windparkaansluiting *op land* bestaat uit de volgende onderdelen:

Voor een 700MW aansluiting (windgebied Ten noorden van de Waddeneilanden)
- Twee ondergrondse 220kV-wisselspanning kabelsystemen naar een nieuw transformatorstation;
- Een nieuw transformatorstation in de omgeving Eemshaven waar de 220kV wordt omgezet naar 380kV;
- Twee ondergrondse 380kV-wisselspanning kabelsystemen tussen het nieuwe transformatorstation en het bestaande hoogspanningsstation Eemshaven Oudeschip (380kV);

Voor de 2x 2GW aansluiting (windgebied Doordewind)
- Twee ondergrondse 525kV-gelijkspanningkabels naar twee nieuwe converterstations;
- Twee nieuwe converterstation in de omgeving Eemshaven waar de 525kV-gelijkspanning wordt omgezet naar 380kV-wisselspanning;

- Twee ondergrondse 380kV-wisselspanning kabelsystemen van het eerste converterstation naar het bestaande 380kV-hoogspanningsstation Eemshaven Oudeschip;
- Twee ondergrondse 380kV-wisselspanning kabelsystemen van het tweede converterstation naar een nieuw te bouwen 380/110kV-hoogspanningstation (dit nieuwe 380/110kV station hoort niet tot de scope van PAWOZ-Eemshaven).

2.2.1 Kabelaanleg onshore

Installatiemethode
De installatiemethode zoals beschreven in dit hoofdstuk is op basis van de aanleg van 2 kabelsystemen. Onder twee kabelsystemen wordt het volgende verstaan: twee 350 MW systemen (samen een 700MW oftewel 0,7GW verbinding) of twee 2 GW systemen.

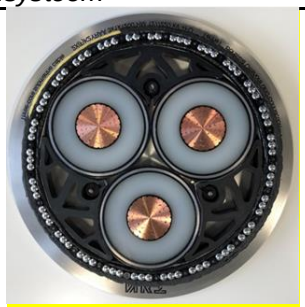
Het uitgangspunt is dat er 2 kabelsystemen tegelijkertijd geïnstalleerd kunnen worden via *open ontgraving*. Dit principe (los van het feit dat er nog geen 2GW aanlegervaring is) is 'proven practice' voor TenneT. Hiervoor is ook een aannemer geconsulteerd.
Dit betekent ook dat er voor aanleg van 1 kabelsysteem tegelijk gekozen kan worden.

Indien er meer dan 2 kabelsystemen tegelijkertijd geïnstalleerd zouden moeten worden is de verwachting dat de volgende handelingen tot negatievere resultaten leiden:

- Vanwege de breedte van het te ontgraven vlak zijn 2 werkwegen (beide kanten van de sleuf) nodig. Dit vergt extra ruimte werkstrook.
- Ontgraven grond (in drie lagen) moet aan beide zijden opgeslagen worden. Dit heeft tot gevolg dat landroute niet meer aan de rand van een agrarisch perceel kan liggen, wat wel sterk de voorkeur heeft van de agrariërs. Er zal een 'loze' strook overblijven tussen sloot en kabels.
- Het drooghouden van een brede strook vergt een (fors) grotere bemaling dan een kleine strook. Hierdoor zijn effecten op bodem/water naar verwachting groter bij een brede strook dan smallere strook.
- De extra ontgraven grond (in drie lagen) vergt meer ruimte om op het perceel op te slaan (hierdoor blijft er minder ruimte over voor teelt van gewassen).
- De extra ontgraven grond kan voor hogere gronddruk (vanwege gewicht) zorgen, waardoor er ongewenste verdichting kan plaatsvinden (en aan beide zijden van de sleuf ipv één zijde).

Bij gestuurde boringen (HDD's) wordt hetzelfde uitgangspunt van 2 kabelsystemen tegelijkertijd gehanteerd.

Samenstelling van een kabelsysteem

220kV- en de 380kV-verbinding bestaan ieder uit twee circuits met drie elektriciteitskabels en een glasvezelkabel.	 Afbeelding 23. Een 220 kV-verbinding (zeekabel). Er zijn 2 van deze kabels nodig voor een 700MW -verbinding

2 GW systeem bestaat uit 3 kabels en een glasvezelverbinding. (Twee 2 GW systemen bestaan daarom uit tweemaal: 3 kabels en een glasvezelverbinding.)	 Afbeelding 24. Een 2 GW kabelsysteem

De beschreven ingrepen, installatiemethoden en materieel zijn enkel geldig voor het realiseren van 2 kabelsystemen.

Overgang zeekabels naar landkabels
Als het landtracé langer is dan 1 km (en dat is bij PAWOZ-Eemshaven altijd het geval), wordt er in de regel gekozen om ook het landtracé vanaf de aanlanding naar het transformatorstation of de convertor met landkabels uit te voeren.
De kruising met de primaire waterkering (dijk) wordt via HDD's uitgevoerd. Specifiek voor kruisingen met een primaire waterkering worden 4 separate HDD's voor de verschillende kabels van een 2GW verbinding gemaakt (dus 4+4=8 HDD's voor 4 GW). Voor de 700MW AC verbinding wordt uitgegaan van 2 HDD's onder de kering.

Na de overgang van zee naar land is er dan de noodzaak van een overgangsmof. De mofput, binnendijks (om ecologische effecten op de kwelders te minimaliseren), wordt onder de oppervlakte ingegraven en is na afloop niet te zien. De ondergrondse 220kV wisselstroom landkabels lopen vanaf de overgangsmof tot aan het nieuwe transformatorstation. De ondergrondse 525kV gelijkstroom kabelsysteem lopen ieder vanaf de overgangsmof richting een van de twee nieuwe converterstations.

De benodigde ruimte voor de overgangsmof bedraagt als volgt:

AC-systemen (700MW)	*Afmetingen overgangsmofput (eindsituatie)*	Per overgang van zeekabel naar landkabel: 4 x 15 m = ca 60m^2 Twee zeekabels dus 2 x 60 m^2 = ca 120 m^2 Afbeelding 25. Overgangsmofput
	Diepte mofput	Circa 2 meter
	Werkterrein	Minimaal 40 x 15m
DC-systemen	*Afmetingen overgangsmofput*	15 x 10 meter = ca 150m^2 per 2 GW verbinding.

(2GW)[8]	*(eindsituatie)*	In totaal: 2 x 150m2 = 300 m^2
	Diepte mofput	Circa 2 meter
	Werkterrein	Minimaal 40 x 15

Kabellengtes op land
De maximale kabellengte die getransporteerd kan worden op een haspel is ongeveer 1.000 tot 1.200 meter. Om de 1.000 tot 1.200 meter moeten kabels daarom aan elkaar verbonden worden op de zogenaamde moflocaties. Het is mogelijk dat kortere afstand tussen de moflocaties gehanteerd worden indien er een combinatie van zowel open ontgraving als HDD's (zie verderop) toegepast wordt. Hierdoor zijn meer moffen nodig. Lengtes worden vooral bepaald door het landschap (denk aan aanwezigheid van watergangen en infrastructuur) en de ondergrond (aanwezige kabels en leidingen).

AC-systemen (700MW)	Afmetingen mofput (eindsituatie)	Per overgang: 4 x 15 m = 60m2 2 x 60 m2 = 120 m^2
	Diepte mofput	Circa 2 meter
	Werkterrein	40 x 15 meter
DC-systemen (2GW)	Afmetingen mofput (eindsituatie)	15 x 10 meter = 150m^2 per 2 GW verbinding. In totaal: 2 x 150m2 = 300 m^2
	Diepte mofput	Circa 2 meter
	Werkterrein	40 x 15 meter

Naast de mofputten is om de 3 tot 5 km een aardput nodig. Een aardput is een vierkante bak van circa 1,0 x 1,0 meter met een stalen putdeksel. Dit is een (in principe) ingegraven put met toegang vanaf het maaiveld waar de mantels van de kabels verbonden worden om transportverliezen te beperken.

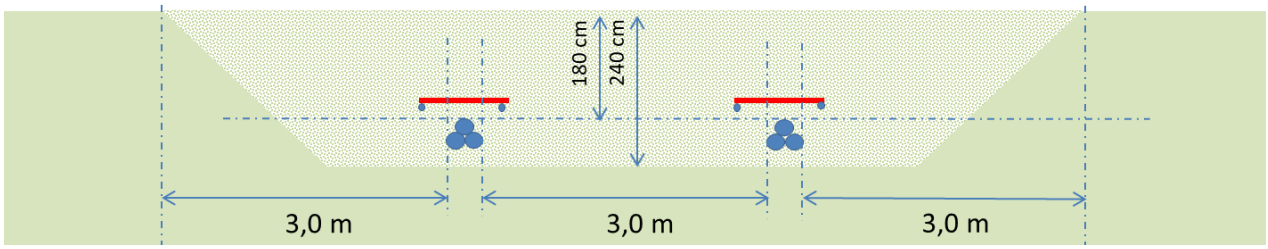
Op land worden de kabels ondergronds aangelegd door open ontgraving of een horizontaal gestuurde boring (HDD).

Open ontgraving
Open ontgraving is de voorkeursmethode voor de aanleg van kabelsystemen op land. Dit geldt voor zowel wisselstroom als gelijkstroom. Bij open ontgraving worden de kabels in een uitgegraven sleuf gelegd. Bij het ontgraven worden (in landbouwgebied) nauwkeurig de verschillende grondlagen gescheiden van elkaar neergezet in een depot op het perceel. Zie ook afbeelding 27.

Als het nodig is (afhankelijk van de warmtegeleidbaarheid van de bodem), wordt op de bodem van de open ontgraving een laag 'backfillzand' gelegd. Dit is leemhoudend zand, met goede vochthoudende eigenschappen en hoge thermische geleidbaarheid. De kabels worden hierop gelegd en vervolgens ook weer afgedekt met een laag backfillzand. Om de kabels droog te kunnen aanleggen, vindt afhankelijk van de grondwaterstand, bemaling plaats. Hiervoor wordt de grondwaterstand tot circa 0,3 meter beneden de sleufdiepte verlaagd. In landbouwgebied betekent dit een tijdelijke grondwaterstandverlaging tot 2,40m-mv. Bemaling wordt over de gehele lengte van de sleuf toegepast.

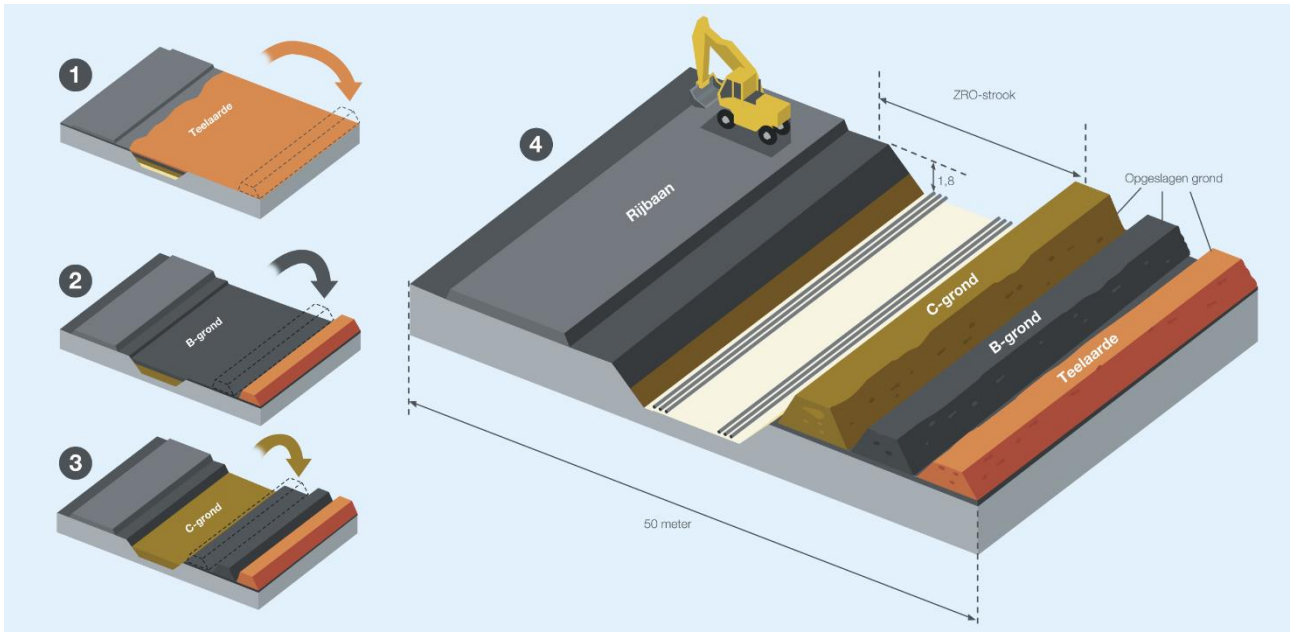
Open ontgraving AC-systemen
Bij ligging van de AC-kabels in driehoekconfiguratie (gebundeld) dient een onderlinge afstand van 3 meter tussen de kabelsystemen te worden aangehouden. Aan de buitenzijde van de systemen wordt een veiligheidszone van 3 meter aangehouden. De totale breedte van de sleuf bedraagt bij 2 AC-kabelsystemen in een gezamenlijke open ontgraving aan de bovenzijde, op maaiveld circa 10 meter. Zie ook afbeelding 26.

[8] Er is op dit moment nog geen ervaring met aanleg van 2GW-DC systemen. De getoonde getallen kunnen nog veranderen.



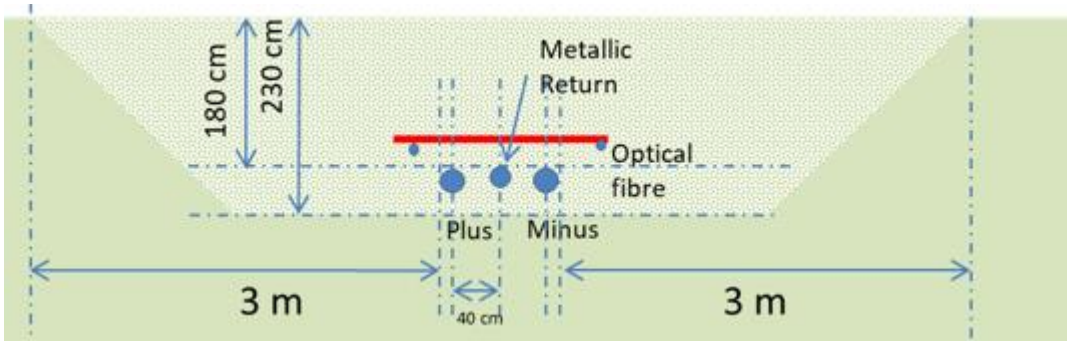
Afbeelding 26. Twee AC-kabelsystemen gebundeld middels open ontgraving

De totale tijdelijke werkstrook bij een open ontgraving van 2 AC verbindingen in driehoekconfiguratie kent een breedte van circa 50m (exacte grootte is o.a. afhankelijk van ruimte die nodig voor gronddepot en grondgesteldheid). Op afbeelding 27 is een voorbeeld van de werkstrook bij open ontgraving voor de AC-systemen weergegeven. In deze werkstrook bevinden zich tevens een werkweg en ruimte om de vrijgekomen grond uit de sleuf tijdelijk op te slaan.



Afbeelding 27. Voorbeeld van werkstrook bij open ontgraving voor 2 AC-kabelsystemen

Open ontgraving DC-systemen
Bij gebundelde ligging van een DC-kabelsysteem is de strook van het kabeltracé bij open ontgraving circa 7 meter breed. Aan de buitenzijde van de systemen wordt een veiligheidszone van 3 meter aangehouden, deze is onderdeel van de genoemde 7 meter. De diepte van de sleuf is 2,10 meter (of in geval van grondverbetering 2,30 meter). De bovenkant van de kabel bevindt zich op 1,80 meter onder maaiveld. Zie ook afbeelding 28.



Afbeelding 28. Een 2 GW-kabelsysteem gebundeld middels open ontgraving

De kabelsleuf plus werkweg plus opslag grond geeft een werkstrookbreedte van circa 50m voor twee DC-kabelsystemen.

Hieronder volgen de gemiddelde dieptegegevens bij aanleg van de AC en DC kabelsystemen door open ontgraving. Specifieke situaties kunnen afwijken.

AC-systemen	**Diepten**	**Landbouwgebied[9]**
	Kabeldiepte	+/- 1,80m-mv
	Ontgravingsdiepte	+/- 2,10 m-mv
	Bemalingsdiepte	+/- 2,40 m-mv
DC-systemen	Kabeldiepte	+/- 1,80m-mv
	Ontgravingsdiepte	+/- 2,10 m-mv
	Bemalingsdiepte	+/- 2,40 m-mv

Bemalingsdiepte is afhankelijk van o.a. grondwaterstand en kan dus nog wijzigen.

Na kabelinstallatie wordt de grond opnieuw opgebouwd, door de ontgraven lagen in omgekeerde volgorde met de juiste verdichting terug aan te brengen. Hierna kan het maaiveld hersteld worden.

De aanleg van 1.000 meter hoogspanningskabels voor 2 kabelsystemen door open ontgraving duurt (all-in, inclusief maaiveldherstel) circa tien weken.

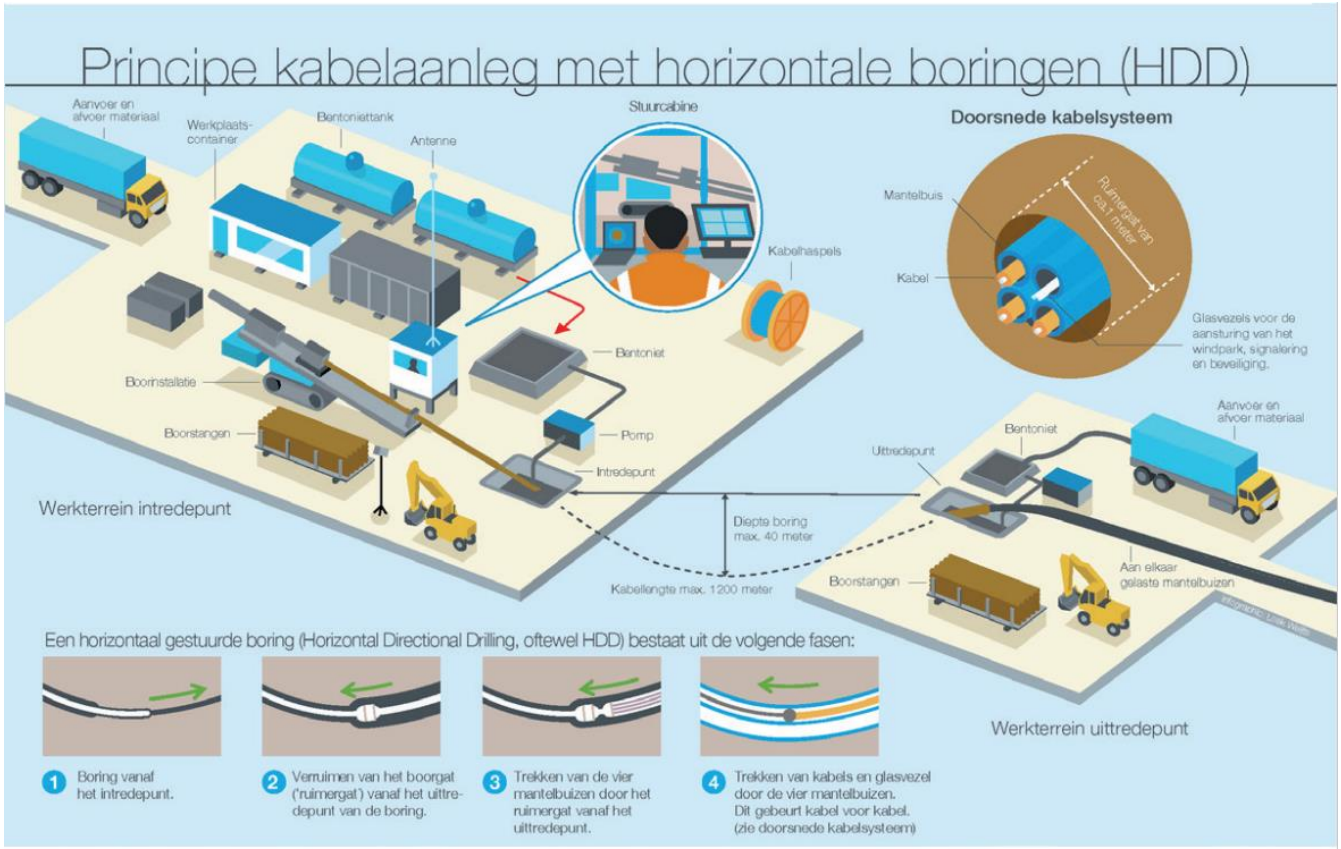
Horizontaal gestuurde boring

Op delen van het tracé waar open ontgraving niet toegepast kan worden (bijv. bij kruising grote wegen/watergangen/spoorlijnen en grote kabels en leidingen) of waar grote schade verwacht wordt, worden horizontaal gestuurde boringen (HDD = Horizontal Directional Drilling) toegepast. Dit wil zeggen dat de hoogspanningskabels, door middel van een boormachine/ op grotere diepte in de grond worden gebracht.

Het uitvoeren van een HDD gebeurt met zogeheten ‘in- en uittredepunten’. Dit zijn de plekken waar de boringen de grond ingeboord worden en er weer naar boven komen. Daar zijn ook de tijdelijke werkterreinen en een is klein stukje ‘open ontgraving’ nodig. Afhankelijk van de lengte van de boring heeft het werkterrein een oppervlakte van circa 2.500-3.500 m2 bij het intredepunt en 1.500-2.500 m2 bij het uittredepunt. Afhankelijk van de lokale situatie kunnen de afmetingen groter worden.

Een horizontale boring wordt in vier stappen uitgevoerd, weergegeven in afbeelding 29.

[9] In bebouwd gebied bedraagt de kabeldiepte minimaal +/-1,20 m-mv.



Afbeelding 29. Principe kabelaanleg met horizontaal gestuurde boringen (HDD)

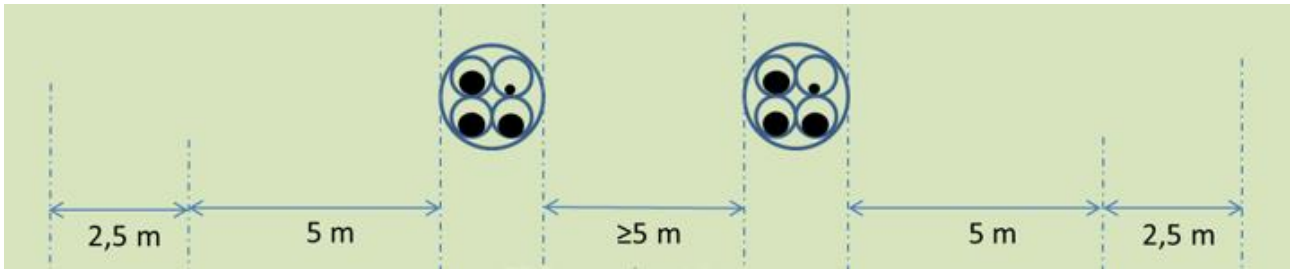
Eerst wordt vanaf het intredepunt naar het uittredepunt ongeveer een kilometer verderop geboord. Met een 'ruimer' wordt vervolgens vanaf het uittredepunt van de boring het boorgat verbreed. Hierbij wordt het boorgat met boorvloeistof gevuld, die het geboorde sediment transporteert en ervoor zorgt dat het boorgat stabiel blijft. Tijdens stap drie wordt een mantelbuis aan de boorkop van de boormachine verbonden en door het boorgat getrokken. De mantelbuizen liggen in dit gebied naar verwachting op een diepte van 10 tot 30 meter. Deze diepte is afhankelijk van onder meer de diepteligging van te kruisen kabels en leidingen, de ondergrond en de benodigde lengte van de boring. Na het intrekken van de mantelbuizen, worden tijdens stap 4 de kabels vanaf een haspel door de mantelbuizen getrokken. Waar de kabels boven de grond bij elkaar komen, worden deze uiteindelijk in de mofputten aan elkaar gelast.

De mantelbuizen worden volledig uitgelegd in de omgeving van het werkterrein. De mantelbuizen worden in delen van 15-20 meter uitgelegd, waarna ze aan elkaar worden gelast en als strengen door het boorgat getrokken. Voor, bijvoorbeeld, een boring van 800 meter betekent dit dat een uitlegstrook van enkele meters breed en een lengte van ruim 800 meter over het land voor de mantelbuizen nodig is.

De maximale lengte van een boring wordt mede bepaald door de bodemopbouw. Soms is het technisch beter om bepaalde grondlagen te vermijden, hierdoor moeten boringen korter worden. Op basis van bekende gegevens is de maximale lengte van een enkele HDD-boring in Noord-Groningen 750-800 meter. Als uit bodem- en veldonderzoeken andere resultaten blijken, kan deze lengte nog wijzigen.

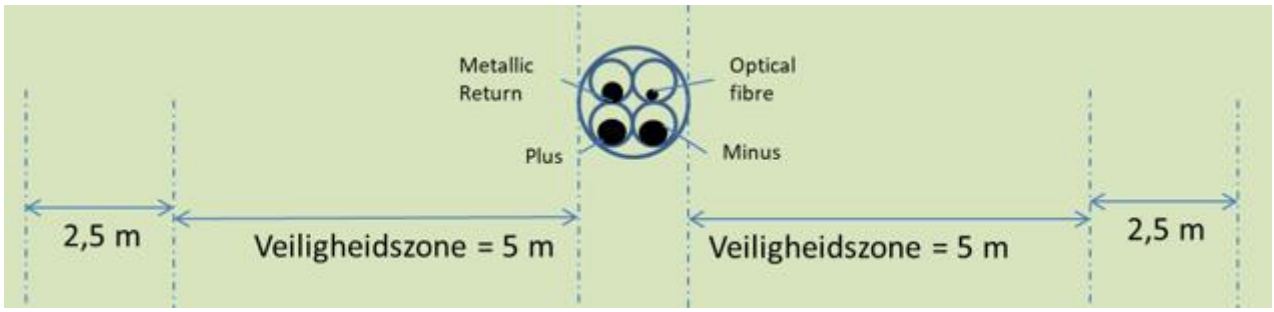
Horizontaal gestuurde boring voor AC-systemen
Het boortraject bestaat per 220 of 380kV wisselstroomverbinding (=2 kabelsystemen) uit twee parallel gelegen boringen, met een tussenafstand van minimaal 5 meter (afhankelijk van de lengte van de boring). Elke boring bestaat uit een bundel van vier kunststof mantelbuizen met daarin drie hoogspanningskabels en

een glasvezelkabel (en in sommige gevallen een aardkabel). De veiligheidszone is 5 meter aan weerszijden van de buitenzijde van de kabel. De strook van de twee AC-kabelsystemen is circa 17 meter. De extra 2,5 meter aan elke kant is een nauwkeurigheidsband en alleen van toepassing tijdens de HDD engineering fase (de exacte boorlijn kan tijdens de realisatie in horizontale richting afwijken tot een paar promille van de HDD lengte). Zie ook afbeelding 30.



Afbeelding 30. Twee 380kV-kabelsystemen gebundeld middels HDD

Horizontaal gestuurde boring voor DC-systemen
Het boortraject bestaat per 2 GW gelijkstroomverbinding uit een boring, met vier kunststof mantelbuizen waarin een plus-pool, een min-pool, de metallic return en een glasvezelbuis liggen. De veiligheidszone is circa 5 meter aan weerszijden van de buitenzijde van de kabel. De strook van een DC-verbinding is circa 11 meter. De extra 2,5 meter aan elke kant is een nauwkeurigheidsband en alleen van toepassing tijdens de HDD engineering fase (de exacte boorlijn kan tijdens de realisatie in horizontale richting afwijken tot een paar promille van de HDD lengte).



Afbeelding 31a. Een 2 GW-kabelsysteem gebundeld middels HDD – op land

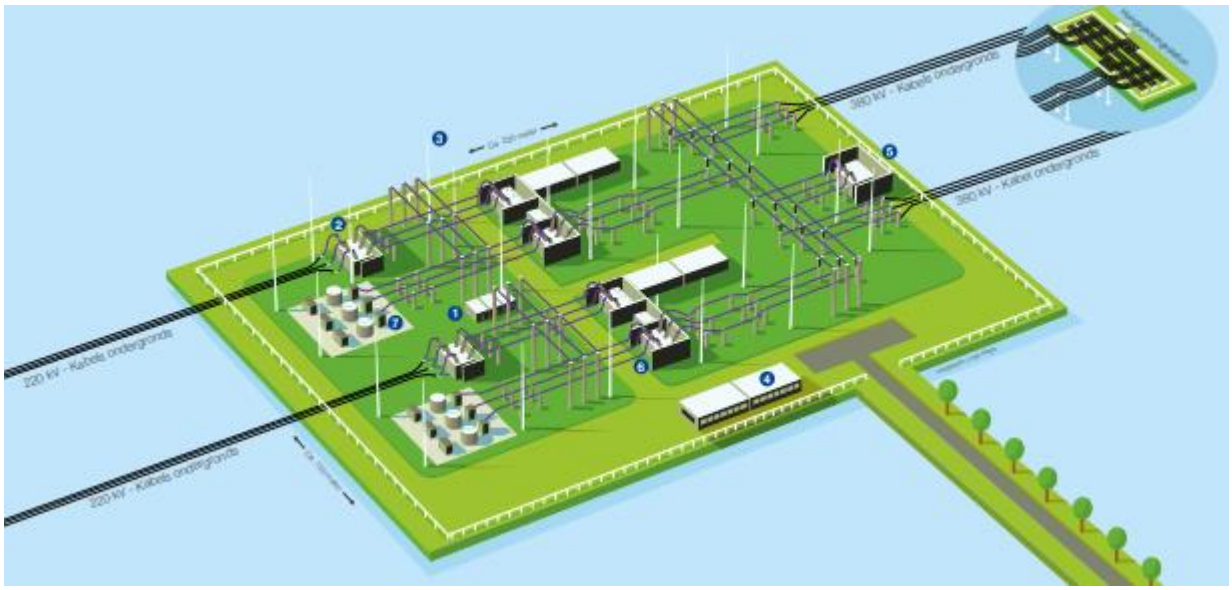
De uitvoering van HDD-boringen neemt (all-in) acht tot tien weken in beslag. De werkterreinen, uitlegstroken en bouwwegen zijn bij een HDD van tijdelijke aard.

Specifiek voor kruisingen met een primaire waterkering worden separate boringen voor de verschillende kabels van een 2GW verbinding gemaakt.

Afbeelding 31b. Een 2 GW-kabelsysteem HDD–kruising primaire waterkering

2.2.2 Transformatorstation

Om het windpark Ten noorden van de Waddeneilanden (TNW) aan te sluiten op het Nederlandse hoogspanningsnet is een nieuw transformatorstation nodig waar de stroom van 220 kV getransformeerd wordt naar 380 kV. Dit is nodig omdat deze bestaande hoogspanningsstations zijn aangesloten op het 380 kV hoogspanningsnet. Het transformatorstation bestaat onder andere uit 380 kV-openlucht schakelinstallaties inclusief veldhuisjes, 380 kV-inschakelweerstanden, 380/220/33 kV-vermogenstransformatoren, 220 kV-schakelinstallaties, 220 kV-harmonische en 'transient overvoltage' (TOV) filterbanken, 220/33 kV-shunt spoelen, 33 kV-schakelinstallaties inclusief gebouw, 33 kV-condensatorbanken inclusief gebouw, 33 kV-aardings-/ distributietransformatoren, een centraal dienstengebouw en in- en uitgaande hoogspanningskabels (220/380 kV).



Afbeelding 32. Indicatieve weergave van transformatorstation (0,7 GW)

Afbeelding 33. Indicatieve weergave van onderdelen transformatorstation

Afbeelding 34. Foto's van werkzaamheden aanleg transformatorstation

De benodigde oppervlakte voor het transformatorstation is circa 3,5 hectare (vergelijkbaar met zo'n 7 voetbalvelden). Hier komt een tijdelijk werkterrein van zo'n 1 hectare bij. Ter vergelijking het bestaande 380kV-hoogspanningsstation Eemshaven Oudeschip is circa 4 hectare groot. De hoogte van de installaties van een transformatorstation varieert van 10 tot 15 meter met een aantal bliksemafleiders van ongeveer 25 meter hoog. Het transformatorstation is een open installatie, op een enkel gebouw na.

Aanlegduur

Werkzaamheden	Duur aanleg
Bouwrijp, ophoging, voorbelasten	12 maanden (ophoging en voorbelasten is niet altijd nodig, locatie afhankelijk)
Civiel werkzaamheden	12 maanden
HVDC installatie en commissioning	12 maanden

In totaal bedraagt de aanleg van een transformatorstation circa 3 jaar.

2.2.3 Converterstation

Het converterstation zet de 525kV-gelijkstroom om naar 380kV-wisselstroom. Dat is nodig omdat het landelijk hoogspanningsnet een 380kV-wisselstroom net is. Voor het converterstation is ongeveer 5,5 ha oppervlak nodig en 2 ha extra als tijdelijk werkterrein tijdens de aanlegfase. Het converterstation bestaat onder andere uit converters (omvormers), reactoren, koelers, transformatoren en 380kV-schakelvelden. De converters en reactoren staan inpandig, de transformatoren, koelinstallaties en de schakelvelden buiten. De maximale hoogte van de gebouwen bedraagt 25 meter. Het converterstation is onbemand.

Afbeelding 35. Indicatieve weergave van een converterstation (2 GW)

Aanlegduur

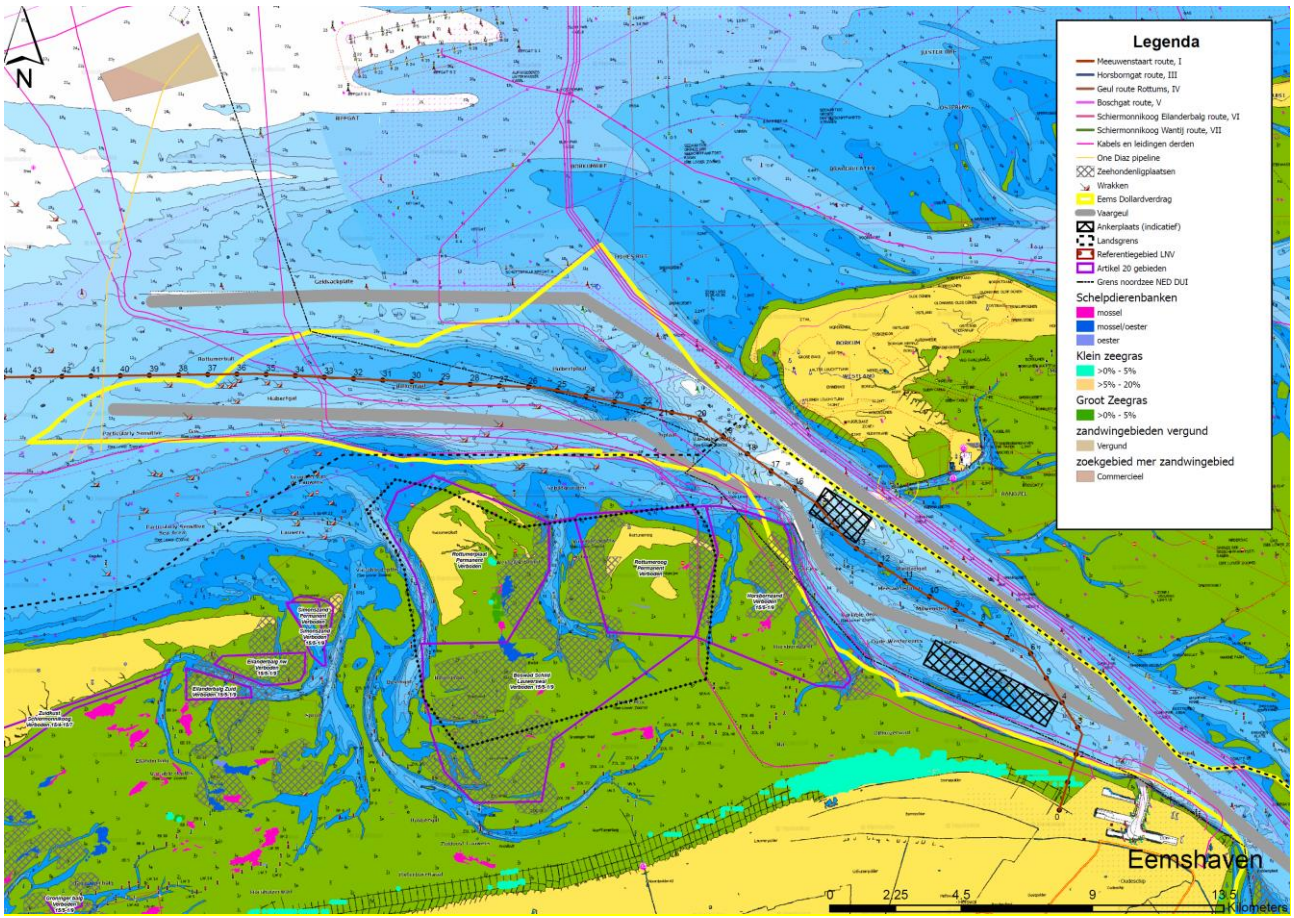
Werkzaamheden	**Duur aanleg**
Bouwrijp, ophoging, voorbelasten	12 maanden (ophoging en voorbelasten is niet altijd nodig, locatie afhankelijk)
Civiel werkzaamheden	18 maanden
HVDC installatie en commissioning	18 maanden

In totaal bedraagt de aanlegduur van een converterstation tussen de 3 en 4 jaar.

3. Factsheet route I Meeuwenstaart

3.1 Inleiding

De route Meeuwenstaart is de meest oostelijke route. In de basis betreft het een route die gebruik maakt van ondiepe delen om zo de scheepvaart zo min mogelijk te hinderen (dus zoveel mogelijk buiten de vaarroutes blijft). De route loopt (vanuit Noordzee geredeneerd) vanaf de 6 zeemijlgrens in zuidoostelijke richting. Na de verlaten telecomkabels loopt de route boven Rottumeroog en Rottumerplaat langs in oostelijke richting naar het Duitse eiland Borkum. Ten noorden van Rottumeroog kruist de route de Gemini- en NorNed-kabels (de laatste is een kabel voor het transport van elektriciteit tussen Noorwegen en Nederland). De route loopt noordelijk van de Geminikabels verder en buigt ter hoogte van de Huibertplaat af naar de Eemsmonding. Ook de COBRA-kabel (een elektriciteitskabel tussen Denemarken en Nederland) ten noordoosten van Rottumeroog worden gekruist. Hierna loopt de route over de Meeuwenstaartbanken in de Eemsmonding. Het Eems-Dollard verdragsgebied en de natuurlijke vaargeul van de Oude Westereems worden doorkruist. Het is mogelijk dat ook ankergebieden in de Eems doorkruist worden. Tenslotte landt de route aan bij de zeedijk nabij de Westlob. De landroute loopt om de Eemshaven heen om – via deels aanwezige en deels nieuw te bouwen stations - aan te sluiten op het hoogspanningsnet.

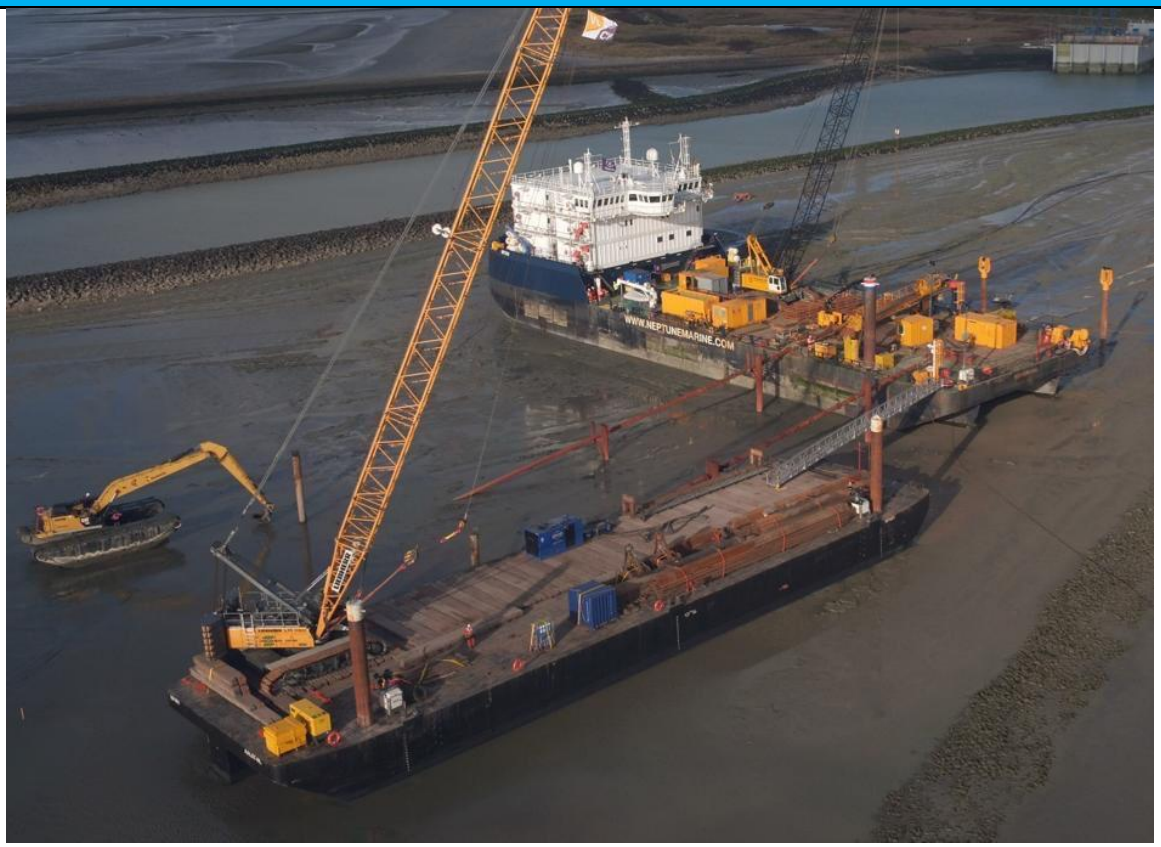


Afbeelding 36. Overzichtskaart I Meeuwenstaartroute

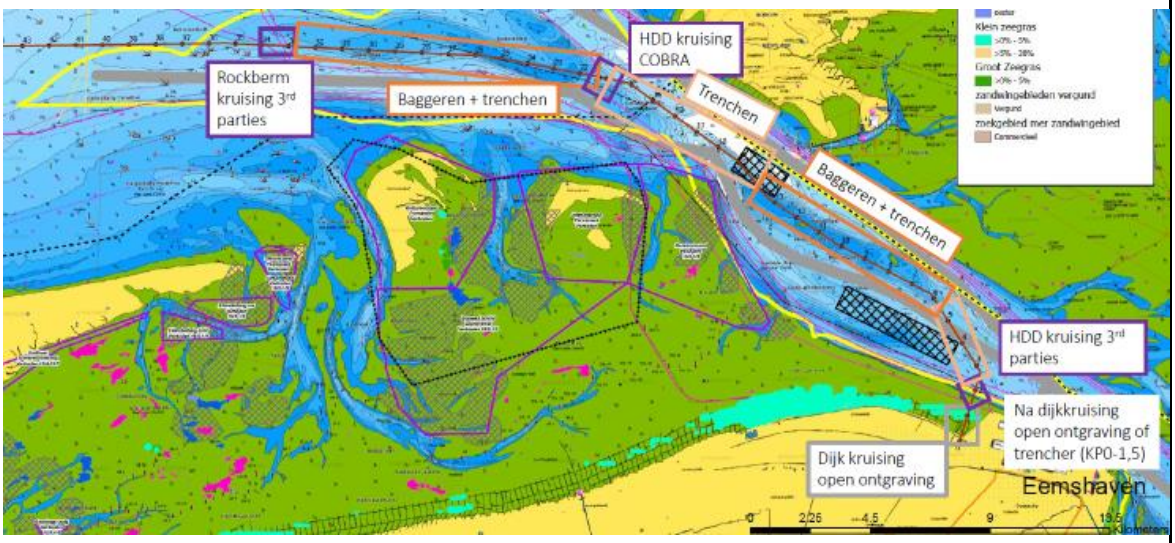
3.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	**Installatiemethode**: <u>Diepe delen</u> Op de delen waar voldoende waterdiepte is kunnen de kabelsystemen worden geïnstalleerd op de gebruikelijke wijze zoals ook kabels in de offshore sectie worden geïnstalleerd. Men gebruikt hiervoor een kabellegschip met een carrousel waarin tientallen kilometers kabel kan worden getransporteerd. De kabel wordt op het zeebed gelegd waarna deze met een tweede schip met een kabeltrencher (kabelbegraafmachine) wordt begraven tot in de morfologisch stabiele laag. Het type begraafmachine is afhankelijk van de lokale condities en aannemer, maar kan bestaan uit een voertuig dat zich onderwater voortbeweegt op rupsbanden of een slede die voortgetrokken wordt door het schip. Er is eveneens een combinatie mogelijk van leggen en begraven door 1 schip. Het begraven gebeurt dan op dezelfde wijze, echter wordt het kabelsysteem dan direct vanaf het schip door de machine geleid en begraven. In dat geval is het ook mogelijk om gebruik te maken van een “vertical injector”, een zwaard dat aan het schip bevestigd is en een sleuf trekt in het zeebed en direct de kabel onder in de sleuf voert. (Er zijn enige varianten, zo gebruikt men waterinjectie of laat men het zwaard vibreren of een combinatie van beiden waardoor het zwaard makkelijker door de grond getrokken kan worden.) <u>Ondiepe delen (zie ook oranje vakken (trenchen + baggeren) in afbeelding 38)</u> Voor de ondiepe delen in het Eems estuarium dient er een toegangskanaal (minimaal 60 meter breed en minimaal 12 meter diep) gebaggerd te worden voor de kabelinstallatieschepen. Vooral de diepgang ten gevolge van het gewicht van de aan te voeren kilometers kabel maakt het dat er veel gebaggerd dient te worden. Wanneer er post-lay burial wordt toegepast is toch het leggen van de kabel maatgevend voor de te baggeren diepte. Vanwege de geringe waterdiepte is het noodzakelijk eerst gebruik te maken van cutterzuigers (snijkopzuiger) voor het creëren van waterdiepte voor hopperzuigers die een grotere baggercapaciteit hebben. M.b.t. het schip wordt uitgegaan van een groot kabellegschip zoals de CLV Leonardo Da Vinci of de CLV NKT Victoria. Een ankerspread veroorzaakt te veel hinder voor de scheepvaart gedurende enkele dagen tot weken, er wordt daarom uitgegaan van een schip met dynamic positioning. Op het deel nabij de aanlanding moet eerst de bestaande infrastructuur (NorNed, COBRA en Gemini) gekruist worden. Dit kan middels een HDD van de droogvallende Wadplaat naar het navigatiegebied zoals weergegeven op afbeelding 37 (een soort gelijke activiteit vindt plaats in de paarse cirkel op afbeelding 38). De kabels kunnen door de HDD naar land getrokken worden en middels een open ontgraving of met gebruik van een Wadtrencher begraven worden (zie grijs vak in afbeelding 38). De kabels kunnen in een open ontgraving in de dijk gelegd worden. De dijk op deze locatie is geen primaire zeekering.

Aspect	Criteria



Afbeelding 37. Boren vanaf de wadplaat richting het navigatiegebied.



Afbeelding 38. Nearshore route Meeuwenstaart (deel 1)

<table>
<tr><th>Aspect</th><th>Criteria</th></tr>
<tr><td></td><td>Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden (en navigatiegebied)):
Geen bekende beperkingen op basis van ecologische gronden.
Er is nog geen toestemming vanuit GDWS om kabelsystemen te installeren in de vaargebieden van het EDV gebied.</td></tr>
<tr><td></td><td>Aanvoer materieel en materiaal:
Kabel kan worden aangevoerd via de Eems.</td></tr>
<tr><td></td><td>Begraafdiepte
Er dient te worden voldaan aan de eisen vanuit de Waterwetvergunning en daarom wordt bury-and-forget toegepast. Begraafdiepte is daarom afhankelijk van het niet mobiele zeebed.</td></tr>
<tr><td></td><td>Duur en moment (getij) van werkzaamheden
Op delen met weinig waterdiepte worden de werkzaamheden beperkt door het getij, dit zorgt voor een reductie van werkbare uren m.n. voor het baggeren.</td></tr>
<tr><td>Baggeren</td><td>Baggermethode:
Het gebied is morfologisch zeer dynamisch (zie oranje vakken in afbeelding 38) en sommige delen zijn erg ondiep.

Er is zeer grote kans op blootspoeling waardoor kabels in de (diepe) stabiele laag moeten worden begraven. Hierdoor ontstaan grote baggerhoeveelheden.

Alleen al voor de aanvoer van materiaal en materieel is een baggervolume nodig van 7,8 miljoen m^3. Een toegangskanaal dient namelijk te worden gebaggerd in de ondiepe delen om de kabelsystemen te plaatse te krijgen. Om de kabelsystemen in het stabiele zeebed te kunnen installeren in deze morfologisch zeer dynamische omgeving (op sommige plekken meer dan 10 meter verschil in waterdiepte per jaar), moet er ook gebaggerd worden.

Dit zullen grote baggerhoeveelheden zijn, op basis van de eerste grove berekeningen door te kijken naar het huidige zeebed, het historisch laagste zeebed en het baggerprofiel dat gemaakt moet worden in dit gebied waar hoge stroomsnelheden zijn. Door deze hoge stroomsnelheden zullen de gemaakte profielen eveneens snel aanzanden en is er daarnaast het risico op een storm die tijdens de aanlegperiode het werk teniet doet zodat men weer opnieuw kan beginnen.

De ingeschatte initiële baggervolumes zullen 20 miljoen m^3 zijn (meer dan bij COBRA en/of Gemini) voor een enkele verbinding, waardoor er – gebaseerd op eerder projecten - wel sprake van kan zijn van significante negatieve ecologische effecten. Dit moet echter door een MER-bureau uitgezocht worden.
De baggervolumes zijn dusdanig dat het onwaarschijnlijk is een geul te kunnen baggeren (dit bedraagt meerdere jaren werk) die lang genoeg op diepte blijft om een kabelsysteem te kunnen installeren. Dit betekent dat de geul meerdere jaren open moet blijven door onderhoudsbaggerwerkzaamheden. Daarnaast creëert men met deze geul een nieuwe getijdegeul die het gehele morfologische systeem en de vaargeul kan beïnvloeden. Dit moet echter door een MER-bureau uitgezocht worden.

Hieronder volgt een inschatting van de baggerhoeveelheden op verschillende delen van de route:

<table>
<tr><td>KP 3.2 - 4.2</td><td>1,2 miljoen m^3</td></tr>
<tr><td>KP 5.5 – 10</td><td>4,1 miljoen m^3</td></tr>
<tr><td>KP 10 – 20</td><td>4,6 miljoen m^3</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Aspect</th><th>Criteria</th></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>KP21 – 26</td><td>4,6 miljoen m³</td></tr>
<tr><td>KP26 – 30</td><td>2,8 miljoen m³</td></tr>
<tr><td>KP30 – 38</td><td>2,8 miljoen m³</td></tr>
</table>
Alternatieve aanlegmethoden (zoals bijv. rijdend materieel) zijn hier niet van toepassing omdat daarmee niet de gewenste diepte wordt behaald voor het uitgangspunt ‘Bury and Forget’. Voor de argumenten ten grondslag hieraan, zie hoofdstuk 2.1.

Duur en moment (getij) van werkzaamheden
Op de delen waar weinig waterdiepte is wordt de uitvoering beperkt door het getij.
Aanleg van één kabelsysteem met in achtneming van de baggervolumes zal niet in één jaar uitgevoerd kunnen worden.

Verspreidingslocatie
Naast gebaggerde geul. Extra transport wordt niet voorzien.

Verspreidingsmethode
Op en nabij de gebaggerde geul verspreiden middels bodemdeuren.

Afmetingen van de gebaggerde geul
In verband met hoge stroomsnelheden en golven is voor de geul een talud van 1:7 en op delen met een hoge morfologische activiteit 1:10 aannemelijk. Voor afmetingen zie hoofdstuk 2.1.1.

M.b.t. geuldimensies, waarbij het uitgangspunt de breedte van het schip is en 15 meter aan beide zijde om te kunnen manoeuvreren, is een eerste inschatting 60 meter op de bodem van de gebaggerde geul.</td></tr>
<tr><td>Veiligheid</td><td>
Kruisingen:
Complexe kruisingen met bestaande kabels, ankergebieden en overige scheepvaartgebieden.
Er moet een aantal complexe kruisingen worden uitgevoerd met bestaande kabels (bijv. COBRA-, NorNed- en Geminikabels).

De Geminikabels en NorNed op zee kunnen middels een conventionele kruising worden uitgevoerd.

Bij kruising met COBRA-kabel op diep water is een boring (HDD), zie paars vak in afbeelding 38, noodzakelijk om te voldoen aan de Waterwetvergunning. COBRA-kabel ligt al op -19m LAT, hier moet ruim onderdoor worden geboord en zijn er een tweetal Jack Up barges nodig voor deze ‘van zee naar zee-boring’. Complicerende factor is dat dit naast de vaargeul plaats moet vinden. De ruimte voor kruising werkzaamheden (bijv. Jack-up barge (hefponton)) in combinatie met baggeren is beperkt in dit morfologisch dynamisch gebied. Bestaande infrastructuur (kabels) moet onderdoor gekruist worden. Dit moet met een complexe HDD boring. Nabij het intredepunt van de HDD moet er een Omega joint (lus van minimaal 25 meter) gemaakt worden om de ingetrokken kabel te verbinden met de rest van de aan te leggen kabel. Hierdoor is de aanleg van meerdere kabelsystemen niet mogelijk (onvoldoende fysieke ruimte in het horizontale vlak). Voor de 2 GW bundel zijn meer Omega lussen nodig. Hier zijn namelijk per 2 GW twee HDD’s nodig, met elk een Omega lus.

Op het deel nabij de aanlanding moet eerst de bestaande infrastructuur (NorNed, COBRA en Gemini) gekruist worden. Dit kan middels een HDD van de droogvallende Wadplaat naar het navigatiegebied. De kabels kunnen door de HDD naar land getrokken worden en middels een open ontgraving of met gebruik van een Wadtrencher begraven worden.
De kabels kunnen in een open ontgraving in de dijk gelegd worden. De dijk op deze locatie is geen</td></tr>
</table>

Aspect	Criteria
	primaire zeekering (zie grijs vak op afbeelding 38).
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen): Een aantal gebieden zijn morfologisch dynamisch waardoor risico op blootspoelen speelt. Blootspoelende kabelsystemen zijn niet alleen een risico voor de kabeleigenaar, maar ook voor de visserij en scheepvaart. Daarnaast is de scheepvaartveiligheid tijdens installatie een belangrijk onderwerp en dient men te zorgen dat de werkzaamheden zo kort mogelijk duren en het beïnvloede oppervlak zo klein mogelijk is, om het risico voor personeel en materieel zo veel mogelijk te beperken. Voor aanleg / onderhoud van kabels is toestemming van GDWS noodzakelijk. Zij zijn verantwoordelijk voor de scheepvaartveiligheid. Of deze toestemming komt, wanneer (planningsrisico) en onder welke voorwaarden (denk aan toegestane hunder voor scheepvaart) is nog onduidelijk.
Onderhoud en reparatie	**Methode:** Massflow. Hierbij wordt de bodem vloeibaar gemaakt door het inspuiten van water onder hoge druk. De kabel(s) zakken door hun gewicht naar een diepere ligging. Daarnaast kan gebruik gemaakt worden van suppletie (zand storten op bloot gespoelde kabels).
	Duur en moment van werkzaamheden: Door een installatiemethode te kiezen die zorgt dat de systemen in het stabiele zeebed liggen, kan men voorkomen dat men moet herbegraven. Wanneer een systeem faalt van binnenuit, dient de locatie direct toegankelijk te zijn om de verbinding te repareren en de levering van duurzame energie te verzorgen. Reparatietijd is afhankelijk waterdiepte, begraafdiepte, getij en weersomstandigheden.

3.3 Optimalisatie route

Kruising met COBRA kabel moet nader beschouwd worden. Hier kan nog wat geoptimaliseerd worden. Het aanlegprincipe en de complexiteit blijft echter gelijk (boring).

3.4 Verwachte capaciteit per route

Er is technisch gezien slechts een verwachte maximale ruimte voor 2x 2GW bundel of voor de 700 MW kabels. Aanleggen van alle circuits voor 4,7 GW is niet mogelijk.

3.5 Conclusie

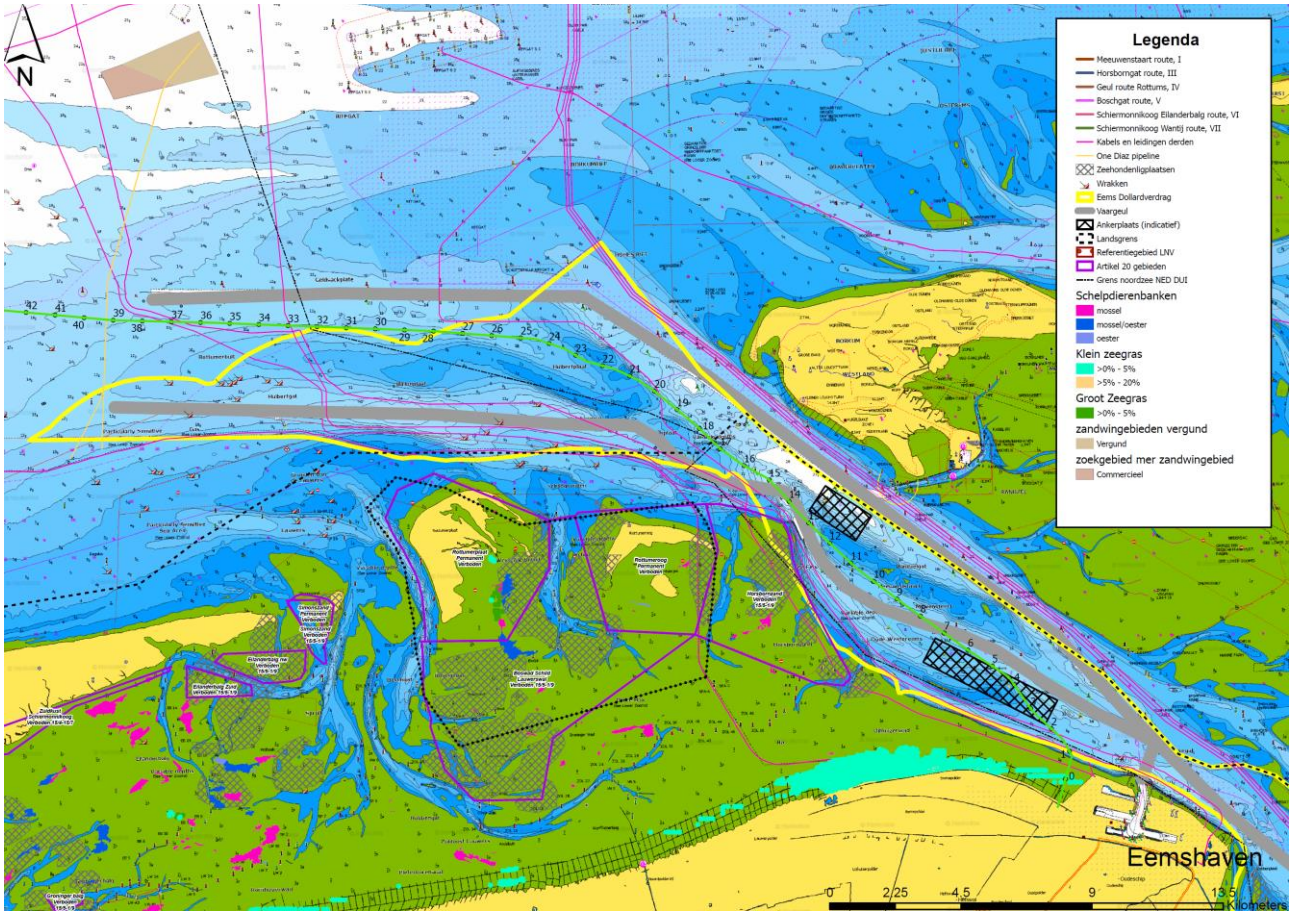
TenneT acht de risico's voorafgaand aan de aanleg, bijv. het tijdig verkrijgen van toestemming voor het kruisen van bestaande infrastructuur en aanleg in het gebied door Duitsland (GDWS), te groot. Hetzelfde geldt voor de aanlegfase, langdurig intensief baggeren en de te verwachte effecten (omvang nader te bepalen door MER-bureau) op de morfologie en ecologie, te groot.
Het advies van TenneT is daarom om deze route af te laten vallen.

4. Factsheet route II Oude Westereemsroute

4.1 Inleiding

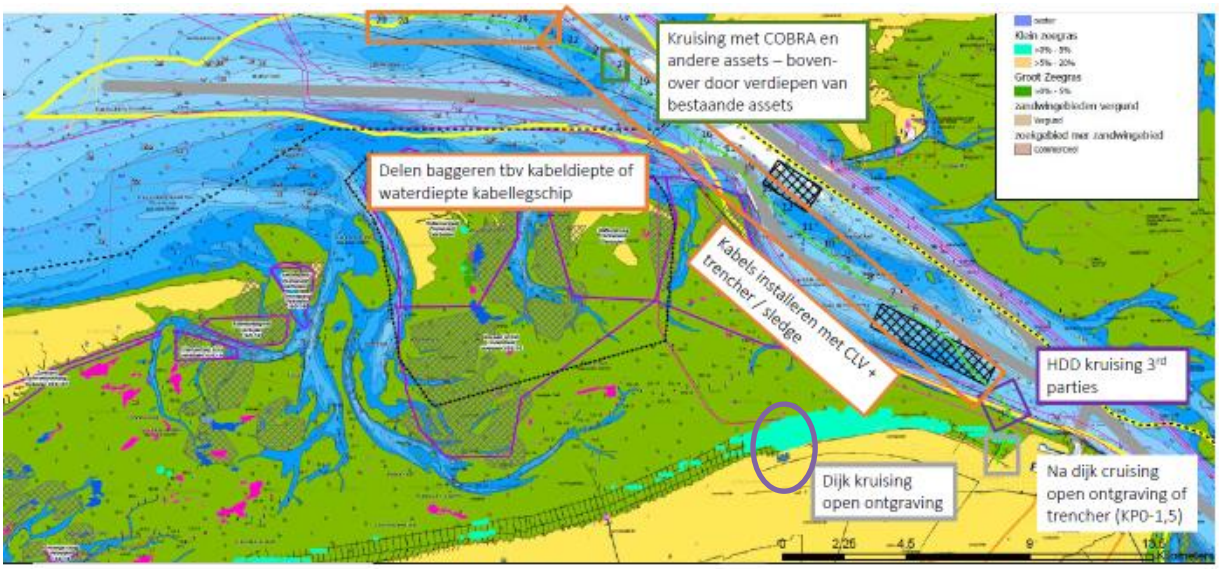
Aanleiding voor de Oude Westereemsroute is het volgen van stabiele diepe delen in het Eemsestuarium. De route *Oude Westereems* kruist (vanuit Noordzee geredeneerd) vanaf de 6 zeemijlgrens de Gemini- en NorNed-kabels ten noorden van Schiermonnikoog om vervolgens iets ten zuiden van de route I Meeuwenstaart in zuidelijke richting te vervolgen en in zuidoostelijke richting het Duitse eiland Borkum.

De COBRA-kabel en de zuidelijke scheepvaartroute worden ten noordoosten van Rottumeroog gekruist. Ter hoogte van de Huibertplaat buigt de route af naar de Eemsmonding. Hierna loopt de route door de Oude Westereems richting de Eemshaven. Hierbij wordt het Eems-Dollard verdragsgebied doorkruist. Tenslotte landt de route aan bij de zeedijk nabij de Westlob.. De landroute loopt om de Eemshaven heen om – via deels aanwezige en deels nieuw te bouwen stations - aan te sluiten op het hoogspanningsnet.



Afbeelding 39. Overzichtskaart | Oude Westereemsroute

4.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	**Installatiemethode**: Diepe delen: Er is voldoende waterdiepte om de kabelsystemen te installeren op de gebruikelijke wijze zoals ook kabels in de offshore sectie worden geïnstalleerd. Dit betekent toepassing van een kabelinstallatieschip (transport kabel) evt in combinatie met een begraafmachine voor het in de stabiele bodemlaag aanbrengen van de kabels. En relatief lange kabellengtes (weinig verbindingsmoffen). Ondiepe delen: Op het deel nabij de aanlanding moet eerst de bestaande infrastructuur (NorNed, COBRA en Gemini (Buitengaats en ZeeEnergie)) gekruist worden. Dit kan middels een HDD van de droogvallende Wadplaat naar het navigatiegebied (zie ook afbeelding 40). De kabels kunnen door de HDD naar land getrokken worden en middels een open ontgraving of met gebruik van een Wadtrencher begraven worden. De kabels kunnen in een open ontgraving in de dijk gelegd worden. De dijk op deze locatie (zie grijs vak in afbeelding 40) is geen primaire zeekering.  Afbeelding 40. Nearshore route Oude Westereems (deel I)
	Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden): Geen bekende beperkingen op basis van ecologische gronden. Er is nog geen toestemming vanuit GDWS om kabelsystemen te installeren in de vaargebieden van het EDV gebied.
	Aanvoer materieel en materiaal: Over de Eems op een zeegaand kabelinstallatieschip.
	Begraafdiepte De route is zo gekozen dat de kabelsystemen in de historisch diepste delen van het gebied liggen waardoor de begraafinspanning om de kabels in de stabiele ondergrond te leggen minimaal is. Over grote delen minder dan 5 meter en op een aantal delen dieper, maar uitvoerbaar met een begraafmachine van voorgaande projecten als Borssele, HKZ en HKN.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden De installatie is vrijwel getijonafhankelijk

Aspect	Criteria
Baggeren	**Baggermethode** Er zijn minimale baggerwerkzaamheden (ca. 4 miljoen m^3 per kabelsysteem) nodig omdat er ten tijde van installatie er wellicht een aantal locaties zijn die meer verzand zijn dan ten tijde van het routeontwerp aangenomen waardoor er een laag weggehaald dient te worden alvorens te kunnen begraven met een kabel begraafmachine zoals gebruikt is op projecten als Borssele, Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord. Hiervoor is pas een concrete inschatting te maken op basis van surveys vlak voor uitvoering. Echter er is niet overal voldoende waterdiepte voor een dergelijk zeegaand installatieschip. Er moet op een aantal locaties een geul gebaggerd worden. Door deze baggerwerkzaamheden vervalt de baggerhoeveelheid voor de kabelinstallatie. De totale hoeveelheid baggervolume is ca. 4 miljoen m^3.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Relatief korte duur doordat er voldoende waterdiepte is voor relatief groot materieel. Dit kan binnen een seizoen worden verwijderd.
	Verspreidingslocatie Op en nabij de gebaggerde locatie. Geen transport naar verder gelegen baggerstortplaats.
	Verspreidingsmethode Op en nabij door middel van bodemdeuren.
	Afmetingen van geul Talud 1:7 (zie voor afmetingen hoofdstuk 2.1.1) M.b.t. geul dimensies, waarbij het uitgangspunt de breedte van het schip is en 15 meter aan beide zijde om te kunnen manoeuvreren, is een eerste inschatting 60 meter op de bodem van de gebaggerde geul.
Veiligheid	**Kruisingen** Kruisingen van COBRA, NorNed en Gemini in morfologisch stabielere gebieden. Uitgangspunt is deze infrastructuur te verdiepen waardoor de toekomstige kabels boven over kunnen kruisen en de kruisingsbouwwerken tot een minimum beperkt kunnen worden. Wanneer dit niet wordt toegestaan zullen er standaard kruisingsbouwwerken met een stenen berm worden gemaakt. Nabij het aanlandingspunt dienen de bovengenoemde kabels gekruist te worden middels een HDD van de Wadplaat naar het navigatiegebied. De kabels kunnen doorgetrokken worden tot op de dijk waarna ze in een open ontgravingen kunnen worden geïnstalleerd of middels een Wadtrencher.
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) Door de kabelsystemen in de stabiele ondergrond te leggen is het risico op blootspoeling beperkt. De aanlegduur is relatief kort doordat er met relatief groot materieel gewerkt kan worden en de risico's op weersverlet zijn daardoor gering. Hinder van scheepvaart en bijhorende scheepvaartveiligheid is daarmee ook minder groot.
Onderhoud en reparatie	**Methode**: Massflow. Hierbij wordt de bodem vloeibaar gemaakt door het inspuiten van grote volumes water. De kabel(s) zakken door hun gewicht naar een diepere ligging. Daarnaast kan gebruik gemaakt worden van zand suppletie op de delen waar de dekking onvoldoende is.
	Duur en moment van werkzaamheden: Geen restricties vanuit ecologie aannemelijk (nader te bepalen door MER-bureau). Afhankelijk van locatie en migratie van het zeebed is de duur afhankelijk van de te verwijderen hoeveelheid bodemmateriaal. Er is nog niet bekend of er vanuit GDWS aanvullende voorwaarden komen voor werken in het EDV gebied.

4.3 Optimalisatie route

Route II Oude Westereemsroute is samen met Waterproof [PAWOZ-OFS-060202-ENG-REP-WTP-0001-00 - Optimal OWF export cable route alternatives towards Eemshaven] uitgebreid beoordeeld.
De optimalisaties zijn op de meegeleverde kaart aangebracht.

4.4 Verwachte capaciteit per route

Maximaal 5 kabelsystemen gebaseerd op de huidige route en morfologische studie. (2x voor 700MW + 3x 2GW *of* 5x2GW).

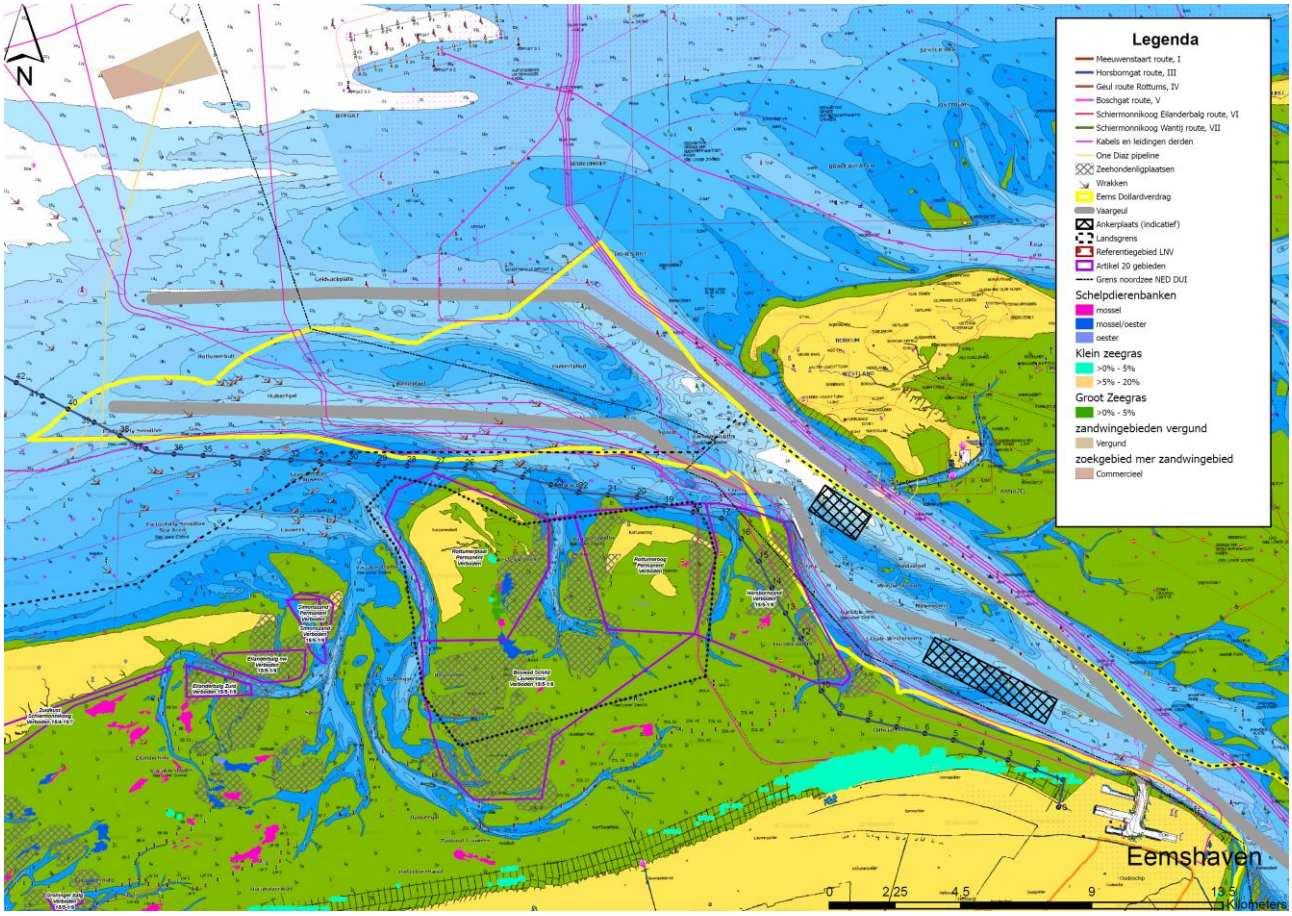
4.5 Conclusie

Advies is om deze route verder te onderzoeken.

5. Factsheet route III Horsborngat route

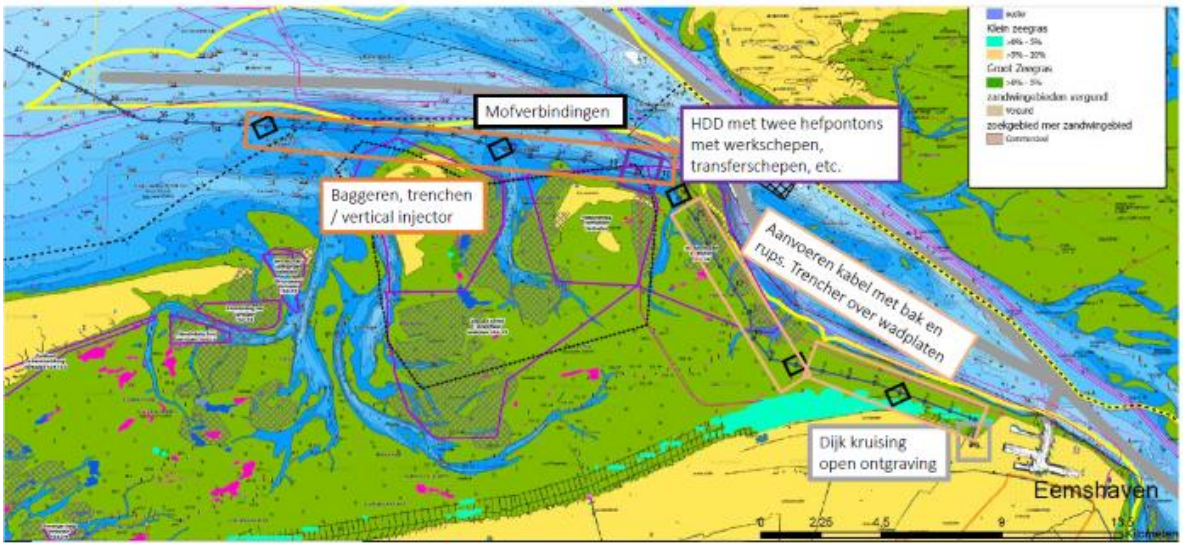
5.1 Inleiding

De route *Horsborngat* loopt vanaf de 6 zeemijlgrens in zuidoostelijke richting. En kruist het EDV-gebied voor een klein deel. Nadat de route de NGT gasleiding gekruist heeft, loopt hij in oostelijke richting naar het Duitse eiland Borkum. De route loopt ten zuiden van het Horsborngat en langs de noordelijke grens van het referentiegebied boven Rottumeroog en Rottumerplaat. De route kruist opnieuw de NGT gasleiding waarna een hoek van het referentiegebied over een afstand van ongeveer 1 tot 2 kilometer doorkruist wordt. Hierna buigt de route af richting de Eemshaven waarna de route parallel aan de westelijke kant van de Gemini kabels loopt.
De route loopt nabij het Eems-Dollard verdragsgebied op het Horsbornzand. Tenslotte landt de route aan bij de zeedijk nabij de Westlob. De landroute loopt om de Eemshaven heen om – via deels aanwezige en deels nieuw te bouwen stations - aan te sluiten op het hoogspanningsnet.



Afbeelding 41. Overzichtskaart | Horsborngat route

5.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	**Installatiemethode** Ondergrond is stabiel en het meest compact t.o.v. routes IV en V. Met uitzondering vanaf de ingang van het Sparregat. Vanaf dit punt is het gebied morfologisch heel dynamisch. De werkzaamheden zijn zeer afhankelijk van het meteorologische omstandigheden, stroming en golven. Gezien de zeer geringe waterdiepte en de grote morfologische dynamiek kan er alleen gebruik gemaakt worden van klein materieel dat gevoelig is voor weersverlet.  Afbeelding 42. Nearshore route Horsborngat (deel 1) Een zeer complexe kruising met de NGT leiding (zie paars vak in afbeelding 42). Het uittredepunt van de boring moet naar een stabiel punt in het zeebed, aan beide kanten van de boring moet een put worden aangelegd op diepte. De vraag is of deze in een zeer morfologisch dynamisch gebied mogelijk is (zie ook hieronder 'kruisingen'). Kans is zeer klein. Gebied is niet homogeen, waardoor minimaal twee verschillende installatietechnieken noodzakelijk zijn (Wadtrencher en ponton met Vertical Injector). Een mofverbinding is nodig tussen de verschillende gebieden/installatietechnieken. Op het overgangsgebied van ondiep naar diep moet de mof in een open ontgraving naar een diepte worden gebracht die stabiel is. Daar zitten grote onderhoudsrisico's aan vast. De locatie van de mofverbindingen zijn als zwarte vakken aangegeven in bovenstaande afbeelding (42). De overgang tussen deze gebieden waar de kabellengtes met elkaar verbonden dienen te worden zijn zeer complex. Zeker omdat er op verschillende locaties gewerkt dient te worden binnen de tijden waarin een gebied is opengesteld (zie hieronder 'beperkingen'). Bovendien dient er ook rekening te worden gehouden met factoren zoals het weer, die de beschikbare werkdagen nog verder beperken. Het is zeer de vraag of er voldoende tijd is om één verbinding langs deze route aan te leggen. Op het deel nabij de aanlanding moet eerst de kwelder gekruist worden, voordat de primaire zeekering kan worden gekruist. Dit kan middels een HDD van de droogvallende Wadplaat naar het deel achter de dijk. De kabels kunnen door de HDD naar land getrokken worden.

Aspect	Criteria
	Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden): Tussen 15 mei en 1 september: tijdelijk gesloten gebied. Dit heeft negatieve impact op de doorlooptijd van de werkzaamheden. In het aansluitende seizoen (vanaf oktober tot maart) is de kans op slecht weer aanzienlijk groter. Dit leidt tot veiligheidsrisico's, langere aanlegtijd (werk afbreken ivm weer) en hogere kosten. Gebied ten noorden van LNV referentiegebied van 1-nov tot 1-april: geen bodemberoerende activiteiten (baggeren of kabel begraven). De HDD ligt in een gebied met twee opeenvolgende gebiedsbeperkingen, 15 mei - 1 september en 1 november – 1 april. Het uitvoeren van de HDD (incl. opstellen op locatie) duurt circa 3 maanden. Het tijdslot dat overblijft i.r.t. alle periodes van de gesloten gebieden is dus te klein en daarmee te risicovol. De HDD wordt uitgevoerd op de rand van een gesloten gebied en valt het binnen het referentiegebied. De maximale lengte van een HDD maakt het dat er op de grens van het gesloten gebied gewerkt dient te worden. Logistiek dient plaats te vinden op delen waar voldoende waterdiepte is. Het is zeer wel mogelijk dat er alleen via het gesloten gebied toegang te krijgen is tot de boorlocatie. Deze complicerende factoren zorgen voor onuitvoerbare kabelinstallatie. Daarnaast gaat de route voor een klein deel door een permanent gesloten gebied. Werkzaamheden kunnen hier dus niet worden uitgevoerd (zie ook toelichting onder hoofdstuk 2.1). Een routeoptimalisatie is hier ook niet mogelijk, gezien de morfologische en ecologische beperkingen en infrastructuur van derden. Buiten het feit dat de route er doorheen gepland is, moet men ook rekening houden met de arbeidsintensieve boorwerkzaamheden (overlast) net op de rand of in deze (tijdelijk) gesloten gebieden. Grenzend aan een langgerekt zeehondenrust- en zooggebied. Ook buiten het gesloten gebied dient hier rekening mee te worden gehouden. Zeehonden kunnen voorkomen in het werkgebied en werkzaamheden moeten in dat geval stil worden gelegd. Dit heeft forse impact op de doorlooptijden van de werkzaamheden. Voor het kruisen met de zeedijk dient het stormseizoen in acht genomen te worden.
	Aanvoer materieel en materiaal: Kabel kan worden aangevoerd via de Eems en voor een deel rijdend over de Wadplaten waar onvoldoende waterdiepte is om de kabel op locatie te krijgen met een ponton.
	Begraafdiepte Het droogvallende deel tussen vasteland en eiland is stabiel en daardoor is de begraafdiepte relatief gering. Boven de eilanden is het morfologisch zeer dynamisch en dient de begraafdiepte groot te zijn om te zorgen dat de kabelsystemen in een stabiele ondergrond liggen.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden: Bagger- en installatiewerkzaamheden moeten plaatsvinden in een zeer korte periode. Leidt tot risico's m.b.t. werkbare dagen en doorlooptijden. Als de werkzaamheden niet in één keer worden uitgevoerd, leidt dit tot risico's m.b.t. verzanden van de gebaggerde profielen (veel kans op extra baggeren).
Baggeren	**Baggermethode** Baggerwerkzaamheden boven de eilanden (de Rottums) voor: 1) Mofverbindingen 2) verdieping van het zeebed boven de eilanden voor installatie vaartuigen Dit laatste is nodig om de kabelsystemen voldoende diep te kunnen begraven tot in de stabiele ondergrond met een kabelleg en installatieponton. Gezien de zeebed instabiliteit en de grote

Aspect	Criteria
	stroomsnelheden zijn de taluds 1:10 (zie voor afmetingen hoofdstuk 2.1.1) en vanwege de geringe waterdiepte moet er veel bodemmateriaal worden verwijderd. Dit leidt tot lange doorlooptijd en mogelijk rework vanwege dichtstromen van de trench. Het initieel baggervolume is 4 miljoen m3.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Bagger- en installatiewerkzaamheden moeten plaatsvinden in een zeer korte periode. Als de werkzaamheden niet in één keer worden uitgevoerd, leidt dit tot risico's m.b.t. het aanzanden van de gebaggerde profielen (grote kans op opnieuw baggeren = rework). Daarnaast zorgt de tijdelijke gebiedsbeperking ervoor dat er lange periodes niet gewerkt kan worden, hierdoor kan de verzanding nog groter worden. Doordat er slechts klein materieel (bijv geen groot baggerschip) gebruikt kan worden, duren de baggerwerkzaamheden lang (circa 6 maanden, afhankelijk van weersomstandigheden en getij). Bovendien is het materieel ook kwetsbaar voor slecht weer en golven, waardoor de afhankelijkheid van de weersomstandigheden groot is voor de duur van de installatie. Dit leidt tot reële planningsrisico's. Doordat de werkzaamheden buiten de winterperiode plaatsvinden (geen bodemberoering van 1 november t/m 1 april) ontstaat er meer vertroebeling en verstoring in het water.
	Verspreidingslocatie Nabij de gebaggerde geul, omdat het materiaal in het lokale systeem dient te blijven.
	Verspreidingsmethode Middels bodemdeuren van kleine hopperzuiger of sproeiponton wanneer een snijkopzuiger gebruikt moet worden.
	Afmetingen van geul Voldoende breed om een kabelinstallatieponton/schip de kabel te kunnen laten installeren Talud 1:10 zie voor afmetingen hoofdstuk 2.1.1). M.b.t. trench dimensies, waarbij het uitgangspunt de breedte van het schip is en 15 meter aan beide zijde om te kunnen manoeuvreren, is een inschatting 60 meter op de bodem van de gebaggerde trench.
Veiligheid	**Kruisingen** Zeer lange parallelligging en kruising met de NGT-leiding. Hier moet onderdoor geboord worden in een zeer morfologisch dynamisch gebied. Om onder de NGT leiding door te boren is een booropstelling nodig en ontvangstinstallatie (+ doortrekken van een pijp). Hier zal ook een joint komen. In een Natura2000 gebied op de grens met het referentiegebied en in een morfologisch dynamisch gebied waar door de baggeractiviteiten mogelijk beïnvloeding zal zijn op de stabiliteit en ligging van de bestaande infrastructuur zal NGT niet gauw een kruising toestaan. Optimalisaties zijn ook zeer beperkt tot niet mogelijk door de ligging van de overige bestaande infrastructuur (o.a. NorNed). De kruisingen met deze infrastructuur hebben geen voordelen t.o.v. de kruising met de NGT leiding.
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) Risico op blootspoelen van eigen assets, maar vooral van infrastructuur van derden door de grote omvang van de werkzaamheden. Zoals eerder door RWS aangegeven heeft dit absoluut geen voorkeur en moet dit morfologisch dynamisch gebied zoveel mogelijk vermeden worden.

Aspect	Criteria
Onderhoud en reparatie	**Methode** Morfologisch dynamisch gebied waardoor grote kans op blootspoelen. Technisch niet onmogelijk maar impact op onderhoud en reparatie is zeer onwenselijk en kan leiden tot extra ecologische effecten (dit is aan de MER-bureaus te beoordelen). In de overgangsgebieden van diep naar ondiep water dient er rekening gehouden te worden met erosie ten gevolge van het verstoren van het zeebed. Er is een groot risico dat de zeebodem van stabiel naar onstabiel gaat ter hoogte van een mofverbinding. Indien reparatie nodig is in een gebied waar seizoensbeperkingen gelden (bijv geen bodemberoerende activiteiten in de wintermaanden ten noorden van Referentiegebied of toegang ivm zoogseizoen zeehonden) en hiervoor geen toestemming gekregen wordt, is dit een zeer onwenselijk risico tav leveringszekerheid.
	Duur en moment van werkzaamheden Moffen in een (tijdelijk) gesloten gebied, betekent dat deze een deel van het jaar niet bereikbaar zijn. Heeft risico's en impact op beschikbaarheid van de verbinding en is daarom zeer onwenselijk. Daarnaast zal dit hoge maatschappelijke kosten kennen (compensatie van windparkeigenaar + opwek van andere elektriciteit)

Seizoensbeperkingen

Jan	Feb	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
Geen bodemberoerende activiteiten ten noorden van Referentiegebied				Ten noorden van de Ra: Tijdelijk gesloten gebied 15 mei tot 1 sept (zeehonden)						Geen bodemberoerende activiteiten ten noorden van Referentiegebied	
		Broedseizoen (land)									
Stormseizoen (zee en nabij dijk)									Stormseizoen (zee en nabij dijk)		

5.3 Optimalisatie route

Lokaal kleine optimalisatie mogelijk, maar geen significante wijzigingen.

5.4 Verwachte capaciteit per route

Verwachting is geen een kabelsysteem.

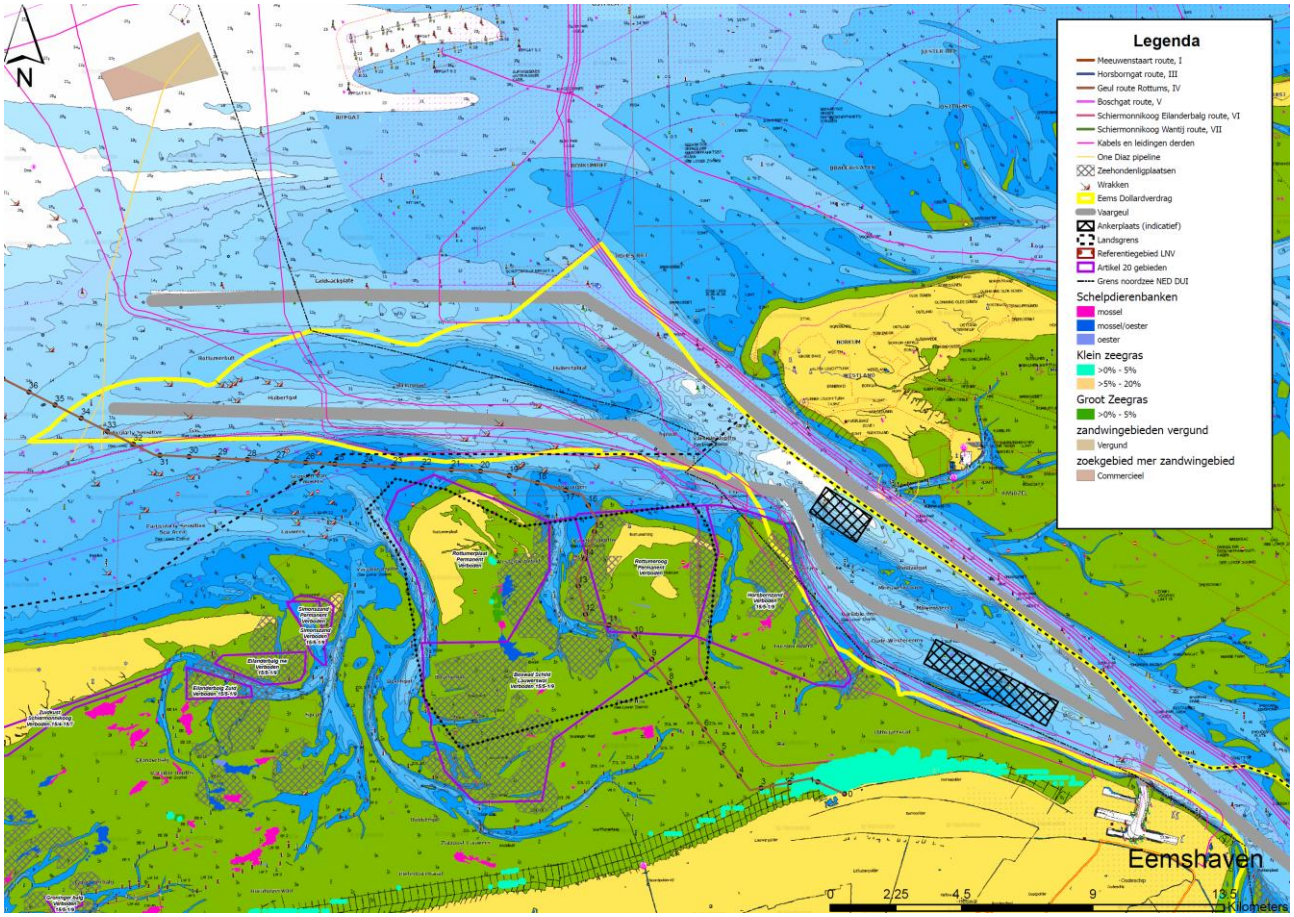
5.5 Conclusie

De benodigde HDD-boring op de rand van de verschillende gesloten gebieden in de Waddenzee en Noordzee Kust Zone met zijn zeer morfologisch dynamisch en ecologisch karakter is uiterst complex en risicovol. Het is niet uitgesloten dat de boor- en intrekwerkzaamheden zullen falen waarna er in een volgend jaar een hernieuwde poging gedaan dient te worden. Bovendien is er onvoldoende tijd beschikbaar om de opeenvolgende activiteiten (bagger- en installatiewerkzaamheden) uit te voeren in de (tijdelijk) gesloten gebieden.
Het advies van TenneT is daarom om deze route af te laten vallen.

6. Factsheet IV Geul route Rottums

6.1 Inleiding

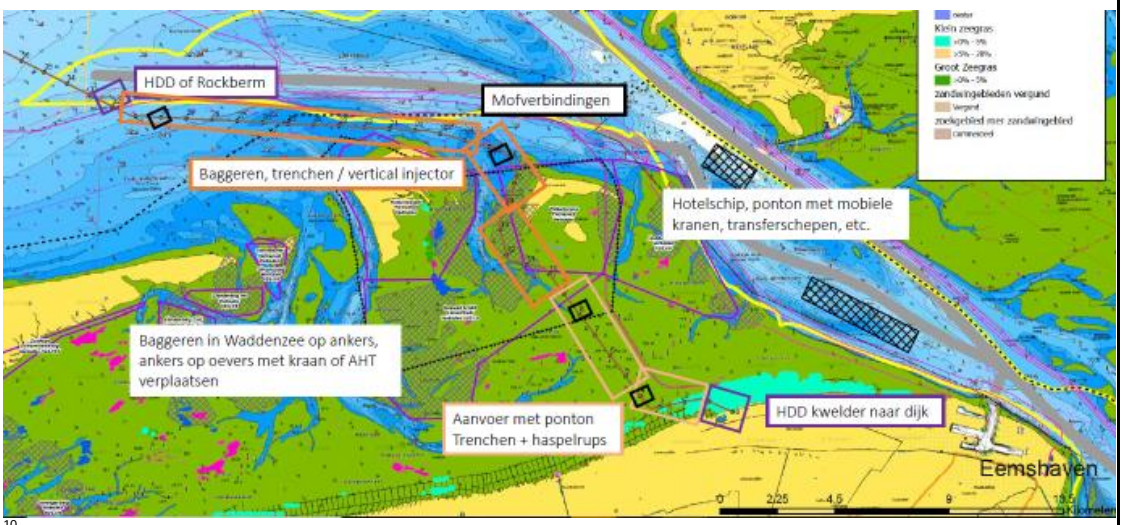
De route *IV Geul tussen Rottums* loopt vanaf de 6 zeemijlgrens in zuidoostelijke richting. Nadat de route de NGT gasleiding gekruist heeft, loopt hij in oostelijke richting naar het Duitse eiland Borkum. Dit deel van de route overlapt met de route *Horsborngat.* Ter hoogte van het referentiegebied boven Rottumerplaat buigt de route af naar de geul tussen Rottumeroog en Rottumerplaat. Via dit geulenstelsel, dat in het referentiegebied ligt, wordt het wantij ten zuiden van Rottumeroog bereikt. Het wantij is het gebied tussen het eiland en de kust waar wel sprake is van eb en vloed maar geen stroming. De route loopt vervolgens over het wantij richting het NGT-station in de buurt van Uithuizen. Zodra de route aan land komt loopt deze door de polder naar de Eemshaven. De landroute loopt om de Eemshaven heen om – via deels aanwezige en deels nieuw te bouwen stations - aan te sluiten op het hoogspanningsnet.



Afbeelding 43. Overzichtskaart | Geul route Rottums

6.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	**Installatiemethode** Gebied is niet homogeen (er is sprake van diep en ondiep water) waardoor verschillende installatietechnieken nodig zijn. Dit leidt tot wisselingen van materieel en het maken van mofverbindingen in overgangsgebieden in open ontgraving tot grote diepte. Er zijn meerdere opvolgende activiteiten nodig om de kabelsystemen te kunnen installeren. Denk aan toegangsgeul maken, aanvoeren kabel, leggen, begraven, maken van verbindingsmoffen en begraven daarvan. T.o.v. route V is route IV korter en behoeft deze minder moffen. Ook kan er meer over het wantij worden aangelegd. Een deel van de moffen kunnen op het wantij worden gemaakt en zijn dus makkelijker (maar niet sneller ivm de gebiedsbeperkingen) aan te leggen dan in een meanderende geul. Zeehondenligplaatsen liggen aan de randen van de geul. Om de installatiepontons veilig te kunnen positioneren zal er gebruik gemaakt dienen te worden van een ankerpatroon. Meerdere ankers zullen meermaals op de oevers van de geul moeten worden neergelegd door AHT's (anchor handling tugs) of mobiele kranen die op de droogvallende platen kunnen rijden. Een andere werkwijze tbv positioneren behoeft meer waterdiepte (groter baggervolume) of meer installatie materieel met grotere geluid en zichtcontouren die voorafgaand aan en na de kabelinstallatie campagne bezig zullen zijn. Er dient een floatel (drijvend hotel) te worden geplaatst voor het personeel. Bij voorspelde weersverslechtering dient er al vroegtijdig te worden geëvacueerd omdat de toegang tot de Waddenzee via de Noordzee dient plaats te vinden. Dit heeft grote gevolgen voor de installatieduur en planning (en kosten). Risico's in de aanlegfase m.b.t. werken in een zeer morfologisch dynamisch gebied en veranderende weersomstandigheden: bij evacuaties moet het personeel het gebied goed en snel kunnen verlaten. Het gebied heeft echter slechts één 'in- en uitgang' voor schepen. Bij weersverslechtering dient er niet alleen rekening gehouden te worden met de omstandigheden op het wad, maar ook ten noorden van de Waddeneilanden i.v.m. de logistieke route van materieel en personeel. Doordat de kabelsystemen niet in één keer kunnen worden aangelegd en er meerdere opvolgende activiteiten zijn is men lang in dit gebied aanwezig (zie ook 'duur van de werkzaamheden'). Vanwege het tijdelijk gesloten gebied en het niet mogen installeren van kabels in de periode van 1 november t/m 1 april boven de eilanden maakt het praktisch niet mogelijk om een verbinding aan te leggen. Daarbij zijn de weersomstandigheden en de golven nog niet meegenomen. Op het deel nabij de aanlanding moet eerst de kwelder gekruist worden, voordat de primaire zeekering kan worden gekruist. Dit kan middels een HDD van de droogvallende Wadplaat naar het deel achter de dijk. De kabels kunnen door de HDD naar land getrokken worden.
	Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden) Geen toegang in de tijdelijk gesloten gebieden ten zuiden en tussen de eilanden tussen 15 mei en 1 september. Tussen 1 november en 1 april ten noorden van de eilanden geen bodemberoerende activiteiten (zoals baggeren en installeren van kabels) toegestaan. Ankers zullen op de oevers in de gesloten gebieden geplaatst dienen te worden (tussen KP9-

Aspect	Criteria
	17). Deze worden met regelmaat weer opgepakt om elders neergelegd te worden (om het ponton te verplaatsen). Voor het kruisen van de zeedijk dient rekening te worden gehouden met het stormseizoen.  [10] Afbeelding 44. Nearshore route Rottums Directe externe werking (ankers) maar ook geluid/licht/aanwezigheid van materieel leidt tot effecten op zeehonden en vogels in het gebied. De mate van impact dient door een MER-bureau onderzocht te worden.
	Aanvoer materieel en materiaal: De aanwezige diepte en breedte van de geul zijn beperkt, er dient te worden gebaggerd/gegraven om een passende route te maken voor kabelinstallatie van een kabelsysteem. Wanneer de baggeractiviteit wordt geminimaliseerd (waardoor de toegang tot het gebied qua diepgang beperkter is), kan er minder kabel in een keer worden meegenomen (ivm diepgang ponton) en heeft dit effect op het aantal mofverbindingen en de totale installatieduur. Daarnaast is er een groot risico dat de nu ingeschatte baggervolumes in de toekomst groter zullen zijn vanwege morfologische dynamiek. Er dient eveneens veel en langdurig gependeld te worden met specialistisch personeel dat niet dagelijks aanwezig is op de installatielocatie en daarmee een extra verstoring veroorzaakt.
	Begraafdiepte: De begraafdiepte van het kabelsysteem tot in de stabiele laag varieert langs de route. Op sommige locaties is het noodzakelijk om eerst nog een deel te baggeren zodat de begraafmachine tot in de stabiele bodem kan komen.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden: Beperkingen van permanent en/of tijdelijk gesloten gebieden en ook de verschillende momenten waarop ze gesloten zijn. Dit i.v.m. de ankers die in deze gebieden moeten liggen en externe werking van de kabelinstallatie in die gebieden. De afstand tot de oever van de geul (rustplaats zeehonden) is namelijk minder dan 1200 meter. Deze leiden tot een grote beperking in de uitvoeringsplanning omdat de

[10] *AHT staat voor Anchor Handling Tug.*

Aspect	Criteria
	werkzaamheden in de gebieden niet op elkaar aansluiten en daarmee is de installatie van een kabelsysteem al niet haalbaar.
Baggeren	**Baggermethode** Graaf- en baggerwerkzaamheden m.n. boven maar ook tussen de eilanden in (zie oranje vakken op afbeelding 44) voor: 1) mofverbindingen 2) verdiepen en verbreden van de geul ten noorden van de eilanden om het ponton op locatie te krijgen en de kabelbegraafmachine de kabel tot in de stabiele ondergrond te installeren. Dit zijn bodemberoerende activiteiten die in beginsel niet zijn toegestaan in het Visserij in Beschermde Gebieden (VIBEG) voor de NZKZ.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Bagger- en installatiewerkzaamheden moeten plaatsvinden in een zeer korte periode. Als de werkzaamheden niet in één keer worden uitgevoerd, leidt dit tot risico's m.b.t. het aanzanding van de baggerwerkzaamheden (veel kans op extra baggervolumes). Ca. 2,3 miljoen m^3 per kabelsysteem (tussen KP17-20 ca 0,5 miljoen m^3 en tussen KP20-25,5 ca 1,8 miljoen m^3) indien de werkzaamheden doorlopend en in een keer uitgevoerd worden, Dit zijn bodemberoerende activiteiten die in beginsel niet zijn toegestaan in het Referentiegebied. Doordat er slechts klein materieel gebruikt kan worden, duren de baggerwerkzaamheden lang (verwachting is circa 3 maanden baggeren, er van uitgaande dat er 24 uur per dag gewerkt wordt). Bovendien is het kleine materieel kwetsbaar voor weer en golven, waardoor de uitvoering sterk afhankelijk is van de weersomstandigheden. Dit betekent dat de werkzaamheden niet volledig uitgevoerd kunnen worden voor een kabelsysteem binnen de toegestane periode. Daarmee is de kans groot dat de baggerwerkzaamheden niet afgerond worden (kans op dichtspoelen/aanzanden). Doordat de werkzaamheden buiten de winterperiode plaatsvinden ontstaat er meer vertroebeling en verstoring in het water.
	Verspreidingslocatie Op en nabij de gebaggerde geul (zie ook hoofdstuk 2.1.1)
	Verspreidingsmethode Op en nabij de geul door middel van een drijvende leiding en een sproeiponton. Materiaal uit Waddenzee in de Waddenzee naast de geul verspreiden en in de Noord Zee Kust Zone in de NZKZ verspreiden naast de geul.
	Afmetingen van gebaggerde geul Het dwarsprofiel van de geul dient voldoende ruimte te bieden aan een kabel installatie ponton en een talud van 1:10 in verband met de morfologische dynamiek. Hierdoor is de geul (aan de onderkant) algauw ruim 60 meter breed (zie voor afmetingen hoofdstuk 2.1.1). Uitgangspunt is de breedte van het schip en 15 meter aan beide zijde om te kunnen manoeuvreren.
Veiligheid	**Kruisingen** Lange parallelligging (op een aantal delen binnen de 500 meter) en kruising met de NGT-leiding het is onzeker of hier toestemming voor verkregen wordt (zie paars vak in afbeelding 44). Hier moet onderdoor geboord worden in een zeer morfologisch dynamisch gebied. Om onder de NGT-leiding door te boren is een booropstelling nodig en ontvangstinstallatie (+ doortrekken van een pijp). Hier zal ook een joint komen.

Aspect	Criteria
	De vraag is of NGT überhaupt toestaat de leiding te kruisen in dit N2000 en morfologisch dynamisch gebied. Routeoptimalisaties zijn hier niet mogelijk (alternatieven komen al snel uit op route 3 of route 5).
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) Risico op blootspoelen van eigen assets, maar vooral van infrastructuur van derden door de grote omvang van de werkzaamheden. Zoals eerder door RWS aangegeven heeft dit absoluut geen voorkeur en moet dit morfologisch dynamisch gebied zoveel mogelijk vermeden worden.
Onderhoud en reparatie	**Methode** Morfologisch dynamisch gebied waardoor grote kans op blootspoelen. Technisch niet onmogelijk maar impact op onderhoud en reparatie is zeer onwenselijk (en kan leiden tot extra ecologische effecten, dit is aan de MER-bureaus te beoordelen). Indien de geul wijzigt na installatie van de kabel waardoor de kabel in het artikel 2.5 gebied terecht komt, is het niet mogelijk om de kabel te repareren tijdens de gesloten periode. Dit is ongewenst ten aanzien van leveringszekerheid (wettelijke taak TenneT).
	Duur en moment van werkzaamheden Moffen in tijdelijk gesloten gebied, betekent dat moffen een deel van het jaar niet bereikbaar zijn. Dit is ten aanzien van beschikbaarheid en leveringszekerheid niet acceptabel. Het is daarnaast maatschappelijk (zowel kosten als langdurige geen duurzame energie opwek) onwenselijk.

Seizoensbeperkingen

Jan	Feb	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
Geen bodemberoerende activiteiten ten noorden van Referentiegebied				15 mei – 1 sept: tijdelijk gesloten gebied tussen de Rottums in het Referentiegebied						Geen bodemberoerende activiteiten ten noorden van Referentiegebied	
		Referentie gebied									
		Broedseizoen (land/kwelders)									
									Stormseizoen (zee en nabij dijk)		

Er blijven nauwelijks 3 maanden over waarin onder minder voorwaarden (nog steeds rekening houdend met Natura 2000 status) gewerkt kan worden.

6.3 Optimalisatie route

Ligging in de geul kan/moet geoptimaliseerd worden, vooral wanneer de geul op een andere locatie ligt. Verder weinig suggesties.

6.4 Verwachte capaciteit per route

Verwachting is geen een kabelsysteem.

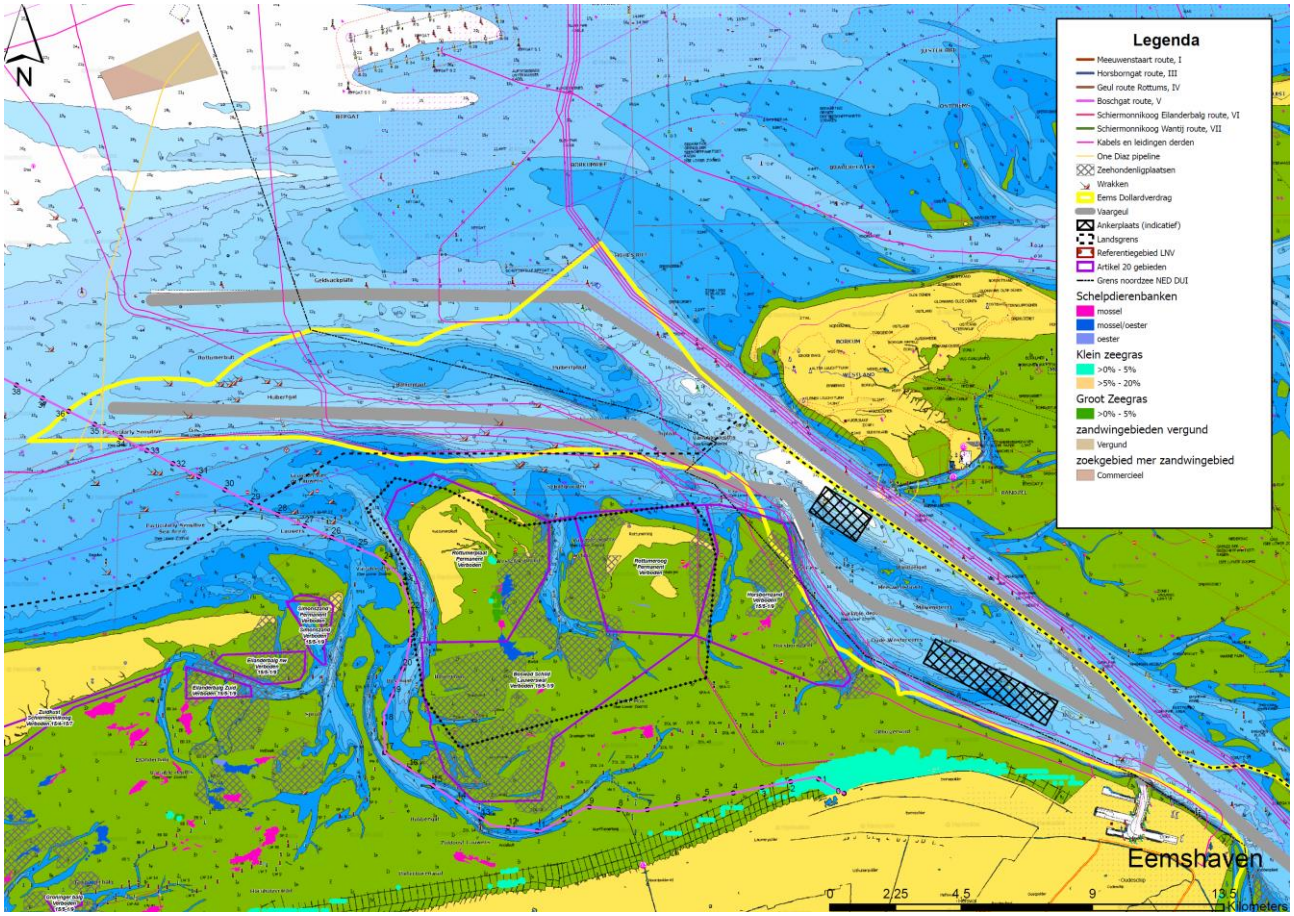
6.5 Conclusie

Gezien het gebied (geul en platen) zijn er meerdere opeenvolgende activiteiten nodig (baggeren, kabel installeren, moffen maken/begraven). Er is onvoldoende tijd beschikbaar voor bagger- en installatiewerkzaamheden in tijdelijk gesloten gebieden. Daarbij is het onmogelijk om te installeren zonder het gesloten gebieden te betreden.
Het advies van TenneT is daarom om deze route af te laten vallen.

7. Factsheet route V Boschgat route

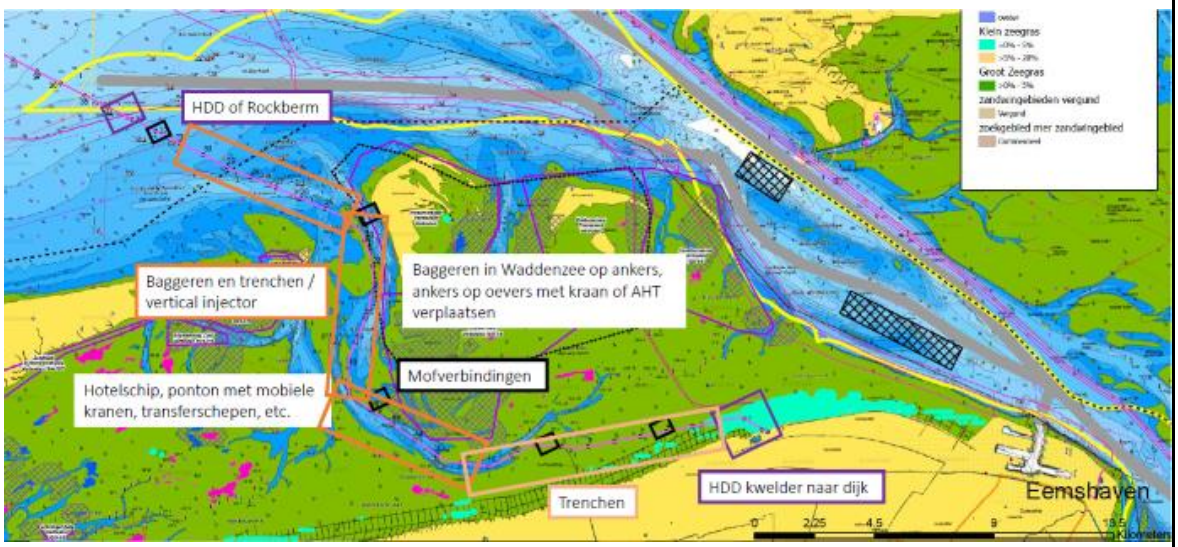
7.1 Inleiding

De route *Boschgat* loopt vanuit de Noordzee geredeneerd vanaf de 6 zeemijlgrens in zuidoostelijke richting. Nadat de route de NGT gasleiding gekruist heeft, loopt hij in zuidoostelijke richting Rottumerplaat. Via de Boschgat geul loopt de route aan de westelijke kant langs het referentiegebied waarna het aansluit op het wantij bij Zuidoost Lauwers.
De route volgt het wantij richting het NGT-station in de buurt van Uithuizen. Zodra de route aan land komt, loopt deze door de polder naar de Eemshaven. De landroute loopt om de Eemshaven heen om – via deels aanwezige en deels nieuw te bouwen stations - aan te sluiten op het hoogspanningsnet.



Afbeelding 45. Overzichtskaart | Boschgat route

7.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	**Installatiemethode** Gebied is niet homogeen (er is sprake van diep en ondiep water), waardoor verschillende installatietechnieken nodig zijn. Dit leidt tot wisselingen van materieel en het maken van mofverbindingen in overgangsgebieden in open ontgraving tot grote diepte (zitten onderhoudsrisico's aan). Er zijn meerdere kabelstukken nodig en dus ook meerdere mofverbindingen. Dit vraagt om twee campagnes voor de installatie (baggeren en kabel installeren) en een derde om de mofverbindingen te maken en begraven. Er zijn meerdere opvolgende activiteiten nodig om de kabelsystemen te kunnen installeren. Denk aan toegangsgeul maken, aanvoeren kabel, leggen, begraven, maken van verbindingsmoffen en begraven daarvan. Het totaal bedraagt 21 kilometer in de Waddenzee, waardoor er gezien de waterdiepte en installatietechniek er 4 à 5 kabelstukken nodig zijn. Omdat deze in een geul liggen moeten deze op diepte worden gebracht. Dit in een morfologisch dynamisch gebied. De doorlooptijden voor de 3 à 4 joints (per kabelsysteem) op het wad bedragen circa 14 dagen per mof per bundel (zie zwarte vakken in afbeelding 46).  Afbeelding 46. Boschgat route (nearshore) Doordat de kabelsystemen niet in één keer kunnen worden aangelegd en er meerdere opvolgende activiteiten zijn is men lang in dit gebied aanwezig (zie ook 'duur van de werkzaamheden'). Daarnaast zijn de werkzaamheden afhankelijk van de weersomstandigheden. Zeehondenligplaatsen liggen aan de randen van de geul. Om de installatiepontons veilig te kunnen positioneren, zullen de ankers ervan in deze gebieden geplaatst moeten worden om de kabels te kunnen installeren. Bij het verplaatsen van het ponton worden de ankers opgetild en verderop neergelegd. Dit veroorzaakt verstoring. Er dient een floatel (drijvend hotel) te worden geplaatst voor het personeel. Bij voorspelde

Aspect	Criteria
	weersverslechtering dient er al vroegtijdig te worden geëvacueerd. Dit heeft grote gevolgen voor de installatieduur en planning (en kosten). Risico's in de aanlegfase m.b.t. werken in een zeer morfologisch dynamisch gebied en veranderende weersomstandigheden: bij evacuaties moet het personeel het gebied goed en snel kunnen verlaten. Het gebied heeft echter slechts één 'in- en uitgang' voor schepen (ter hoogte van KP25). Bij weersverslechtering dient er niet alleen rekening gehouden te worden met de omstandigheden op het wad, maar ook ten noorden van de Waddeneilanden i.v.m. de logistieke route van materieel en personeel. Op het deel nabij de aanlanding moet eerst de kwelder gekruist worden, voordat de primaire zeekering kan worden gekruist. Dit kan middels een HDD van de droogvallende Wadplaat naar het deel achter de dijk. De kabels kunnen door de HDD naar land getrokken worden.
	Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden) De permanent gesloten gebieden worden niet doorkruist, wel dienen ankers op de oevers van de geul te worden geplaatst in dit gebied en datzelfde geldt voor het tijdelijk gesloten gebied (zie ook afbeelding 46). Heeft effect op de zeehonden. De ankers zijn nodig om het installatiemateriaal voort te bewegen / op z'n plaats te houden. De ankers passen niet in de geul zelf en moeten dus op de oevers, dit zijn juist de locaties waar zeehonden liggen. Indien zeehonden te dicht bij komen (1200m) moet het werk stilgelegd worden. Dit is een vrijwel onmogelijke werksituatie. De route kruist het referentiegebied. Voor het kruisen van de zeedijk dient rekening te worden gehouden met het stormseizoen.
	Aanvoer materieel en materiaal: Kabeltransport: lange kabel in meerdere keren aanvoeren richting het wad. Leidt tot een herhaalde toevoer over het wad en daarmee gebiedsbelasting. Er dient eveneens veel en langdurig gependeld te worden met specialistisch personeel dat niet dagelijks aanwezig is op de installatielocatie en daarmee een extra verstoring veroorzaakt.
	Begraafdiepte De begraafdiepte is afhankelijk van morfologie en verschilt dus op verschillende delen van de route.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Beperkingen van permanent en/of tijdelijk gesloten gebieden en ook de verschillende momenten waarop ze gesloten zijn. Dit i.v.m. de ankers die in deze gebieden moeten liggen en externe werking van de kabelinstallatie in die gebieden. De afstand tot de oever van de geul (rustplaats zeehonden) is namelijk minder dan 1200 meter. Deze leiden tot een grote beperking in de uitvoeringsplanning omdat de werkzaamheden in de gebieden niet op elkaar aansluiten en daarmee is de installatie van een kabelsysteem al niet haalbaar. Risico op planning: hoe langer de kabelroute, hoe kleiner de zekerheid dat er langs deze route meerdere kabels in een seizoen kunnen worden aangelegd. Met name de lange lengte en daarmee het aantal mofverbindingen en bijhorende begraafactiviteiten maken het zeer complex om de kabelverbindingen in één seizoen te kunnen installeren.
Baggeren	**Baggermethode** Baggerwerkzaamheden voor: 1) mofverbindingen 2) verdieping van het zeebed Dit laatste is nodig om de kabelsystemen voldoende diep te kunnen begraven tot in de stabiele

Aspect	Criteria
	ondergrond met een kabelleg- en installatieponton. Gezien de instabiliteit en grote stroomsnelheden zijn de taluds 1:10 (zie voor afmetingen hoofdstuk 2.1.1) en vanwege de geringe waterdiepte moet er veel bodemmateriaal worden verwijderd. Voor het aanvoeren van de kabel met een ponton en later de installatie van de kabelsystemen in de geul zullen er baggerwerkzaamheden uitgevoerd moeten worden vanwege de beperkte ruimte (breedte en diepte). De route is geoptimaliseerd naar de huidige bathymetrie en hierdoor ontstaat een groot risico dat het baggervolume bij aanleg in de toekomst vele malen groter is. Er dient een realistische baggerhoeveelheid te worden ingeschat.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Bagger- en installatiewerkzaamheden moeten plaatsvinden in een zeer korte periode. Als de werkzaamheden niet in één keer worden uitgevoerd, leidt dit tot risico's m.b.t. het aanzanding van het gebaggerde profiel en dient het opnieuw te worden uitgevoerd. Ca. 270.000 m^3 baggervolume indien in 1 keer doorgewerkt kan worden (m.n. rond KP26, maar ook in de oranje vakken in afbeelding 46). Doordat er slechts klein materieel gebruikt kan worden, duren de baggerwerkzaamheden relatief lang (circa een maand wanneer er onderbroken kan worden gewerkt). Bovendien is het materieel kwetsbaar voor weer en golven, waardoor de installatie sterk afhankelijk is van de weersomstandigheden.
	Verspreidingslocatie Op en nabij de gebaggerde geul in het N2000 gebied waar dit uit verwijderd is.
	Verspreidingsmethode Op en nabij de gebaggerde geul middels een sproeiponton.
	Afmetingen van trench De geul dient voldoende breed te zijn om via een ponton de kabelsystemen te kunnen installeren. Afhankelijk van de locatie zal het talud variëren ivm de morfologische dynamiek. De breedte (aan de onderkant) van de geul is minimaal 60 meter voor 1 kabelsysteem. Uitgangspunt is de breedte van het schip en 15 meter aan beide zijde om te kunnen manoeuvreren.
Veiligheid	**Kruisingen** Lange parallelligging (op een aantal delen binnen de 500 meter) en kruising met de NGT-leiding het is onzeker of hier toestemming voor verkregen wordt (zie rode cirkel in afbeelding 47). Hier moet onderdoor geboord worden in een zeer morfologisch dynamisch gebied. Om onder de NGT-leiding door te boren is een booropstelling nodig en ontvangstinstallatie (+ doortrekken van een pijp). Hier zal ook een joint komen. De vraag is of NGT überhaupt toestaat de leiding te kruisen in dit N2000 en morfologisch dynamisch gebied. Routeoptimalisaties zijn hier niet mogelijk (alternatieven komen al snel uit op route 4 of route 5).
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) Uitzetten van ankers leidt tot stremmingen (inzet van kleine schepen heeft dus alsnog een grote footprint) en veiligheidsrisico's (bijv. interactie met andere schepen zoals garnalenvissers in dat gebied). Op de gronden van de Lauwers liggen veel scheepswrakken die al dan niet in de zeekaart zijn aangegeven. Mogelijk dat dieper liggende wrakken pas bij de baggerwerkzaamheden gevonden

Aspect	Criteria
	worden. Werkzaamheden moeten in dat geval stil worden gelegd op basis van archeologische gronden.
Onderhoud en reparatie	**Methode** Morfologisch dynamisch gebied waardoor grote kans op blootspoelen. Aantal moffen en een lang tracé hebben grotere kans op benodigd onderhoud en reparatie. Technisch niet onmogelijk maar impact op onderhoud en reparatie is zeer onwenselijk (en kan leiden tot extra ecologische effecten, dit is aan de MER-bureaus te beoordelen). Indien de geul wijzigt na installatie van de kabel waardoor de kabel in het artikel 2.5 gebied terecht komt, is het niet mogelijk om de kabel te repareren tijdens de gesloten periode. Dit is ongewenst ten aanzien van leveringszekerheid (wettelijke taak TenneT).
	Duur en moment van werkzaamheden Bij reparaties zullen wederom effecten optreden ten gevolge van geluid, licht, zicht en aanwezigheid op de nabij gelegen gesloten gebieden.

Seizoensbeperkingen

Jan	Feb	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
1 nov -1 apr Geen bodemberoerende activiteiten ten noorden van Referentiegebied				Nabij tijdelijk (15 mei – 1 sept) gesloten gebied (zeehonden), *kan* beperkingen opleveren						1 nov -1 apr Geen bodemberoerende activiteiten ten noorden van Referentiegebied	
		Broedseizoen (land/kwelders)									
									Stormseizoen (zee en nabij dijk)		

7.3 Optimalisatie route

Optimalisatie (eerder oversteken naar land) heeft nauwelijks meerwaarde doordat het stuk wat daar aan vooraf, over de nearshore, loopt en de effecten die daar al optreden.

7.4 Verwachte capaciteit per route

Wellicht 1 kabelsysteem in de geul met effecten op de gebieden naast de geul.

7.5 Conclusie

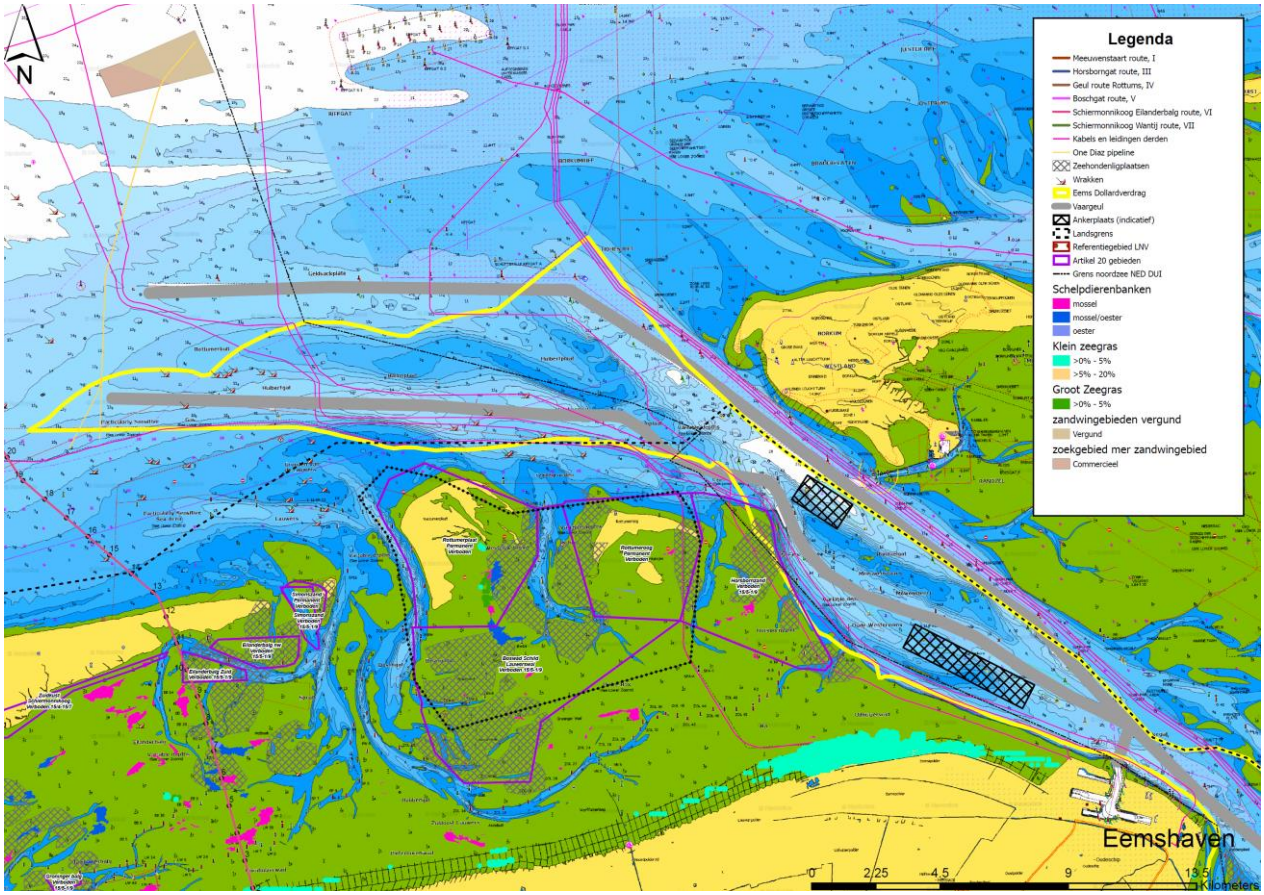
Gezien het gebied (geul en platen) zijn er meerdere opeenvolgende activiteiten nodig (baggeren, kabel installeren, moffen maken/begraven). Er is onvoldoende tijd beschikbaar voor bagger- en installatiewerkzaamheden in tijdelijk gesloten gebieden. Daarbij is het onmogelijk om te installeren zonder het gesloten gebieden te betreden.
Het advies van TenneT is daarom om deze route af te laten vallen.

8. Factsheet route VII Schiermonnikoog wantij route

8.1 Inleiding

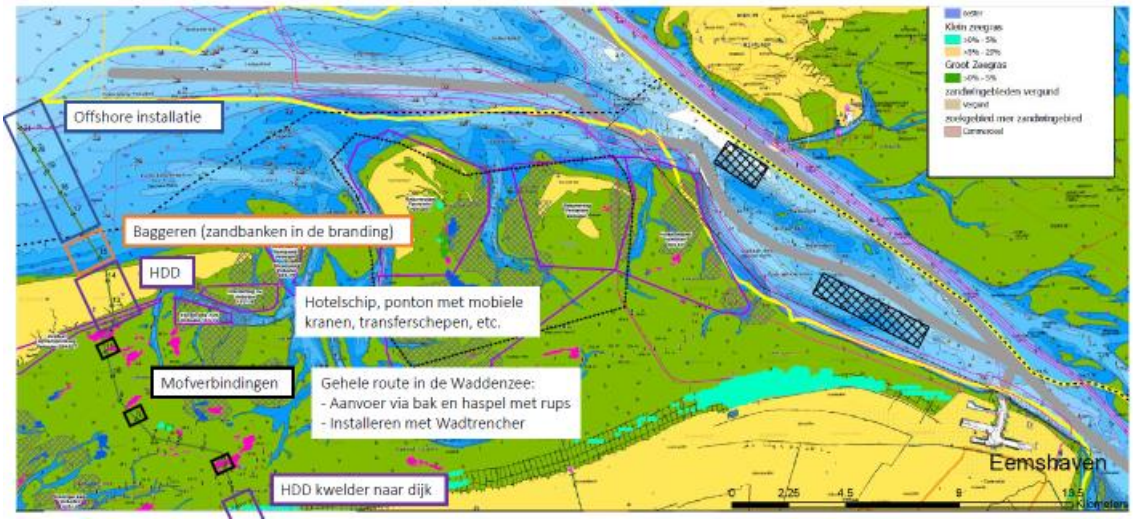
De route *Schiermonnikoog Wantij* loopt vanuit Noordzee geredeneerd vanaf de 6 zeemijlgrens in zuidelijke richting. Nadat de route de NGT gasleiding gekruist heeft, loopt deze in zuidelijke richting naar Schiermonnikoog. De route loopt via een boring onder Schiermonnikoog waarbij het duinenstelsel gekruist wordt. Zodra de route onder het eiland door is sluit hij aan op het wantij ten zuiden van Schiermonnikoog. De route volgt vervolgens het wantij richting Pieterburen waar de route aan land komt. De route gaat over het vasteland via de polder naar de Eemshaven. De landroute loopt om de Eemshaven heen om – via deels aanwezige en deels nieuw te bouwen stations - aan te sluiten op het hoogspanningsnet.

Routeontwikkeling ten tijde van project Ten noorden van de Waddeneilanden (TNW)
Gedurende het project TNW is voor de doorkruising van Schiermonnikoog gekeken naar de variant Eilanderbalg (oostelijk) en de optimalisatie in de vorm van de Wantijroute. Aanvullend is destijds gekeken naar kabelinstallatie op het eiland (ingraven met rijdend materieel) en kabelinstallatie onder het eiland door (HDD oftewel horizontaal gestuurde boringen).
In de NRD van PAWOZ-Eemshaven is uitgegaan van de geoptimaliseerde route: Schiermonnikoog Wantijroute, met boringen onder het eiland door.
Bij deze geoptimaliseerde route is rekening gehouden met bekende locaties van ecologische aandachtsgebieden.



Afbeelding 47. Overzichtskaart | Schiermonnikoog Wantij route

8.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	**Installatiemethode** Het Wantij geeft een homogene omgeving waarin kabelsystemen kunnen worden geïnstalleerd door een en dezelfde methode: een Wadtrencher (rijdend rupsvoertuig). De kabelsystemen worden eerst op het wad gelegd en kunnen vervolgens met een Wadtrencher (d.m.v. zwaard met kettingfrees) worden geïnstalleerd. De kabeleinden worden met verbindingsmoffen verbonden en in een open ontgraving in de stabiele ondergrond gebracht. Het maken van de moffen duurt een 2 weken per stuk en zal in droge omstandigheden moeten plaats vinden (tijdelijke tent op het wad). Op het deel nabij de aanlanding moet eerst de kwelder gekruist worden, voordat de primaire zeekering kan worden gekruist. Dit kan middels een HDD van de droogvallende Wadplaat naar het deel achter de dijk, zie paars vak in onderstaande afbeelding. De kabels kunnen door de HDD naar land getrokken worden.  Afbeelding 48. Nearshore route Schiermonnikoog Wantij route
	Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden) Het tijdelijk gesloten gebied grenzend aan de zuidkant van Schiermonnikoog dat doorkruist dient te worden, gebeurt door middel van een horizontaal gestuurde boring en daarmee is de beperking min of meer gemitigeerd. Kwetsbare habitats als de kwelder en de embryonale duinen op Schiermonnikoog worden eveneens met een horizontaal gestuurde boring omzeilt (zie paars vak op bovenstaande afbeelding 48). Per kabelsysteem is een boring nodig, waarin een bundel van mantelbuizen getrokken wordt. De boringen vergen enkele maanden werk (all-in). Voor het kruisen van de zeedijk dient rekening te worden gehouden met het stormseizoen.
	Aanvoer materieel en materiaal De maximale kabellengten worden bepaald door de waterdiepte waarin het ponton de kabel kan aanvoeren. Ordegrootte is naar verwachting 4-6km per keer. De kabel wordt vervolgens met een haspel op rupsbanden naar de uiteindelijke locatie getransporteerd.

Aspect	Criteria
	De wadtrencher wordt via een ponton aangevoerd en ter plekke opgebouwd. Daarnaast is er meer materieel nodig zoals kleine bootjes en graafmachines.
	Begraafdiepte De begraafdiepte is gering (enkele meters) gezien het stabiele Wantij.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Het aanvoeren van de kabellengten op ondiep water is sterk afhankelijk van het tij en daglicht, ditzelfde geldt voor het installeren van de kabelsystemen met een Wadtrencher. Hierdoor zijn er per dag maar aantal werkbare uren beschikbaar.
Baggeren	**Baggermethode** In de Waddenzee zijn geen baggerwerkzaamheden voorzien. In de Noordzeekustzone dienen een tweetal kleine zandbanken in de branding te worden verwijderd (zie oranje vak in afbeelding 48) Hier kunnen de volumes uit TNW worden aangehouden.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden -
	Verspreidingslocatie De locatie voor het verspreiden dient precies te gebeuren om de verspreiding zo te laten uitvoeren dat het niet de werkzaamheden hindert of effecten geeft op de Waddenzee.
	Verspreidingsmethode Door middel van een verspreidingsponton.
	Afmetingen van trench Alleen aan Noordzeekustzone: per kabelsysteem ca. 30 meter De afmeting van de trench is circa 30 meter breed. Het talud zal naar verwachting steiler kunnen vanwege de stabielere condities in het gebied.
Veiligheid	**Kruisingen** NGT-leiding ligt hier in een minder morfologisch dynamisch gebied (dan bij andere oostelijker routes). Uitgangspunt is onderdoor met behulp van een HDD waarbij 2 jack up barges nodig zijn. De joint is dan tevens de joint die kan worden gebruikt om de offshore sectie met de nearshore sectie te verbinden.
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) De kabel wordt geïnstalleerd in het meest stabiele deel van het zoekgebied en ligt ver buiten het navigatiegebied.
Onderhoud en reparatie	**Methode** Kans op blootspoelen is erg klein bij stabiele ligging op het wantij. Rondom geultjes is wat meer dynamiek. Indien er blootspoeling dreigt kan de kabel opnieuw op diepte gebracht worden door 2 methodes: - Massflow. Hierbij wordt de bodem vloeibaar gemaakt door het inspuiten van water onder hoge druk. De kabel(s) zakken door hun gewicht naar een diepere ligging. - Daarnaast kan gebruik gemaakt worden van suppletie (zand storten op blootgespoelde kabels).
	Duur en moment van werkzaamheden De kabels liggen niet diep in het zeebed begraven en kunnen bij een intern kabel falen relatief makkelijk worden opgegraven en gerepareerd. Hierdoor is de duur voor repareren relatief kortstondig.

Seizoensbeperkingen

Jan	Feb	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
1 nov -1 apr Geen bodemberoerende activiteiten ten noorden van Referentiegebied			Tijdelijk (15 apr – 15 juli) gesloten gebied (kwelder Schier)							1 nov -1 apr Geen bodemberoerende activiteiten ten noorden van Referentiegebied	
		Broedseizoen (land/kwelders)									
									Stormseizoen (zee en nabij dijk)		

8.3 Optimalisatie route

Route is ten tijde van project Ten noorden van de Waddeneilanden reeds technisch geoptimaliseerd. Geen verdere optimalisatie voorzien.

8.4 Verwachte capaciteit per route

Technisch ruimte voor maximaal 4 kabelsystemen (2x voor 700MW + 2x 2GW *of* 4x2GW).
Hierbij zullen mogelijk niet alle ecologische aandachtsgebieden vermeden kunnen worden (gebieden veranderen door de jaren heen).

8.5 Conclusie

TenneT adviseert deze route mee te nemen in onderzoeken.

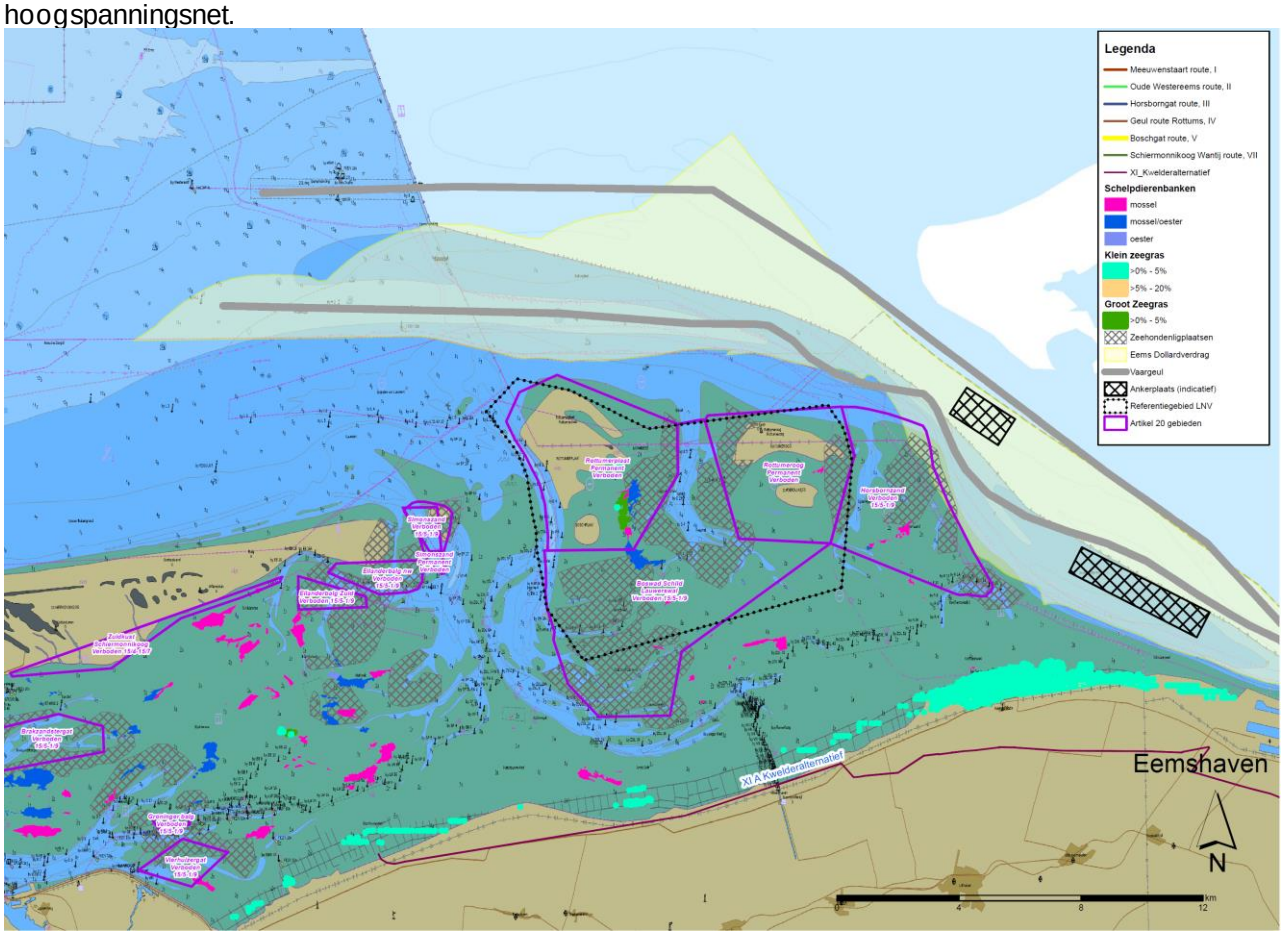
9. Factsheet route XI Dijkalternatief

9.1 Inleiding

Route XI kent een buitendijkse en binnendijkse variant. Beide varianten zijn op 13 december 2022 met het Waterschap Noorderzijlvest besproken (deze route is door hen tijdens de NRD fase ingebracht). Tijdens dat gesprek bleek als snel dat er vanuit het Waterschap Noorderzijlvest onjuiste verwachtingen waren over de noodzakelijke ruimte/tijd die kabelinstallatie vergt. Gezamenlijk is geconcludeerd dat beide varianten (binnen- en buitendijks) niet haalbaar en maakbaar zijn.

De route XI b is een alternatief op route VII. Net als deze route loopt deze route vanuit de Noordzee gezien vanaf de 6 zeemijlgrens in zuidelijke richting. Nadat de route de NGT gasleiding gekruist heeft, loopt hij in zuidelijke richting naar Schiermonnikoog. De route loopt via Schiermonnikoog waarbij het duinenstelsel gekruist wordt. Zodra de route over het eiland is sluit hij aan op het wantij ten zuiden van Schiermonnikoog. De route volgt vervolgens het wantij richting Pieterburen waar de route aan land komt.

Deze route loopt verder parallel aan de zeedijk (tussen Westpolder en Eemshaven), door de beschermingszone van de dijk (zowel binnen- als buitendijks), richting Eemshaven. De landroute loopt om de Eemshaven heen om – via deels aanwezige en deels nieuw te bouwen stations - aan te sluiten op het hoogspanningsnet.



Afbeelding 49. Overzichtskaart | Dijkalternatief

9.2 Buitendijks: Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van de 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	**Installatiemethode**: In dit gebied is sprake van getijdenwerking. Door ondiep water is het niet mogelijk om met pontons te werken zonder grote (permanente) verstoring op de kwelders. In de dijk zelf is onvoldoende fysieke ruimte om – onder toegestane omstandigheden – te graven en installeren.
	Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden): Graven nabij de teen van de dijk alleen mogelijk tijdens hele korte periode in het jaar. Mei t/m juni valt samen met broedseizoen en tussen oktober en mei is het stormseizoen. Dit betekent dat aanleg alleen tussen juli en oktober plaats kan vinden. Totale duur aanleg wordt daarom verspreid over meerdere jaren (tot 2 jaar).
	Aanvoer materieel en materiaal: • Niet mogelijk over het water i.v.m. ondiepe water. Daarnaast is de ondergrond van de kwelders te drassig voor zwaar transport. • De weg op de zeedijk moet altijd toegankelijk zijn voor het Waterschap en mag niet gebruikt worden voor de aanvoer. • De weg op de zeedijk ligt in een helling. Een deel van de dijk zou daarom afgegraven moeten worden om de weg opnieuw aan te leggen. Dit is niet mogelijk/toegestaan. • Daarnaast is het ook de vraag hoe de dijk over te steken (van binnendijks naar buitendijks) met het materieel/materiaal. • Het transport over land vraagt om veel zware transporten (i.v.m. de grote en zware haspels voor de zeekabel). De wegen die binnendijks liggen zijn hier niet op ingericht, verzwaring van de weg/wegen is in dat geval nodig. • Transport over land leidt tot verstoring van omwonenden. Bovenstaande leidt ook tot verschillende verkeerrisico's.
	Begraafdiepte In principe 1.80m diepte (uitgangspunt).
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Naar verwachting 1-2 jaar bezig, werken buiten stormseizoen nauwelijks mogelijk (of enorme extra tijd nodig).
Baggeren	**Baggermethode** Niet van toepassing
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Niet van toepassing
	Verspreidingslocatie Niet van toepassing
	Verspreidingsmethode Niet van toepassing
	Afmetingen van trench Niet van toepassing
Veiligheid	**Kruisingen** Loopt door de beschermingszone van de zeedijk en door kwelders.
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) Risico voor waterveiligheid (en veiligheid voor personeel) bij onverwachte stormen/hoog water tijdens installatie.
Onderhoud en reparatie	**Methode**: Kabels en moflocaties moeten snel bereikbaar zijn. Deze zijn echter slecht bereikbaar nabij Natura 2000 gebied en tijdens het stormseizoen wanneer er niet gegraven mag worden nabij de dijk. Bovendien veel moflocaties (15 à 20 per

Aspect	Criteria
	kabelsysteem) i.v.m. beperkte lengte van de kabels.
	Duur en moment van werkzaamheden: Mogelijke toekomstige verzwaringen van de dijk hebben effect op de capaciteit van de kabels. Bovendien heeft het weggraven van het zand impact op de waterkering en is dit ook niet toegestaan tijdens het stormseizoen en broedseizoen. Dit zijn risico's voor de leveringszekerheid die zeer ongewenst en mogelijk onacceptabel zijn.

9.3 Buitendijks: Optimalisatie route

Aanpassing/variant: aftakken ter hoogte van Middendijk en laten aansluiten op landroute i.p.v. schuin onder de dijk doorsteken en door het natuurgebied. Aansluiten op Horsborngatroute. Als gevolg 3km minder door de kwelders heen.

9.4 Buitendijks: Verwachte capaciteit per route

Geen (0) kabelsystemen.

9.5 Conclusie

In samenspraak met het Waterschap Noorderzijlvest is vastgesteld dat er onvoldoende fysieke ruimte in de dijk is om de kabels te begraven en installeren. Het advies van TenneT is daarom om deze route af te laten vallen.

9.6 Binnendijks: Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van de 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	Installatiemethode: • Strook van 18 meter nodig langs de weg. Deze komt uit op binnendijks landbouwgebied. Daarnaast ook nog ruimte nodig voor een werkstrook. Heeft dus effecten op landbouwgronden. • Daarnaast wordt de kabelstrook en werkstrook belemmert door verschillende waardevolle/beschermde gebieden en objecten die binnendijks liggen, zoals: - Brakke parel/ parelsnoer - Compensatiegebied 1.3 - Verspreide woonbebouwing en boerderijen Dit heeft als gevolg dat de ruimte voor het tracé en werkstrook zeer beperkt/onvoldoende is (niet binnen dijklichaam past en dus op akkerbouwgrond komt). Hiermee kan niet voorkomen worden dat akkerbouwgebied belast wordt, hetgeen deze route niet onderscheidend maakt t.o.v. de nabijliggende landroute.
	Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden): • Werken in de beschermingszone van de zeedijk alleen onder speciale voorwaarden toegestaan. Is niet haalbaar en daarom vinden werkzaamheden verspreid over meerdere jaren plaats. • Hoe verder van de zeedijk af, hoe verder het landbouwgebied in.
	Aanvoer materieel en materiaal: • Niet mogelijk over het water i.v.m. ondiepe water. Daarnaast is de ondergrond van de kwelders te drassig voor zwaar transport. • De weg op de zeedijk moet altijd toegankelijk zijn voor het Waterschap en deze mag niet gebruikt worden voor de aanvoer van materiaal/materieel over de weg. • De weg op de zeedijk ligt in een helling. Een deel van de dijk zou daarom afgegraven moeten worden om de weg opnieuw aan te leggen. Ook dit is niet mogelijk/toegestaan. • Transport over land vraagt om veel zware transporten (i.r.t. grote/zware haspels door zeekabel). De wegen die binnendijks liggen zijn hier niet op ingericht, verzwaring van de weg/wegen is in dat geval nodig. • Transport over land leidt tot verstoring van omwonenden. Bovenstaande leidt ook tot verschillende verkeerrisico's.
	Begraafdiepte In principe 1.80m
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Ntb
Baggeren	**Baggermethode** Niet van toepassing
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Niet van toepassing
	Verspreidingslocatie Niet van toepassing
	Verspreidingsmethode Niet van toepassing

Aspect	Criteria
	Afmetingen van trench Niet van toepassing
Veiligheid	**Kruisingen** Geen grote kruisingen voorzien.
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) Niet van toepassing
Onderhoud en reparatie	**Methode**: Kabels en moflocaties moeten snel bereikbaar zijn. Dit is echter beperkt omdat in de beschermingszone van de zeedijk speciale voorwaarden gelden voor activiteiten. Dit brengt de leveringszekerheid in het geding. Indien nodig kan deze in de toekomst worden uitgebreid, echter betekent dit wel een grotere strook nodig in landbouwgrond.
	Duur en moment van werkzaamheden:

9.7 Binnendijks: Optimalisatie route

N.v.t Route is niet uitvoerbaar. Verder landinwaarts opschuiven heeft geen meerwaarde. De route is dan niet onderscheidend t.o.v. de reeds geoptimaliseerde landroute.

9.8 Binnendijks: Verwachte capaciteit per route

Geen kabelsystemen

9.9 Conclusie

In samenspraak met het Waterschap Noorderzijlvest is vastgesteld dat er onvoldoende fysieke ruimte is voor het tracé en benodigde werkstrook. Het advies van TenneT is daarom om deze route af te laten vallen.

10. Factsheet Landroute

10.1 Inleiding

Uitgangspunt bij de NRD-route Landroute is het TNW-voorkeurstracé op land. Deze landroute zal aansluiten op (wadden)zeeroute VII Schiermonnikoog wantijroute.

Beschrijving route
Nabij Pieterburen komt de route met HDD-boringen (2 HDD's voor 700MW, en 4 HDD's per 2GW is het uitgangspunt) onder de dijk door aan land.

De boring zal vanaf landzijde ingezet worden (op een werkterrein, zie hoofdstuk 2 voor de uitgangspunten). Voor de 700MW-verbinding geldt dat er 2x 350MW zeekabels naar land gaat (dus 2 boringen). Op land worden elk van deze 2 zeekabels gekoppeld aan drie losse kabels (of aders). In totaal vervolgt de 700MW-verbinding op land dus met (2x3=) 6 kabels.

De 2GW-verbindingen zullen naar verwachting elk met 4 boringen onder dijk door gaan. Hierbij worden de kabels van de 2GW-verbinding (3 kabels + glasvezel) dus verspreid over 4 boringen.).
In totaal zijn er dan voor 2x2GW dus 4+4 = 8 boringen nodig.

Voor de gehele 4,7GW is de aanname dat er minimaal 2+4+4 = minimaal 10 boringen onder de dijk nodig zijn.

De route gaat over het vasteland (door akkerbouwgebieden) via de polder in de richting van de Eemshaven en omgeving. Hierbij worden open ontgraving en HDD's afgewisseld. HDD's worden met name toegepast bij kruising van (grote) watergangen, (ondergrondse) infrastructuur of zeer kwetsbare (natuur) gebieden.

Vanaf de dijk wordt zoveel mogelijk (conform wensen vanuit LTO Noord) de rand van agrarische percelen opgezocht. Route blijft de eerste circa 10km parallel aan de noordkant van de oude dijk (regionale kering), zodat op afstand van woningen/boerderijen gebleven wordt. Vervolgens wordt de primaire kering opgezocht en wordt deze binnendijks gevolgd richting het oosten, richting Noordpolderzijl. Ook hiermee wordt zoveel mogelijk op afstand van woningen/boerderijen gebleven.

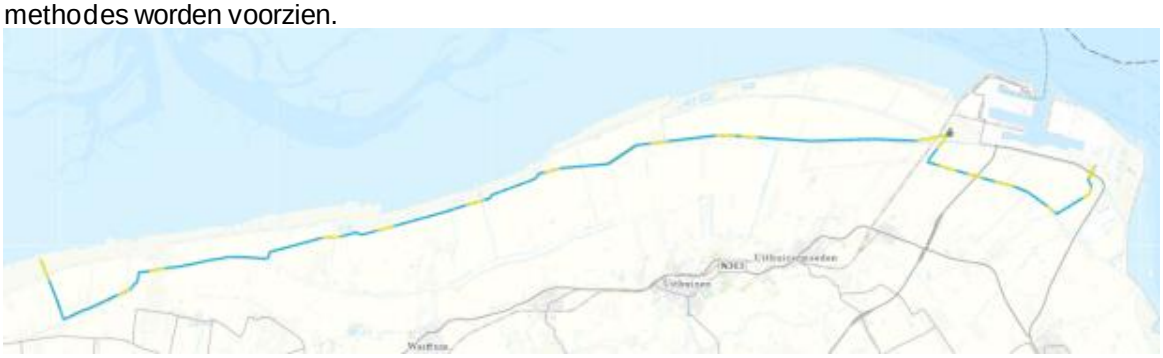
Ten oosten van Noordpolderzijl wordt de regionale kering (oude dijk) gekruist en continueert de route aan de noordzijde van deze oude dijk. De noordzijde is gekozen om op afstand van woningen/boerderijen te blijven (o.a. Valom). Hiermee wordt doorsnijding van de (agrarische) huiskavels ook voorkomen.

In dit gebied ten noorden/noordoosten van Valom is het windpark Eemshaven-west gepland. Door zoveel mogelijk bij de dijk te blijven kan dit grotendeels vermeden worden. Hiermee is er vooralsnog geen onacceptabel risico ten aanzien van de leveringszekerheid van de verbindingen. Dit geldt voor 2 kabelsystemen. Of dit ook voor 4 kabelsystemen geldt moet nader onderzocht worden.

Nabij de Goliath komt de landroute bij de Eemshaven aan. Hier zal aan de westzijde (Middenweg) mogelijk een transformator- of converterstation gebouwd worden. Hier zal dan een verbinding op aansluiten. Vanaf dit station zal een ondergrondse 380kV verbinding naar een 380kV-hoogspanningstation gaan. Deze en de andere kabelverbindingen van de 4,7GW lopen om de Eemshaven, via de zuidrand van de Oostpolder heen om via deels aanwezige en deels nieuw te bouwen stations - aan te sluiten op het hoogspanningsnet.

10.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	**Installatiemethode**: De route zal afwisselen door open ontgraving en HDD (gestuurde boringen) uitgevoerd worden. Onderstaande afbeelding (51) geeft een overzicht van de locaties waar op dit moment de twee

Aspect	Criteria
	methodes worden voorzien.  Afbeelding 50. Landroute (In geel gestuurde boringen (HDD), in blauw open ontgraving) Open ontgraving: Zie hoofdstuk 2.2.1 voor een beschrijving. Gestuurde boringen (HDD's): Zie hoofdstuk 2.2.1 voor een beschrijving.
	Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden): Niet van toepassing.
	Aanvoer materieel en materiaal: Transport over land vraagt om veel zware transporten, zowel voor kabelhaspels als boorinstallaties (boorrigs). De wegen die binnendijks liggen zijn hier niet op ingericht (breedte, gewicht, verkeersveiligheid), daarom wordt voorzien in een 'eigen' transportweg binnen de werkstrook bij open ontgraving, zodat er zo min mogelijk van smalle openbare wegen gebruik gemaakt hoeft te worden. Vanuit een aantal plekken zal wel via openbare transport plaats moeten vinden (vanuit opslagterreinen bijvoorbeeld).
	Begraafdiepte Bij open opgraving ligt de bovenkant van de kabels standaard 1.80m onder maaiveld, de ontgraving van de sleuf gaat tot 2.10m onder maaiveld. De bemaling in principe tot 2.40m. Afhankelijk van nog uit te voeren bodemonderzoeken kunnen deze dieptes nog wijzigen. Bij HDD (gestuurde boringen) zijn dieptes van 10-30m mogelijk, afhankelijk van grondlagen en de lengte van de boring. De noodzakelijke dieptes worden afhankelijk van het te kruisen object en het gebied nader bepaald.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Afhankelijk van uitvoeringsmethode. Voor het gehele tracé zal enkele jaren (all-in inclusief herstel van de bodem) nodig zijn. Kabelaanleg via open ontgraving kent van start t/m oplevering maaiveld een doorlooptijd van zo'n 10 weken per kilometer voor een kabelsysteem. Voor HDD's kan uitgegaan worden van een vergelijkbare doorlooptijd.
Baggeren	**Baggermethode** Niet van toepassing
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Niet van toepassing
	Verspreidingslocatie Niet van toepassing
	Verspreidingsmethode Niet van toepassing
	Afmetingen van trench Niet van toepassing
Veiligheid	**Kruisingen**

Aspect	Criteria
	Geen grote kruisingen voorzien, alleen met regionale infrastructuur. Deze kan vrij conventioneel met HDD's gekruist worden. Verkeersveiligheid is een belangrijk aandachtspunt, gezien de beperkte weginfrastructuur in het gebied.
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) Niet van toepassing
Onderhoud en reparatie	**Methode**: Ligging is stabiel (herbegraven niet van toepassing). Geen regulier onderhoud nodig. Bij kapotte kabeldelen/verbindingsmoffen zal de betreffende sectie open gegraven worden en lokaal gerepareerd worden. Indien een kabelfout optreedt bij een kabel in een boring, zal betreffende kabel uit de mantelbuis getrokken worden en vervangen worden door een nieuwe. De verbindingsmoffen aan beide zijden van de boring zullen ook opnieuw gemaakt moeten worden. De aardput zullen af en toe geïnspecteerd moeten worden. Dit kan vanaf maaiveld.
	Duur en moment van werkzaamheden: Storingen aan verbindingsmoffen zijn relatief makkelijk te lokaliseren en lokaal te repareren. Beperkte impact op leveringszekerheid.

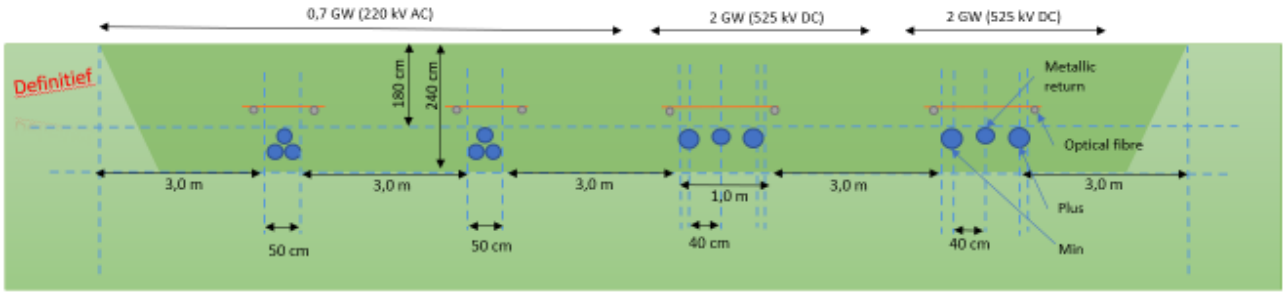
10.3 Optimalisatie route

De landroute (uitgaande van het door Minister EZK gekozen Voorkeursalternatief TNW op land) is ten tijde van TNW reeds uitgewerkt. Op dit moment worden geen optimalisaties voorzien.

10.4 Verwachte capaciteit per route

De landroute is uitgewerkt voor 2 kabelsystemen. Gezien het type gebied (grotendeels agrarisch) zijn er op land op het grootste deel van de route geen onoverkomelijke fysieke beperkingen t.a.v. het aantal kabelsystemen (eindsituatie). De kabelverbindingen voor 4,7 GW lijken fysiek/ruimtelijk inpasbaar. In 2021 is hier door Witteveen+Bos in opdracht van TenneT een studie naar gedaan.[11] Er zijn in die studie 9 'raakvlakken' geconstateerd, die allen oplosbaar zijn. Er is dus geen no-go geïdentificeerd voor inpassing van 4,7GW.

Voor de aanlegsituatie gelden echter wel fysieke beperkingen om de vier kabelverbindingen in een keer aan te leggen. Deze hebben te maken met de benodigde fysieke ruimte voor o.a. de open ontgraving, werkstroken en intrede- en uittredepunten van de HDD's.



Afbeelding 51. Doorsnede van 4,7GW aan kabelverbindingen op land (open ontgraving).

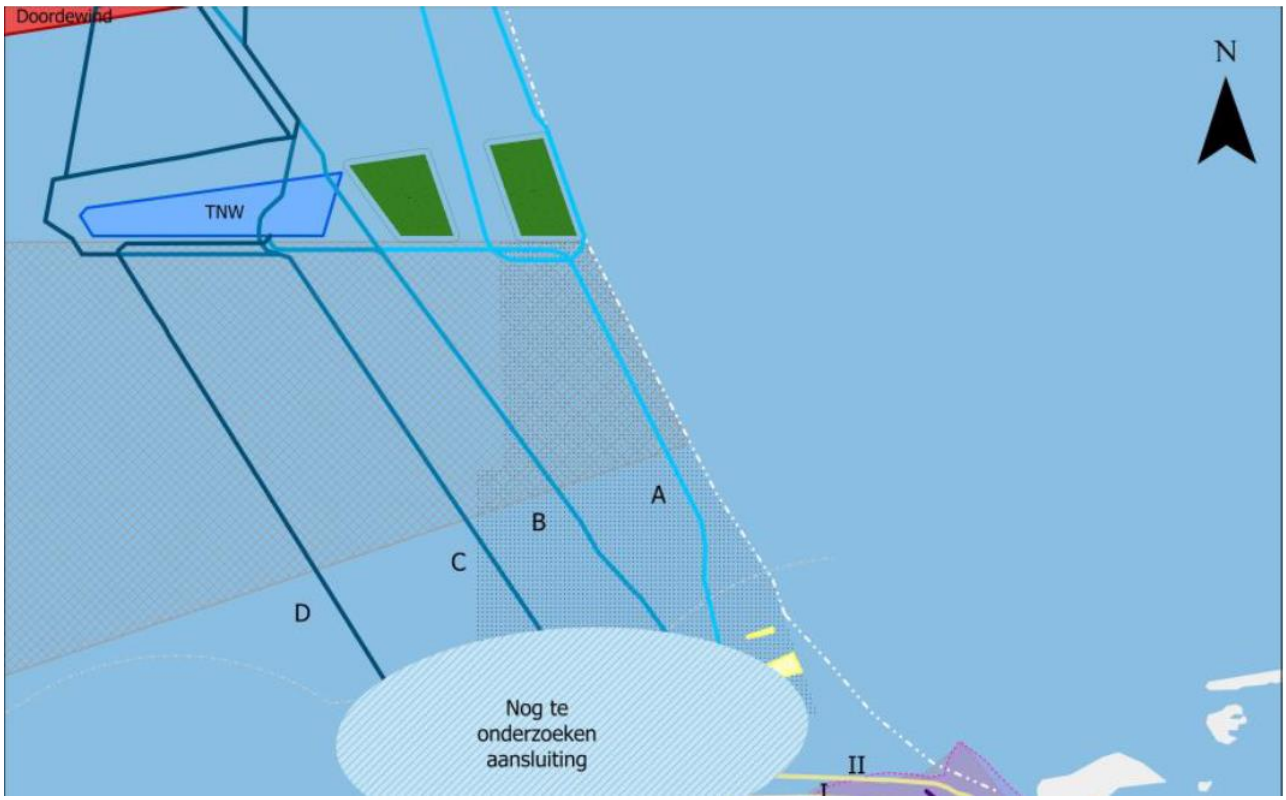
[11] Witteveen+Bos, *Beschouwing raakvlakken parallelligging DC-/AC-kabels.*, 4 oktober 2021 (ref 122317/21-014.839)

In de omgeving Eemshaven is de ruimte schaarser. Of hier knelpunten optreden hangt sterk af van de locatie(s) van de nieuwe hoogspanning/converter/transformatorstations en de ontwikkeling van de Oostpolder. Deze is/zijn nog niet bekend. De route rondom en in Eemshaven zal in de volgende fasen verder uitgewerkt worden, o.a. ten aanzien van HDD's, benodigde werkterreinen.

10.5 Conclusie

TenneT adviseert deze route mee te nemen in de onderzoeken.

Offshore routes



Afbeelding 52. Offshore NRD-routes

11. Factsheet route A Offshore – Parallel aan Gemini kabels

11.1 Inleiding

Route A is de meest oostelijke route in de offshore sectie. De route volgt de grens Nederland-Duitsland. Zuidelijk van windpark Gemini (Zee-energie en Buitengaats) volgt deze route de bestaande exportkabels van windpark Gemini die naar Eemshaven lopen. Ten zuiden van windpark Gemini en TNW sluiten de exportkabels van het 700MW platform TNW aan op deze route. Vervolgens kruist de route het gebied van de Borkumse Stenen welke oostelijk ligt van het militair oefengebied (EHD42).
Zuidelijk van de scheepvaartroute TSS Terschelling – German Bight kan deze route aansluiten op nearshore routes route I, II, III, IV, V,VII, X en XI.

Afbeelding 53. Route A Offshore (details in Appendix C)

11.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	**Installatiemethode** • Installatie van kabel gebeurt varend. Installatietools zoals bv. vertical injector, offshore trencher, baggeren worden toegepast. • Bodemonderzoek (survey) ten behoeve van o.a. bathymetry, UXO (niet gesprongen explosieven), archeologie, geotechnische en geofysische onderzoeken wordt varend uitgevoerd. • Positie houden van schepen tijdens activiteiten gebeurt in basis door scheepsschroeven (dynamic positioning). Daar waar stroming en/of diepgang beperkend is voor deze methode zullen ankers uitgelegd moeten worden. Hierbij ontstaat een situatie van beperkte manoeuvreerbaarheid (restricted manouvrability).

Aspect	Criteria

	Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden)
	• Toegankelijkheid:
	  ○ Status van toegang Borkumse Stenen en exact gebied is niet eenduidig bekend. Dit moet verder onderzocht worden. Wanneer hier (tijdelijke) gebiedsrestricties op rusten (bv. in zomerseizoen) wordt de installatie van de kabels complexer en duurder.
	• Technisch:
	  ○ De Borkumse Stenen kenmerken zich door de aanwezigheid van grind en stenen (boulders). Deze elementen op en in de ondergrond kunnen een belemmering vormen voor de installatie van de kabel (begraven dmv trenchers / ploegen).

	Aanvoer materieel en materiaal Route is toegankelijk voor reguliere installatieschepen inclusief de aanvoer aan materiaal.
	Begraafdiepte De kabels worden 1m onder NMRL (non mobile reference level) begraven. De NRML wordt niet beïnvloed door morfologie van het zeebed. Dekking grond boven NRML moet nog worden onderzocht.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Installatie gebeurt varend. In de offshore routes wordt weinig invloed van getij (hoogte) verwacht. De duur van de werkzaamheden moet nog worden onderzocht.
Baggeren	**Baggermethode** Mogelijk gebruik van sleephopperzuiger ter voorbereiding van de kabelroute in geval van bv. zandduinen op de route.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Dit dient nog verder onderzocht te worden.
	Verspreidingslocatie Gebaggerd materiaal wordt nabij winningslocatie verspreid.
	Verspreidingsmethode Bij sleephopper - via bodemkleppen.
	Afmetingen van trench Nog nader te bepalen in afhankelijkheid van bodemgesteldheid.
Veiligheid	**Kruisingen** Bij kruisingen van andere kabels en leidingen wordt steenbestorting of onderboring (HDD) toegepast. Keuze is afhankelijk van de situatie en eigenaar.
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) ○ Ankeren: In de nabijheid van scheepvaartroutes zijn er risico's ten aanzien van (nood) ankeren van passerende schepen. In/rondom scheepvaartroutes worden de kabels daarom dieper aangelegd. ○ Visserij: Langs de route kunnen visserijactiviteiten plaatsvinden. Door gebruik van (sleep)netten ontstaat een risico op schade aan de kabels. Aandachtspunt bij dieptebepaling. ○ Zand- en schelpwinning: Ten zuiden van TSS Terschelling – German Bight zijn een aantal zand- en schelpwinninggebieden aangewezen. De voorziene kabelcorridor passeert deze gebieden op korte afstand. Hierdoor ontstaat een nabijheidsrisico van de winningsactiviteiten bij de kabelroutes en een beperking aan de ruimte voor de route.

Aspect	Criteria
	○ Werkvaart naar windparken: het is niet bekend hoeveel scheepvaart door het gebied gaat om werk in de Nederlandse en Duitse windparken uit te voeren. Dit moet inzichtelijk gemaakt worden t.a.v. de veiligheid van de kabels.
Onderhoud en reparatie	**Methode** Kabelinspecties en onderhoud langs de route wordt uitgevoerd met diverse type schepen. Bij inspecties een zgn. Diving Support Vessel (DSV) en een Cable Laying Vessel (CLV) in het geval van een reparatie aan de kabel. Bij onderhoud en reparatie van het platform wordt diverse type schepen ingezet voor het vervoer van personeel, materiaal en als werkschip. Dit zijn o.a. Crew Transfer Vessels (CTV), Service Operation Vessels (SOV) en Platform Supply Vessel (PSV). Daarnaast is het ook mogelijk om personeel, en kleine lichte goederen, door middel van een helikopter naar het platform te vervoeren. Bij werkzaamheden aan de kabels in nabijheid van het platform wordt dezelfde methode aangehouden als bij kabelwerkzaamheden langs de route.
	Duur en moment van werkzaamheden Dit moet nog nader onderzocht worden.

11.3 Optimalisatie route

Combinatie zoeken van de twee varianten van route A (zie afbeelding 54), gezien de krappe ruimte tussen oostzijde windpark Gemini en Duitse grens.

11.4 Verwachte capaciteit per route

Maximaal 4 kabelsystemen (2x 2 GW + 2x350MW (samen 700MW)) voor totale route. Beperkende factor hierin is de doorgang en passage van windpark Gemini. Met Gemini dienen nog afspraken gemaakt te worden.
Ten zuiden van Gemini en TNW is meer ruimte beschikbaar door beschikbare corridor van 3km breedte.

12. Factsheet route B Offshore – Parallel aan verlaten telecomkabel

12.1 Inleiding

Route B volgt vanaf windgebied Doordewind de (verlaten) Tycom telecomkabel. De route passeert windpark Gemini aan de westzijde en kruist de noordoostelijke punt van windgebied Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW). Ten zuiden van de passage van Gemini en TNW sluiten de exportkabels van het 700MW platform TNW aan op deze route. De route doorkruist "zoekgebied 4" (mogelijk windenergiegebied) maar blijft vrij van kruisingen met het meeste kritieke deel (hoge munitieconcentratie) van militair oefengebied (EHD42). Ten zuiden hiervan betreedt de route het gebied van de Borkumse Stenen. Zuidelijk van de scheepvaartroute TSS Terschelling – German Bight kan deze route aansluiten op route I, II, III, IV, V,VII, X en XI.

Afbeelding 54. Route B Offshore (details in Appendix C)

12.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	**Installatiemethode** • Installatie van kabel gebeurt varend. Installatietools zoals bv. vertical injector, offshore trencher, baggeren worden toegepast. • Bodemonderzoek (survey) ten behoeve van o.a. bathymetry, UXO (niet gesprongen explosieven), archeologie, geotechnische en geofysische onderzoeken wordt varend uitgevoerd. • Positie houden van schepen tijdens activiteiten gebeurd in basis door scheepsschroeven (dynamic positioning). Daar waar stroming en/of diepgang beperkend is voor deze methode zullen ankers uitgelegd moeten worden. Hierbij ontstaat een situatie van beperkte manoeuvreerbaarheid (restricted manouvrability).
	Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden)

Aspect	Criteria
	• Toegankelijkheid: ○ Status van toegang Borkumse Stenen en exact gebied is niet eenduidig bekend. Dit moet verder onderzocht worden. Wanneer hier (tijdelijke) gebiedsrestricties op rusten (bv. in zomerseizoen) wordt de installatie van de kabels complexer en duurder. ○ De route kruist het militair oefengebied EHD42. Wanneer er activiteiten in dit gebied plaatsvinden kunnen hier geen installatie of onderhoudsactiviteiten plaatsvinden. Afstemming hiervoor moet plaatsvinden gezien de duur van de installatiewerkzaamheden.. • Technisch: ○ De Borkumse Stenen kenmerken zich door de aanwezigheid van grind en stenen (boulders). Deze elementen op en in de ondergrond kunnen een belemmering vormen voor de installatie van de kabel (begraven dmv trenchers / ploegen).
	Aanvoer materieel en materiaal Route is toegankelijk voor reguliere installatieschepen inclusief de aanvoer aan materiaal.
	Begraafdiepte De kabels worden 1m onder NMRL (non mobile reference level) begraven. De NRML wordt niet beïnvloed door morfologie van het zeebed. Dekking grond boven NRML moet nog worden onderzocht.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Installatie gebeurt varend. In de offshore routes wordt weinig invloed van getij (hoogte) verwacht. De duur van de werkzaamheden moet nog worden onderzocht.
Baggeren	**Baggermethode** Mogelijk gebruik van sleephopperzuiger ter voorbereiding van de kabelroute in geval van bv. zandduinen op de route.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Dit dient nog verder onderzocht te worden.
	Verspreidingslocatie Gebaggerd materiaal wordt nabij winningslocatie verspreid.
	Verspreidingsmethode Bij sleephopper - via bodemkleppen.
	Afmetingen van trench Nog nader te bepalen in afhankelijkheid van bodemgesteldheid.
Veiligheid	**Kruisingen** Bij kruisingen van andere kabels en leidingen wordt steenbestorting of onderboring (HDD) toegepast.
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) ○ Ankeren: In de nabijheid van scheepvaartroutes zijn er risico's ten aanzien van (nood) ankeren van passerende schepen. In/rondom scheepvaartroutes worden de kabels daarom dieper aangelegd. ○ Visserij: Langs de route kunnen visserijactiviteiten plaatsvinden. Door gebruik van (sleep)netten ontstaat een risico op schade aan de kabels. Aandachtspunt bij dieptebepaling. ○ Zand- en Schelp-winning: Ten zuiden van TSS Terschelling – German Bight zijn een aantal zand en schelp winning gebieden aangewezen. De voorziene kabel corridor passeert deze gebieden op korte afstand. Hierdoor ontstaat een

Aspect	Criteria
	nabijheidsrisico van de winningsactiviteiten bij de kabel routes en een beperking aan de ruimte voor de route. ○ Werkvaart naar windparken: het is niet bekend hoeveel scheepvaart door het gebied gaat om werk in de Nederlandse en Duitse windparken uit te voeren. Dit moet inzichtelijk gemaakt worden t.a.v. de veiligheid van de kabels.
Onderhoud en reparatie	**Methode** Kabel inspecties en onderhoud langs de route wordt uitgevoerd met diverse type schepen. Bij inspecties een zgn. Diving Support Vessel (DSV) en een Cable Laying Vessel (CLV) in het geval van een reparatie aan de kabel. Bij onderhoud en reparatie van het platform wordt diverse type schepen ingezet voor het vervoer van personeel, materiaal en als werkschip. Dit zijn o.a. Crew Transfer Vessels (CTV), Service Operation Vessels (SOV) en Platform Supply Vessel (PSV). Daarnaast is het ook mogelijk om personeel, en kleine lichte goederen, door middel van een helikopter naar het platform te vervoeren. Bij werkzaamheden aan de kabels in nabijheid van het platform wordt dezelfde methode aangehouden als bij kabel werkzaamheden langs de route.
	Duur en moment van werkzaamheden Dit moet nog nader onderzocht worden.

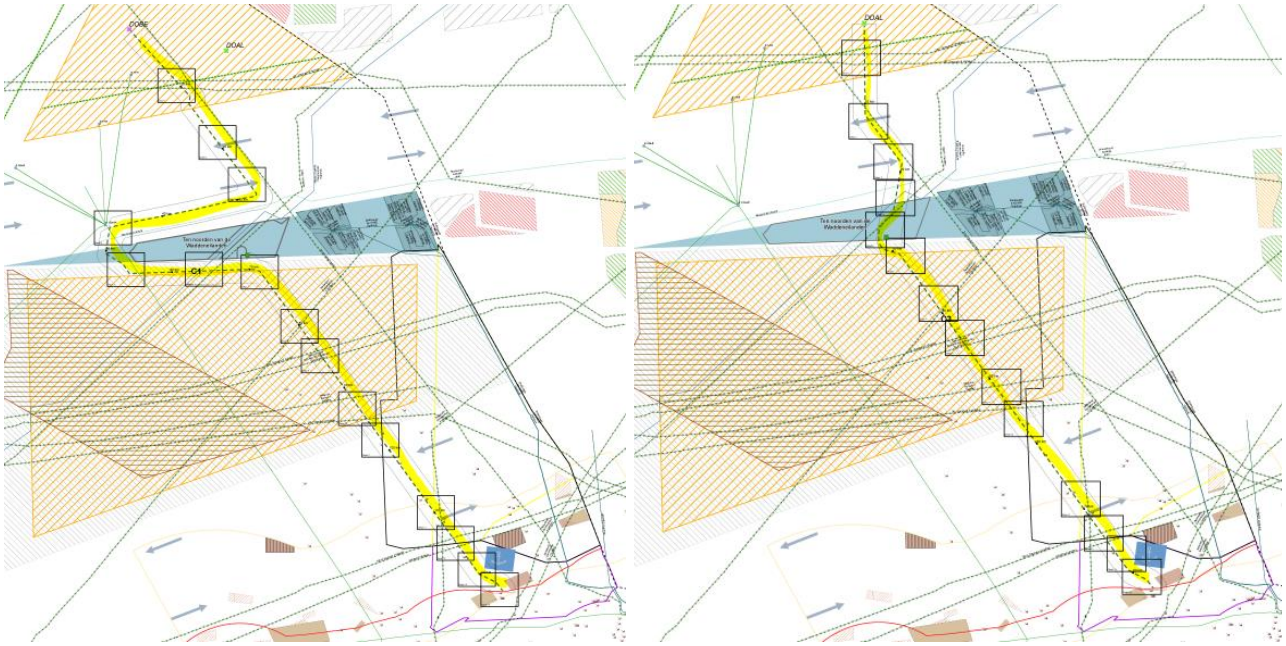
12.3 Optimalisatie route
Geen voorziene optimalisaties.

12.4 Verwachte capaciteit per route
Verwachte capaciteit voor deze route is 8 kabelsystemen.

13. Factsheet route C Offshore – Direct naar TNW

13.1 Inleiding

Vanaf windgebied Doordewind volgt route C de (verlaten) Tycom Telecom kabel. Voor deze route worden twee varianten overwogen om voorbij windgebied Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW) te komen. De eerste variant loopt aan de westzijde om TNW heen (passeert gas platform G-17dA) en volgt daarna de zuidrand van windgebied TNW tot aan het TNW platform. De tweede variant kruist TNW door het volg van de kabel "Atlantic Crossing 1" richting het TNW 700MW platform. Vanaf het TNW platform volgen beide varianten de reeds onderzochte kabelroute van het TNW-project. Deze route kruist "zoekgebied 4" en blijft vrij van kruisingen met het meeste kritieke deel (hoge munitieconcentratie) van militair oefengebied (EHD42) en de "Borkumse Stenen".
Zuidelijk van de scheepvaartroute TSS Terschelling – German Bight kan deze route aansluiten op route I, II, III, IV, V,VII, X en XI.



Afbeelding 55. Route C Offshore (details in Appendix C)

13.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	**Installatiemethode** • Installatie van kabel gebeurt varend. Installatietools zoals bv. vertical injector, offshore trencher, baggeren worden toegepast. • Bodemonderzoek (survey) ten behoeve van o.a. bathymetry, UXO (niet gesprongen explosieven), archeologie, geotechnische en geofysische onderzoeken wordt varend uitgevoerd. • Positie houden van schepen tijdens activiteiten gebeurd in basis door scheepsschroeven (dynamic positioning). Daar waar stroming en/of diepgang beperkend is voor deze methode zullen ankers uitgelegd moeten worden. Hierbij

Aspect	Criteria
	ontstaat een situatie van beperkte manoeuvreerbaarheid (restricted manouvrability).
	Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden) • Toegankelijkheid: ○ Status van toegang Borkumse Stenen en exact gebied is niet eenduidig bekend. Dit moet verder onderzocht worden. Wanneer hier (tijdelijke) gebiedsrestricties op rusten (bv. in zomerseizoen) wordt de installatie van de kabels complexer en duurder. ○ De route kruist het militair oefengebied EHD42. Wanneer er activiteiten in dit gebied plaatsvinden kunnen hier geen installatie of onderhoudsactiviteiten plaatsvinden. Afstemming hiervoor moet plaatsvinden gezien de duur van de installatiewerkzaamheden. • Technisch: ○ De Borkumse Stenen kenmerken zich door de aanwezigheid van grind en stenen (boulders). Deze elementen op en in de ondergrond kunnen een belemmering vormen voor de installatie van de kabel (begraven dmv trenchers / ploegen).
	Aanvoer materieel en materiaal Route is toegankelijk voor reguliere installatieschepen inclusief de aanvoer aan materiaal.
	Begraafdiepte De kabels worden 1m onder NMRL (non mobile reference level) begraven. De NRML wordt niet beïnvloed door morfologie van het zeebed. Dekking grond boven NRML moet nog worden onderzocht.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Installatie gebeurt varend. In de offshore routes wordt weinig invloed van getij (hoogte) verwacht. De duur van de werkzaamheden moet nog worden onderzocht.
Baggeren	**Baggermethode** Mogelijk gebruik van sleephopperzuiger ter voorbereiding van de kabelroute in geval van bv. zandduinen op de route.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Dit dient nog verder onderzocht te worden.
	Verspreidingslocatie Gebaggerd materiaal wordt nabij winningslocatie verspreid.
	Verspreidingsmethode Bij sleephopper - via bodemkleppen.
	Afmetingen van trench Nog nader te bepalen in afhankelijkheid van bodemgesteldheid.
Veiligheid	**Kruisingen** Bij kruisingen van andere kabels en leidingen wordt steenbestorting of onderboring (HDD) toegepast.
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) ○ Ankeren: In de nabijheid van scheepvaartroutes zijn er risico's ten aanzien van (nood) ankeren van passerende schepen. In/rondom scheepvaartroutes worden de kabels daarom dieper aangelegd. ○ Visserij: Langs de route kunnen visserijactiviteiten plaatsvinden. Door gebruik van (sleep)netten ontstaat een risico op schade aan de kabels. Aandachtspunt bij dieptebepaling.

Aspect	Criteria
	○ Zand- en Schelp-winning: Ten zuiden van TSS Terschelling – German Bight zijn een aantal zand en schelp winning gebieden aangewezen. De voorziene kabel corridor passeert deze gebieden op korte afstand. Hierdoor ontstaat een nabijheidsrisico van de winningsactiviteiten bij de kabel routes en een beperking aan de ruimte voor de route. ○ Werkvaart naar windparken: het is niet bekend hoeveel scheepvaart door het gebied gaat om werk in de Nederlandse en Duitse windparken uit te voeren. Dit moet inzichtelijk gemaakt worden t.a.v. de veiligheid van de kabels.
Onderhoud en reparatie	**Methode** Kabelinspecties en onderhoud langs de route wordt uitgevoerd met diverse type schepen. Bij inspecties een zgn. Diving Support Vessel (DSV) en een Cable Laying Vessel (CLV) in het geval van een reparatie aan de kabel. Bij onderhoud en reparatie van het platform wordt diverse type schepen ingezet voor het vervoer van personeel, materiaal en als werkschip. Dit zijn o.a. Crew Transfer Vessels (CTV), Service Operation Vessels (SOV) en Platform Supply Vessel (PSV). Daarnaast is het ook mogelijk om personeel, en kleine lichte goederen, door middel van een helikopter naar het platform te vervoeren. Bij werkzaamheden aan de kabels in nabijheid van het platform wordt dezelfde methode aangehouden als bij kabel werkzaamheden langs de route.
	Duur en moment van werkzaamheden Dit moet nog nader onderzocht worden.

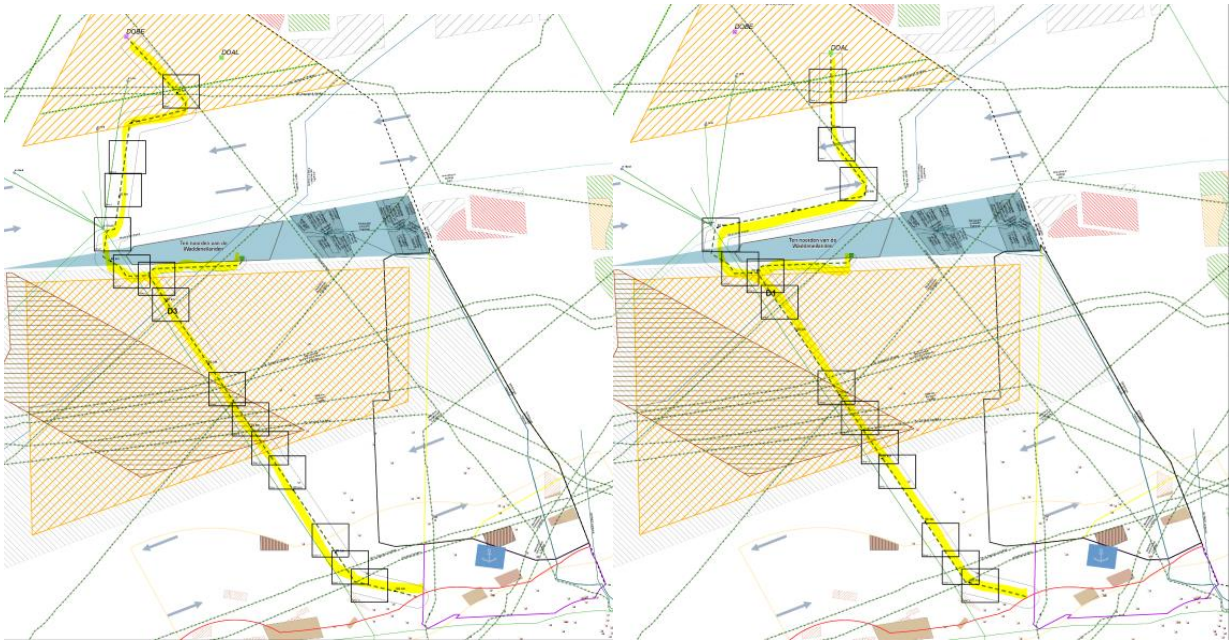
13.3 Optimalisatie route
Geen voorziene optimalisaties.

13.4 Verwachte capaciteit per route
Verwachte capaciteit voor deze route is 8 kabelsystemen.

14. Factsheet route D Offshore – Parallel aan bestaande gasleiding

14.1 Inleiding

Route D voorziet in 2 routevarianten in het gebied tussen windgebied Doordewind en TNW. De eerste variant volgt de (verlaten) Tycom telecomkabel bij het kruisen van de scheepvaartroute “TSS East Friesland”. Na het kruisen van de TSS volgt de route de noordrand van windgebied TNW tot aan gasplatform G17d-A. De tweede variant kruist de scheepvaartroute “TSS East Friesland” westelijker door het volgen van de gaspijpleiding tussen gasplatform G17d-A en G-14a. Na de kruising van de TSS sluiten de eerste en tweede route variant op elkaar aan. Hierna volgt de route de gaspijpleiding welke van gasplatform G17d-A naar de NGT leiding loopt. Ten zuiden van windgebied TNW sluit de export kabel van het 700MW platform TNW aan op deze route. De route kruist het “zoekgebied 4” en het militair oefengebied EHD42. Deze route blijft vrij van kruisingen met de “Borkumse Stenen”. Zuidelijk van de scheepvaartroute TSS Terschelling – German Bight kan deze route aansluiten op route I, II, III, IV, V,VII, X en XI.



Afbeelding 56. Route D Offshore (details in Appendix C)

14.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	**Installatiemethode** • Installatie van kabel gebeurd varend. Installatie tools zoals bv. vertical Installatie van kabel gebeurt varend. Installatietools zoals bv. vertical injector, offshore trencher, baggeren worden toegepast. • Bodemonderzoek (survey) ten behoeve van o.a. bathymetry, UXO (niet gesprongen explosieven), archeologie, geotechnische en geofysische onderzoeken wordt varend uitgevoerd. • Positie houden van schepen tijdens activiteiten gebeurd in basis door scheepsschroeven (dynamic positioning). Daar waar stroming en/of diepgang beperkend is voor deze methode zullen ankers uitgelegd moeten worden. Hierbij

Aspect	Criteria
	ontstaat een situatie van beperkte manoeuvreerbaarheid (restricted manouvrability).
	Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden) • Toegankelijkheid: ○ De route kruist het militair oefengebied EHD42. Wanneer er activiteiten in dit gebied plaatsvinden kunnen hier geen installatie of onderhoudsactiviteiten plaatsvinden. Afstemming hiervoor moet plaatsvinden gezien de duur van de installatiewerkzaamheden.
	Aanvoer materieel en materiaal Route is toegankelijk voor reguliere installatieschepen inclusief de aanvoer aan materiaal.
	Begraafdiepte De kabels worden 1m onder NMRL (non mobile reference level) begraven. De NRML wordt niet beïnvloed door morfologie van het zeebed. Dekking grond boven NRML moet nog worden onderzocht.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Installatie gebeurt varend. In de offshore routes wordt weinig invloed van getij (hoogte) verwacht. De duur van de werkzaamheden moet nog worden onderzocht.
Baggeren	**Baggermethode** Mogelijk gebruik van sleephopperzuiger ter voorbereiding van de kabelroute in geval van bv. zandduinen op de route.
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Dit dient nog verder onderzocht te worden.
	Verspreidingslocatie Gebaggerd materiaal wordt nabij winningslocatie verspreid.
	Verspreidingsmethode Bij sleephopper - via bodemkleppen.
	Afmetingen van trench Nog nader te bepalen in afhankelijkheid van bodemgesteldheid.
Veiligheid	**Kruisingen** Bij kruisingen van andere kabels en leidingen wordt steenbestorting of onderboring (HDD) toegepast.
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) ○ Ankeren: In de nabijheid van scheepvaartroutes zijn er risico's ten aanzien van (nood) ankeren van passerende schepen. In/rondom scheepvaartroutes worden de kabels daarom dieper aangelegd. ○ Visserij: Langs de route kunnen visserijactiviteiten plaatsvinden. Door gebruik van (sleep)netten ontstaat een risico op schade aan de kabels. Aandachtspunt bij dieptebepaling. ○ Zand- en Schelp-winning: Ten zuiden van TSS Terschelling – German Bight zijn een aantal zand en schelp winning gebieden aangewezen. De voorziene kabel corridor passeert deze gebieden op korte afstand. Hierdoor ontstaat een nabijheidsrisico van de winningsactiviteiten bij de kabel routes en een beperking aan de ruimte voor de route. ○ Werkvaart naar windparken: het is niet bekend hoeveel scheepvaart door het gebied gaat om werk in de Nederlandse en Duitse windparken uit te voeren. Dit moet inzichtelijk gemaakt worden t.a.v. de veiligheid van de kabelsystemen.

Aspect	Criteria
	○ Niet gesprongen explosieven (UXO's): de route kruist een militair oefengebied waarbij er een verhoogde kans is op het aantreffen van niet gesprongen explosieven (UXO's).
Onderhoud en reparatie	**Methode** Kabelinspecties en onderhoud langs de route wordt uitgevoerd met diverse type schepen. Bij inspecties een zgn. Diving Support Vessel (DSV) en een Cable Laying Vessel (CLV) in het geval van een reparatie aan de kabel. Bij onderhoud en reparatie van het platform wordt diverse type schepen ingezet voor het vervoer van personeel, materiaal en als werkschip. Dit zijn o.a. Crew Transfer Vessels (CTV), Service Operation Vessels (SOV) en Platform Supply Vessel (PSV). Daarnaast is het ook mogelijk om personeel, en kleine lichte goederen, door middel van een helikopter naar het platform te vervoeren. Bij werkzaamheden aan de kabels in nabijheid van het platform wordt dezelfde methode aangehouden als bij kabel werkzaamheden langs de route.
	Duur en moment van werkzaamheden Dit moet nog nader onderzocht worden.

14.3 Optimalisatie route
Geen voorziene optimalisaties.

14.4 Verwachte capaciteit per route
Verwachte capaciteit voor deze route is 8 kabelsystemen.

15. Conclusie

Hieronder volgt een samenvatting van de onderzochte routes.[12]

Nr	Routenaam	Technische maakbaar-/ haalbaarheid	Optimalisatie routes	Maximale capaciteit – vanuit technisch perspectief	Opmerkingen
I	Meeuwenstaart-route		Kleine optimalisatie mogelijk kruising COBRA-kabel	2 kabelsystemen (of 2x 2GW of de 2 kabels voor 700MW	Te grote risico's t.a.v: - Complexe kruisingen (o.a. verkrijgen van toestemming) - Langdurig intensief baggeren Daarnaast toestemming van Duitsland (GDWS) nodig.
II	Oude Westereems-route		Obv Waterproof-studie enkele optimalisaties.	5 kabelsystemen (2x voor 700MW + 3x 2GW of 5x2GW)	Mits toestemming vanuit Duitsland / GDWS
III	Horsborngatroute		Lokaal kleine optimalisatie mogelijk, maar zeer beperkt	0 kabelsystemen	Uiterst complexe en risicovolle HDD-boring; onvoldoende tijd beschikbaar om opeenvolgende activiteiten (bagger- en installatiewerkzaamheden) uit te voeren in de tijdelijk gesloten gebieden.
IV	Geul route Rottums		Ligging in geul kan iets geoptimaliseerd worden, maar beperkt	0 kabelsystemen	Meerdere opeenvolgende activiteiten nodig (baggeren, kabel installeren, moffen maken/begraven). Er is onvoldoende tijd beschikbaar voor bagger- en installatie-werkzaamheden in tijdelijk gesloten gebieden. Daarbij is het onmogelijk om te installeren zonder het gesloten gebieden te betreden.
V	Boschgatroute		Nvt	Wellicht 1 kabelsysteem (1x 2GW) - indien er wel toegang tot gesloten gebieden is.	Meerdere opeenvolgende activiteiten nodig (baggeren, kabel installeren, moffen maken/begraven). Er is onvoldoende tijd beschikbaar voor bagger- en installatie-

[12] Zoals eerder uitgelegd is route X niet in dit rapport uitgewerkt omdat hiervoor een apart door het Ministerie van EZK georganiseerd traject gevolgd wordt.

					werkzaamheden in tijdelijk gesloten gebieden. Daarbij is het onmogelijk om te installeren zonder het gesloten gebieden te betreden.
VII	Schiermonnikoog Wantijroute		Nvt	4 kabelsystemen (2x voor 700MW + 2x 2GW of 4x2GW)	
XI	Dijkalternatief - Buitendijks - Binnendijks		Nvt	 0 kabelsysteem 0 kabelsysteem	Geen fysieke ruimte in / op kering.
-	Landroute		Nvt	4 kabelsystemen (2x voor 700MW + 2x 2GW of 4x2GW)	
A	Parallel aan Gemini kabels		Alleen mogelijk bij combinatie van de 2 varianten van route A (middendoor en oostkant Gemini).	4 kabelsystemen (2x 2GW en 1x2 kabels voor 700MW)	
B	Parallel aan verlaten telecomkabel		Nvt	Max. 8 kabelsystemen	
C	Direct naar TNW		Nvt	Max. 8 kabelsystemen	
D	Parallel aan bestaande gasleiding		Nvt	Max. 8 kabelsystemen	Verhoogde kans op externe bedreiging door gebruik militair oefengebied (dropzone)

16. Appendices

16.1 Appendix A: Abstract uit Uitgangspunten Document PAWOZ-Eemshaven

Grondslag voor dit abstract is het volgende document:

Titel	:	Programma Basis – Uitganspunten (PAWOZ) - Eemshaven
Nummer	:	PAWOZ-PMT-0103-GEN-PGB-TTB-0001-00
Revisie	:	ZZ (final)
Datum	:	16 februari 2022

Uit bovenstaand document is Hoofdstuk 5 als appendix toegevoegd aan dit document.

Titel	:	Appendix A - Chapter 5 Programme base - Technical design basis
Nummer	:	PAWOZ-SSP-090204-GEN-REP-TTB-0001-01
Revisie	:	ZZ (final)
Datum	:	15-02-2023

16.2 Appendix B: Routeprofielen, baggerprofielen en -volumes

Het volgende document bevat de inhoud van deze appendix:

Titel:		PAWOZ-E; Route ontwerp Fase 1 (PlanMER) Appendix B: Route profiles, dredging profiles and volumes
Nummer	:	PAWOZ-SSP-090204-SSP-REP-TTB-0001-02
Revisie	:	ZZ (final)
Datum	:	10-maart 2023

16.3 Appendix C: Offshore routes - overzichtskaarten en details

Het volgende document bevat de inhoud van deze appendix:

Titel:		PAWOZ-E; Route ontwerp Fase 1 (PlanMER) Appendix C: Offshore routes – overzichtskaarten en details
Nummer	:	PAWOZ-SSP-090204-SSP-REP-TTB-0001-03
Revisie	:	ZZ (final)
Datum	:	10-maart 2023

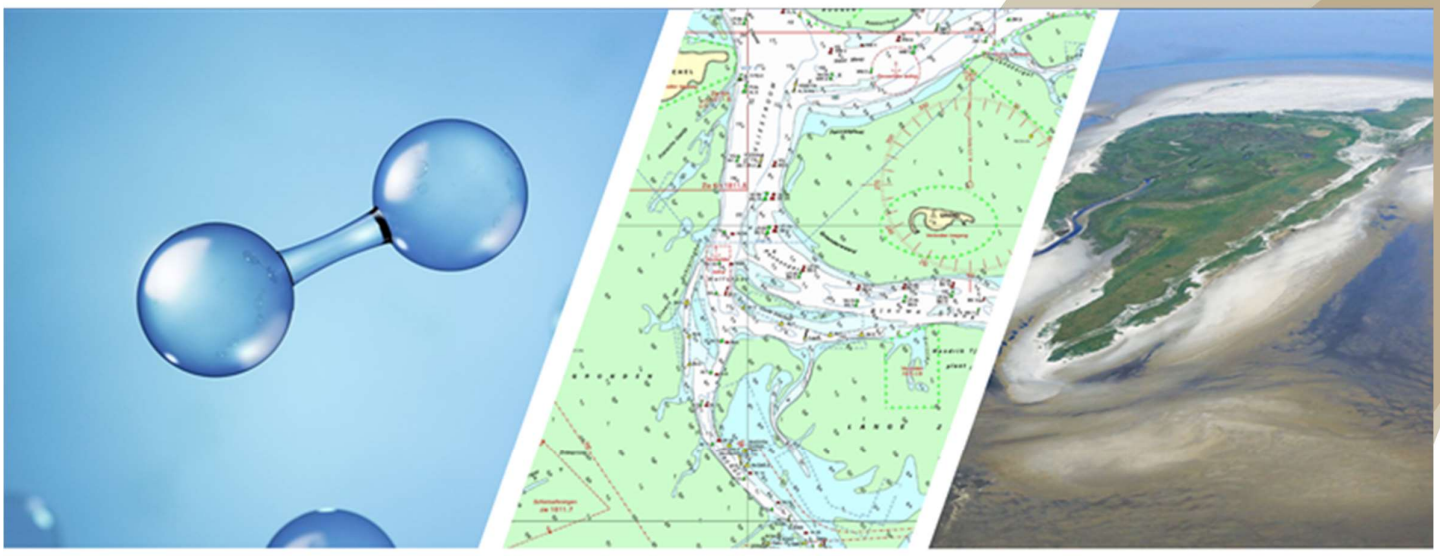
16.4 Appendix D: Toelichting voor toepassing van het “Bury and would like to forget” uitgangspunt

Het volgende document bevat de inhoud van deze appendix:

Titel:		PAWOZ-E; Route ontwerp Fase 1 (PlanMER) Appendix D: Toelichting voor toepassing van het “Bury and would like to forget” uitgangspunt
Nummer:		PAWOZ-SSP-090204-GEN-REP-TTB-0001-04
Revisie	:	ZZ (final)
Datum	:	1 mei 2023

III

BIJLAGE: GASUNIE ROUTEONTWERP BASELINE 1



PAWOZ H2 Eemshaven

Detail Informatie Route Alternatieven

NV Nederlandse Gasunie

10 mei 2023

406010-00270 Ev10A-REP-01698 3

Intecsea
Worley Group

intecsea.com

Disclaimer

This report has been prepared on behalf of and for the exclusive use of NV Nederlandse Gasunie, and is subject to and issued in accordance with the agreement between NV Nederlandse Gasunie and Intecsea. Intecsea accepts no liability or responsibility whatsoever for it in respect of any use of or reliance upon this report by any third party. Copying this report without the permission of NV Nederlandse Gasunie and Intecsea is not permitted.

Company details

Intecsea

Wilhelmina van Pruisenweg 2
The Hague 2595 AN
PO Box 97776, 2509 GD The Hague
The Netherlands

PROJECT 406010-00270 - Ev10A-REP-01698: PAWOZ H2 Eemshaven - Detail Informatie Route Alternatieven

Rev	Description	Author	Review	Intecsea approval	Revision date
0	For Review	EKOOLS	FvdLIN	FvdLIN	13.01.23
1	For Approval	FvdLIN	EKOOLS	FvdLIN	17.01.23
2	For Approval	EKOOLS	FvdLIN	FvdLIN	14.03.23
3	For Approval	FvdLIN	EKOOLS	FvdLIN	10.05.23

-

Inhoud

Afkortingen **5**

1 Inleiding **6**

2 Gedefinieerde routes **7**

3 Feitenrelaas per route **8**

I Meeuwenstaart route **12**

II Oude Westereems route en alternatief (geoptimaliseerd) **17**

III Horsborngat route **24**

IV Geul-route Rottums **28**

V Boschgat route **32**

VII Schiermonnikoog wantij route **35**

VIII Ameland wantij route **41**

IX Zoutkamperlaag route **46**

4 Referenties **50**

Tabellen

Tabel 3-1: Installatie Route I 14

Tabel 3-2: Installatie Route II 19

Tabel 3-3: Installatie Route II geoptimaliseerd 21

Tabel 3-4: Installatie Route III 26

Tabel 3-5: Installatie Route IV 30

Tabel 3-6: Installatie Route V 33

Tabel 3-7: Installatie Route VII 39

Tabel 3-8: Installatie Route VIII 44

Tabel 3-9: Installatie Route IX 48

Figuren

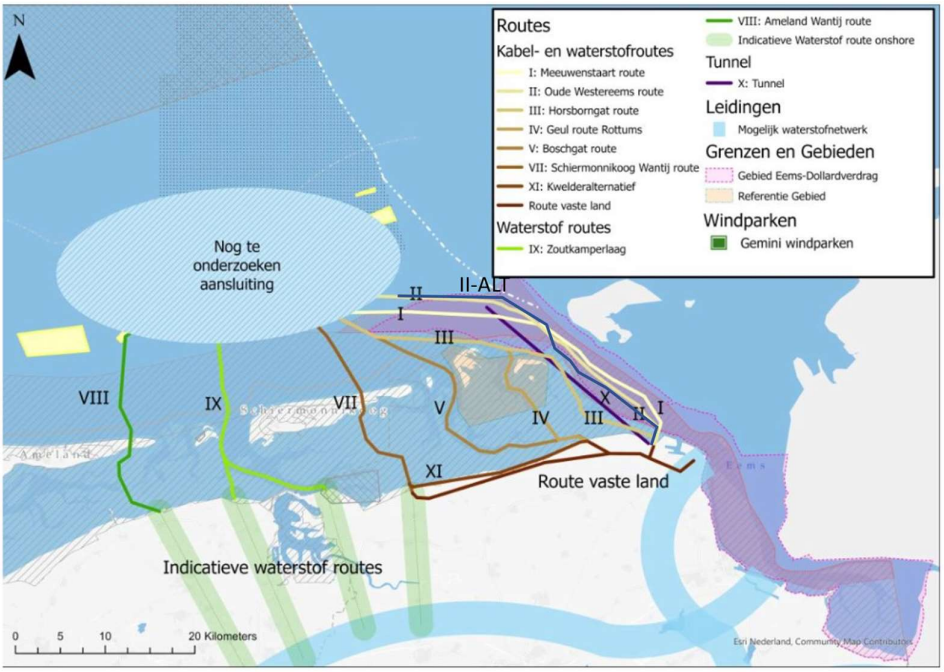
Figuur 1-1 Overzicht routes 6
Figuur 3-1 Gasunie Eemszinker installatie (1975) (source: https://www.dredgepoint.org/dredging-database/equipment/aquila) 9
Figuur 3-2 NGT installatie SAR II (1974) (source: https://www.kustvaartforum.com/viewtopic.php?t=3584&start=1150) 9
Figuur 3-3 Voorbeeld diepteprofielen (Route IX) 10
Figuur 3-4 Overzicht Route I 12
Figuur 3-5 HDD kruising kabels (2x elec, 1 tele, 2x elec) 13
Figuur 3-6 Kruising kabels rond KP 33 (3x elec, 1 tele) 15
Figuur 3-7 Overzicht Route II 17
Figuur 3-8 Overzicht Geoptimaliseerde Route II 18
Figuur 3-9 HDD kruising kabels (2x elec) en pijpleiding kruising kabels (1 tele, 2x elec) 19
Figuur 3-10 Kruising kabels KP 34 – 39 (3x elec, 1 tele) 20
Figuur 3-11 Route sectie ten noorden van Huibertsplaat 21
Figuur 3-13 Overzicht Route III 24
Figuur 3-14 HDD kruising kabels (2x elec) en pijpleiding kruising kabels (1 tele, 2x elec) 25
Figuur 3-15 Overzicht Route IV 28
Figuur 3-16 HDD kruising en nabijheid NGT pijpleiding 29
Figuur 3-17 Overzicht Route V 32
Figuur 3-18 Overzicht Route VII 35
Figuur 3-19 HDD kruising Route VII 36
Figuur 3-20 Mittelplate project 37
Figuur 3-21 Schiermonnikoog Wantij voorbeeld boor locaties 37
Figuur 3-22 Schiermonnikoog Wantij tunnel alternatief 38
Figuur 3-23 Overzicht Route VIII 41
Figuur 3-24 HDD kruising Route VIII 42
Figuur 3-25 Ameland Wantij voorbeeld boor locaties 43
Figuur 3-26 Ameland Wantij tunnel alternatief 44
Figuur 3-27 Overzicht Route IX 46
Figuur 3-28 HDD kruising Route IX 47

Afkortingen

CSD	Cutter Suction Dredger/ Cutterzuiger
EZK	Economische Zaken & Klimaat
GW	GigaWatt
H_2	Hydrogen (Waterstof)
IEA	Integrale Effecten Analyse
ILT	Integrale Leidingen Tunnel
MER	Milieu Effect Rapportage
MW	MegaWatt
NGT	NoordGasTransport
NRD	Notitie Reikwijdte en Detailniveau
PAWOZ	Programma Aansluiting Wind Op Zee
RHDHV	RoyalHaskoning DHV (Dwars, Heederik en Verhey)
TSHD	Trailing Suction Hopper Dredger

1 Inleiding

Het ministerie (EZK) heeft Gasunie gevraagd om als kennispartner deel te nemen aan het project PAWOZ-Eemshaven om de technische mogelijkheden en kosten voor het aanleggen van een waterstofleiding door de Waddenzee te onderzoeken. Dit onderzoek draagt bij aan het opstellen van het NRD en PlanMER. Om invulling te geven aan deze rol, zoekt Gasunie ondersteuning om met name de relevante en significante technische aspecten met betrekking tot een H_2-buisleiding en de aanleg daarvan te identificeren. De intentie van het tijdspad van dit onderzoek is om samen met het adviesbureau van EZK op te trekken voor een gezamenlijke verkenning. Daarom zal deze verkenning parallel gaan lopen met de onderzoeksvraag van EZK waarbij resultaten van dit onderzoek input zullen zijn voor workshops in werkgroepen.



Figuur 1-1 Overzicht routes

Deze opdracht zal in basis bestaan uit ondersteuning in de verkenningsfase van het zoeken naar een mogelijk geschikte route voor een waterstofleiding door de Waddenzee. Hiervoor worden verschillende routes onderzocht. Voor elk van deze routes is een feitenrelaas opgesteld waarin de belangrijkste technische feiten van de route zijn verzameld. Ze kunnen bijdragen aan de verdere evaluatie van de verschillende routes wat overigens geen onderdeel is van dit document.

2 Gedefinieerde routes

De volgende routes (zie ook Figuur 1-1) worden momenteel in het PAWOZ programma onderzocht voor aanleg van een waterstofleiding :

Route I Meeuwenstaart route – feitenrelaas opgenomen in dit document

Route II Oude Westereems route – feitenrelaas opgenomen in dit document tevens wordt er een alternatieve (voor een waterstofpijpleiding geoptimaliseerde) route II besproken

Route III Horsborngat route – feitenrelaas opgenomen in dit document

Route IV Geul-route Rottums – feitenrelaas opgenomen in dit document

Route V Boschgat route – feitenrelaas opgenomen in dit document

Route VI Maakt niet langer deel uit van de te onderzoeken routes

Route VII Schiermonnikoog wantij route – feitenrelaas opgenomen in dit document

Route VIII Ameland wantij route – feitenrelaas opgenomen in dit document

Route IX Zoutkamperlaag route – feitenrelaas opgenomen in dit document

Route X Tunnel – feitenrelaas on hold

Route XI Kwelderalternatief – feitenrelaas on hold

Van de 11 routes worden er nog 10 onderzocht. Van deze 10 wordt de tunnel optie (Route X) gescheiden van de andere opties onderzocht, het kwelderalternatief (Route XI) is “on hold” voor het ontwikkelen van een feitenrelaas. De routes X en XI zijn dus niet verder beschouwd in deze studie en er zijn daarom acht resterende routes waarvoor een feitenrelaas is opgenomen in dit document.

3 Feitenrelaas per route

In dit hoofdstuk wordt per route een feitenrelaas gegeven. Voor elke route wordt een zelfde lay-out aangehouden:

A: Een algemene beschrijving van de route

B: Installatieaspecten van de route

C: Een schatting van de bagger-volumes

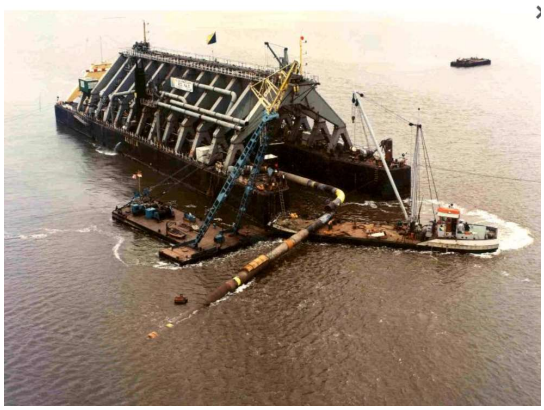
D: Een beschrijving van de route specifieke uitdagingen en veiligheidsaspecten

Hierbij wordt opgemerkt dat routes in dit document vaak beschreven worden van land naar een offshore locatie en dat afstanden (KP's) ook oplopen van land naar zee. Uiteindelijk zullen de routes in de definitieve ontwerpfase gedefinieerd worden in de stromingsrichting van het product (waterstof), dus van zee naar land, waarbij het startpunt (en dus uiteindelijk het nulpunt voor afstanden langs de pijpleidingroute) op een passende locatie op zee wordt gekozen. Dit heeft voor de evaluatie van route alternatieven geen gevolgen. Na selectie zal de route opnieuw in detail gedefinieerd moeten worden, startend van een geschikt punt op zee (platform of eiland).

Voor elke route wordt in eerste instantie aangenomen dat deze met de gebruikelijke installatiemethodes wordt geïnstalleerd. Voor offshore pijpleidingen is dit voor langere afstanden (meer dan enkele kilometers) in principe vanaf een legschip dat een minimale waterdiepte nodig heeft (aangenomen als 7 m). Dit is een uitgebreid bewezen methode die tot een hoogwaardig eindproduct kan leiden. Waar de waterdiepte onvoldoende is, zal voor deze methode een toegangsgeul gebaggerd moeten worden. Voor elke route wordt bepaald hoeveel dit bij benadering is. Aangezien dit baggerwerk beperkt dient te worden in verband met de milieubelasting, en omdat bij sommige routes het om zeer aanzienlijke hoeveelheden kan gaan, wordt vervolgens waar dit mogelijk is één of meerdere alternatieve methodes voorgesteld. Het gaat hierbij echter steeds om ongebruikelijke methodes die niet of zelden (in deze vorm) zijn toegepast. Een dergelijke methode zal altijd risico met zich meebrengen en zal met aannemers verder ontwikkeld moeten worden.

De installatietechnieken voor pijpleidingen, standaard en alternatieven, zijn beschreven in Ref. [2]. Waar in het feitenrelaas over deze alternatieve methdodes wordt gesproken zal voor verdere details dus naar Ref. [2] worden verwezen. In ondiepe wateren en mudflats waar voor toegang van een legschip veel gebaggerd zou moeten worden is in het verleden gebruik gemaakt van materieel van verschillende aannemers dat gemodiviceerd is voor de specifieke toepassing. Voorbeelden zijn de Gasunie Eemszinker installatie en de installatie van de Noordgastransport leiding (NGT).

Voor de 42-inch Eemszinker zijn op land pijpstrengen van 48 meter geprefabriceerd. Deze werden gekoppeld op de "Aquila", een aangepaste catemaran die ontworpen was als ontziltings-installatie voor zand. De Aquila werkte in tandem met de cutterzuiger "Gouderak" en assisterende schepen voor het (ver)plaatsen van de acht ankers van de Aquila. De Aquila had tijdens de uitvoering een diepgang van 6.6 meter. Een algemeen beeld van deze installatiemethode is te zien in Figuur 3-1.



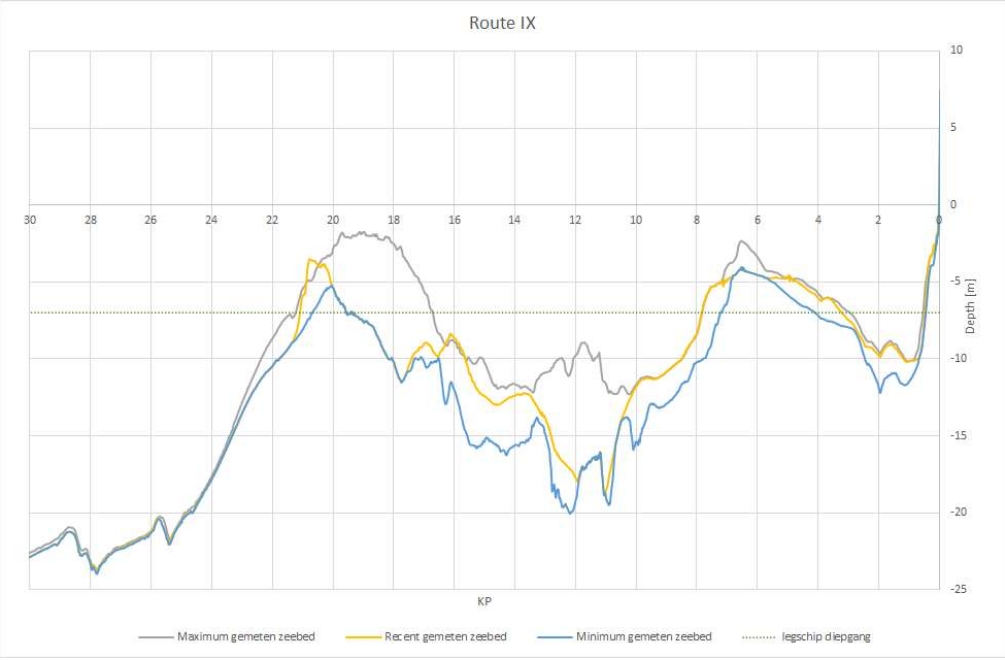
Figuur 3-1 Gasunie Eemszinker installatie (1975) (source: https://www.dredgepoint.org/dredging-database/equipment/aquila)

Voor de 36-inch NGT zijn 3 tracé's door de Waddenzee onderzocht. Naast het gekozen tracé, een alternatieve route ten oosten, globaal gelijk aan Route III Horsborngat, en een westelijke route, variant Schild genoemd, en vergelijkbaar met Route IV Geul-route Rottums. Deze beide alternatieven werden minder geschikt bevonden, de oostelijke variant vanwege onder meer de vele beweeglijke geulen en de westelijke variant vanwege "beteugeling en afsluiting van het Schild" (zie Ref. [3]). Voor de constructie van de leiding zijn verschillende schepen ingezet. Offshore een legschip van McDermott en in de ondiepere gebieden en het Wadden-traject de "Mulus I" (gezonken tijdens installatie) en het pijpenleg-ponton "SAR II", zie Figuur 3-2.

Figuur 3-2 NGT installatie SAR II (1974) (source: https://www.kustvaartforum.com/viewtopic.php?t=3584&start=1150)

Om te bepalen waar baggerwerk nodig is voor legschip toegang wordt een minimale vrije waterdiepte van 7 m aangehouden voor het schip. Als een toegangsgeul gemaakt moet worden dan wordt daarvoor een breedte van 40 m voor de bodem van de geul aangehouden. Waar baggerwerk alleen nodig is voor het op diepte installeren van de leiding (genoeg diepte voor schepen maar gewenste begraafdiepte is meer dan wat met post-installatie trenchers kan worden bereikt, aangenomen als tot 0.8 m dekking maximaal) wordt een geul bodembreedte van 3 m aangehouden. Voor de helling van een gebaggerde geul wordt een waarde van 1:6 aangehouden . Dit is waarschijnlijk relatief steil voor de grondsamenstelling waardoor mogelijk onderhoud aan de geul nodig is tijdens de installatie, dit wordt gezien als te prefereren boven stabielere, flauwere hellingen waardoor een groter gebied geroerd wordt (bevestigen in een later stadium als gedetailleerde grondgegevens bekend zijn, zie ook Ref. [6]). De bodem van de gebaggerde geul wordt aangenomen op 1.8 m onder het minimaal verwachtte diepteprofiel voor de route, zodat de verwachting is dat de pijpleiding gedurende de levensduur minimaal 0.8 m dekking zal hebben. Alle uitgerekende volumes zijn netto volumes, zonder onderhoud voor en/of tijdens installatie tegen aanzanding, dit is een goede basis voor vergelijking bij gebrek aan gedetailleerde uitvoeringsinformatie. Bij het gebruik van alternatieven in constructietechnieken en -equipment zijn reducties mogelijk op deze baggerhoeveelheden afhankelijk van het met aannemers ontwikkelde alternatief.

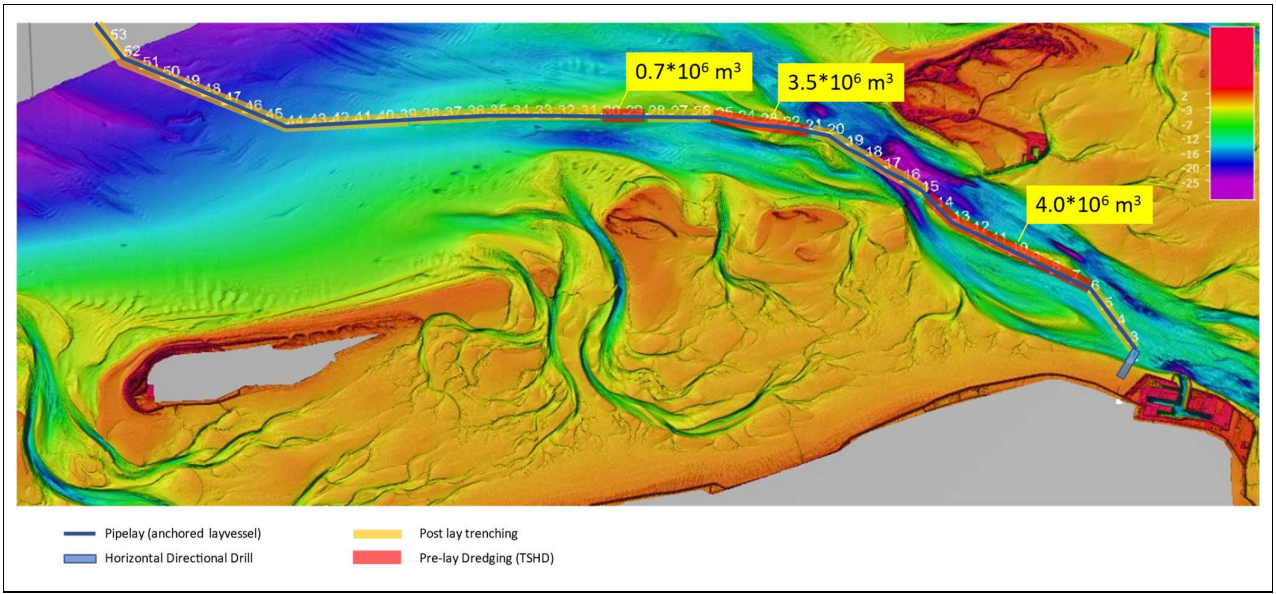
Voor de minimaal en maximaal te verwachten waterdiepte, alsmede de huidige diepte langs de route, voor de berekening van baggervolumes wordt gebruik gemaakt van Ref. [1]. Deze data is samengesteld op basis van dieptedata over de periode 1989 tot heden. Hierbij moet worden opgemerkt dat de metingen soms met grote tussenliggende periodes zijn gemaakt en dat op een bepaalde locatie misschien slechts enkele tot een handvol metingen zijn gedaan in de aangegeven periode. Een voorbeeld van hoe deze diepteprofielen eruitzien, en hoe ze gebruikt worden om te bepalen waar baggerwerk nodig is voor toegang van het schip is te zien in Figuur 3-3.



Figuur 3-3 Voorbeeld diepteprofielen (Route IX)

Alle routes kruisen een aantal verlaten kabels (Ned-Den 1, 2, 3, en 4), dit is in principe geen probleem en er wordt van uitgegaan dat waar nodig delen van deze kabels kunnen worden verwijderd na overleg met de beheerder. Dit is voor alle routes gelijk en wordt niet verder genoemd in de beschrijving per route. Kruisingen met operationele kabels en leidingen worden bij elke route besproken, sommige kruisingen zijn in ondiep water of met zeer diep begraven kabels. Dit kan complexe kruisingen tot gevolg hebben. Extra baggerwerk dat hiervoor nodig zou kunnen zijn is niet in de aangegeven volumes meegenomen omdat per geval bepaald moet worden wat de beste methode van kruisen is.

I Meeuwenstaart route



Figuur 3-4 Overzicht Route I

A. Algemeen

De Meeuwenstaart route is ontwikkeld voor de installatie van offshore electriciteitskabels, rekening houdend met de flexibiliteit van kabels en de gebruikelijke installatiemethodes en -materieel voor kabels. De route is daardoor niet voor de volle lengte geoptimaliseerd voor een pijpleiding, met name als gevolg van de keuze voor de ondiepe delen.

De route loopt door een morfologisch dynamisch gebied. Om permanente begraving, zoals noodzakelijk geacht voor waterstofleidingen offshore, te garanderen zal hier rekening mee moeten worden gehouden. De route zoekt specifiek de ondiepe delen op, en vermijdt de geulen in verband met interactie met scheepvaart. Als in verband met morfologische dynamiek een grotere begraafdiepte is gewenst zal een aanzienlijke hoeveelheid baggerwerk nodig zijn, zeker als toegang voor een legschip gecreëerd moet worden (bodembreedte geul van 40 m aangenomen). Installatie met een vaar/voertuig in zeer ondiep water en vervolgens trenchen tot grote diepte zoals mogelijk is met kabels is niet toepasbaar voor pijpleidingen.

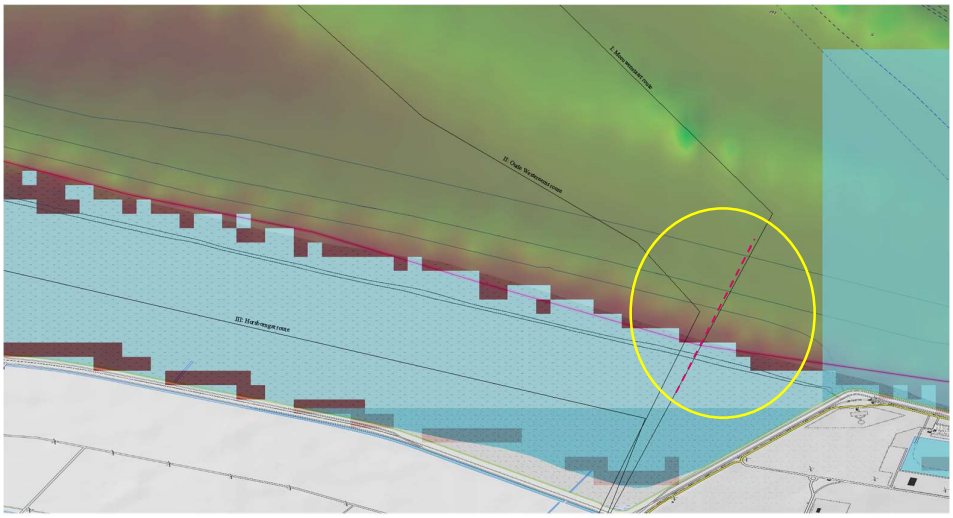
Tijdens de uitgevoerde detail re-route van Route I voor de aanleg van kabels in februari/maart 2023 is vanwege de hoge baggervolumes overeengekomen om Route I vooralsnog niet te optimaliseren voor de aanleg van een waterstofleiding.

Als alternatief voor deze Route I (en vergelijkbare Routes II en III) is een alternatieve route: Route XII, gedefinieerd die een offshore route direct naar Eemshaven oplevert en is geoptimaliseerd voor pijpleidingen (waterdiepte en bochtstralen). Deze volgt juist de diepe

delen om toegang voor schepen mogelijk te maken en om met beperkt baggerwerk en binnen de mogelijkheden van post-installatie trenching-materieel de gewenste begraafdiepte te bereiken.

B. Installatie

Vanaf de startlocatie nabij Eemshaven zal de kruising met de zeewering worden uitgevoerd met behulp van een trenchloze techniek zoals een horizontaal gestuurde boring (HDD). Een aandachtspunt voor deze boring vormt de aanwezigheid van kabels (Gemini, Buitengaats, Tycom, Norned, Cobra) nabij de zeewering die gelijktijdig gekruist dienen te worden. De aanwezigheid van deze kabels kunnen grote invloed hebben op de uitvoerings-complexiteit van de HDD, zie Figuur 3-5. Mede door de noodzaak alle kabels te kruisen met de HDD zal deze ongeveer 2.5 km lang (horizontale afstand) worden, deze combinatie van lengte en pijpdiameter is aan de grens van het huidige toepassingsgebied van deze techniek.



Figuur 3-5 HDD kruising kabels (2x elec, 1 tele, 2x elec)

De leiding kan vanaf de kruising van de zeewering in principe met een legschip verder richting offshore gelegd worden. Aangezien dit de meest gebruikelijke methode is voor pijpleiding installatie zal het gebruik van deze methode een positieve bijdrage leveren aan de kwaliteit van het geïnstalleerde product. Alleen waar in de ruime omtrek geen diepere geulen beschikbaar zijn en de waterdiepte zeer gering is in vergelijking met de diepgang van een legschip liggen alternatieve installatiemethodes voor de hand (zie Ref. [2]). Een bijna haakse aansluiting van de pijpleiding op het einde van de HDD (zie Figuur 3-5), zonder expansievoorziening, is ongebruikelijk. Het resulteert op zijn minst in een complexe installatie (dubbele kofferdam) en zal mogelijk niet eenvoudig te ontwerpen zijn met inachtneming van de code-eisen.

Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is baggerwerk voorzien in de delen met geringe waterdiepte voor de toegang van het legschip en aanvullend baggerwerk om de leiding op voldoende diepte te brengen (zoals nabij Huibertplaat).

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden waar de waterdiepte voldoende is voor het legschip en beperkte begraafdiepte noodzakelijk is.

De installatie kan dus als volgt worden samengevat, zie Tabel 3-1.

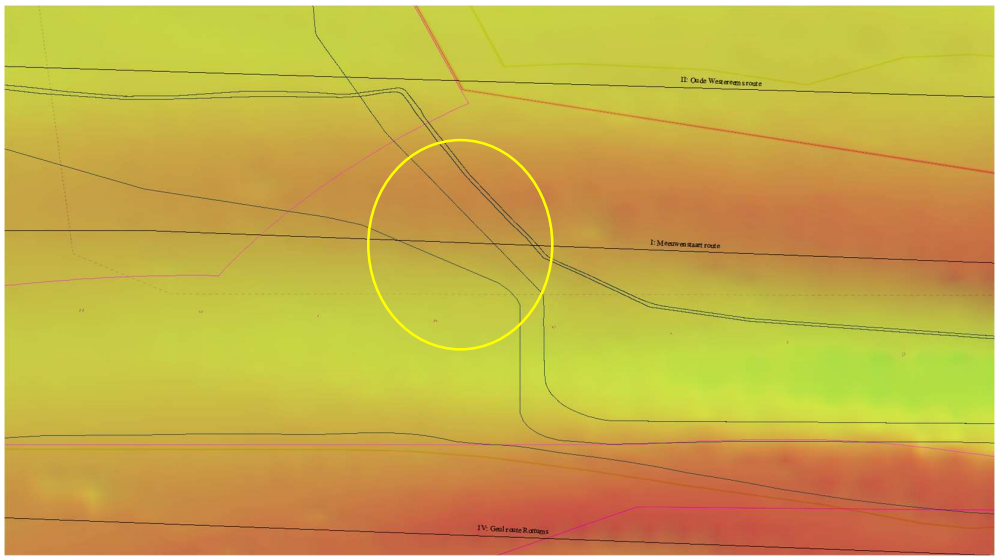
Tabel 3-1: Installatie Route I

Sectie	Installatie [1)]	Opmerkingen
KP 0 – KP 2.5	HDD	Kruising zeewering
KP 2.5 – KP 6.0	S-lay / post trench	Diepte > 7 m
KP 6.0 – KP 14.0	CSD / TSHD / S-lay	Route zoekt ondiepte van Meeuwenstaart en vermijdt diepere Oude Westereems en Ranselgat
KP 14.0 – KP 21.0	S-lay / post trench	Diepte > 7 m
KP 21.0 – KP 25.5	CSD / TSHD / S-lay	Route gaat over ondiepe Huibertplaat en vermijdt diepere Horsborngat
KP 25.5 – KP 28.5	S-lay / post trench	Diepte > 7 m
KP 28.5 – KP 30.5	CSD / TSHD / S-lay	Ondiepte Ballonplaat/ Rottumerbult
KP 30.5 – KP 63.0	S-lay / post trench	Diepte gaat eerst naar 10 en dan snel naar 20 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz., CSD en TSHD: baggervaartuig.

Verder offshore zijn er langs de route nog een aantal uitdagende kabelkruisingen.

- Rond KP 21: Cobra kabel.
- Rond KP 33: Buitengaats, Gemini, Norned, Tycom, 4 kruisingen over een lengte van ongeveer 800 m, waterdiepte 8 tot 9 m, zie Figuur 3-6.



Figuur 3-6 Kruising kabels rond KP 33 (3x elec, 1 tele)

De kabels zijn hier waarschijnlijk tot aanzienlijke diepte begraven (exacte diepte op kruising-locatie nog onbekend). Met name de kruising met de Cobra kabel ligt in een waterdiepte waar een toegangsgeul gebaggerd moet worden voor de installatie van de pijpleiding. De Cobra kabel ligt op sommige locaties extra diep in verband met mogelijke toekomstige verdieping van de scheepvaartroute. De benodigde baggerwerken moeten als niet praktisch/ veilig uitvoerbaar beschouwd worden bij een in operatie zijnde Cobra kabel (niveau bodem trench en kabel zouden verticaal meters uit elkaar moeten liggen).

De lange kruising (4 kabels) bij KP 33 zou mogelijk zijn als een geringe begraafdiepte voor de pijpleiding acceptabel is in dit gebied in combinatie met een zeer grote begraafdiepte van de bestaande kabels (logischerwijs een onwaarschijnlijke combinatie). Hierbij moet worden opgemerkt dat kabelexploitanten het vaak niet acceptabel vinden dat een pijpleiding bovenlangs kruist zonder fysieke scheiding die direct contact onmogelijk maakt (bv betonnen matras). Het zou kunnen leiden tot de noodzaak om de kabels uit operatie te nemen, door te knippen, en na leiding installatie boven de leiding weer te koppelen, danwel een andere complexe methode, zoals een HDD (nat naar nat).

C. Baggeren

De totale hoeveelheid baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding wordt geschat op:

KP 6 – KP 14: $4.0*10^6$ m^3
KP 21 – KP 25.5: $3.5*10^6$ m^3
KP 28.5 – KP 30.5: $0.7*10^6$ m^3

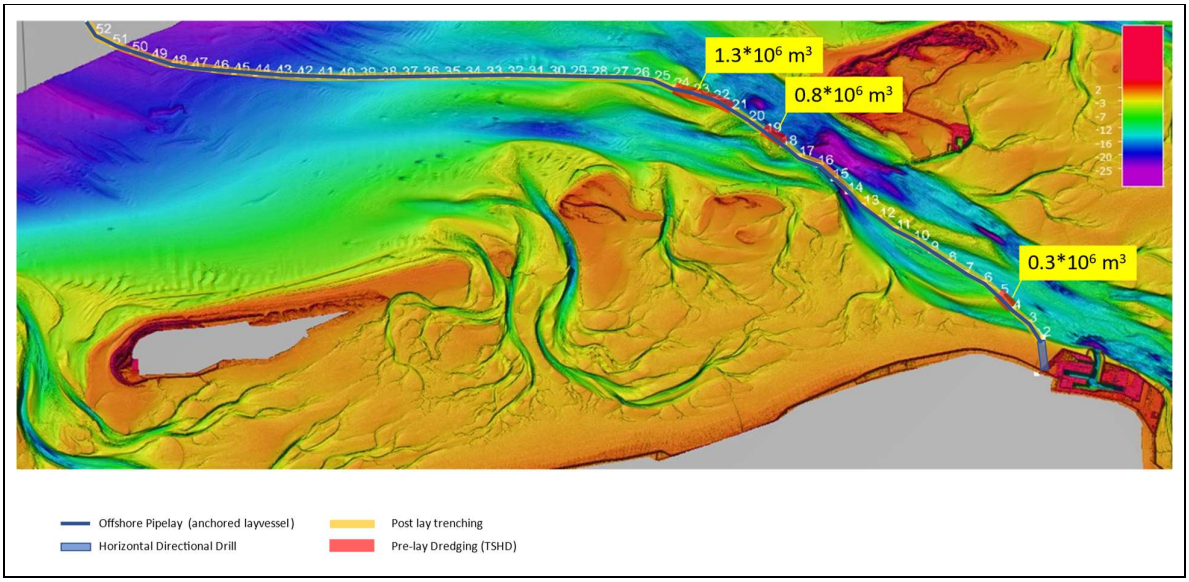
Totaal: $8.2*10^6$ m^3

Daarnaast is 46.0 km post-trenching noodzakelijk tot het gemeenschappelijke offshore eindpunt van alle routes.

D. Uitdagingen en Veiligheid

- Diverse complexe kabelkruisingen, nabij kruising zeewering en verder offshore
- Lengte en diameter combinatie HDD is aan de grens van de huidige toepassing van deze techniek
- Haakse aansluiting van HDD op offshore pijpleiding
- Route niet geoptimaliseerd voor aanleg pijpleiding voor waterstof, met name als gevolg van de keuze voor de ondiepe delen, additioneel baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding
- Werken nabij scheepvaartroute
- Vergunningstraject in Eems Dollard Verdragsgebied

II Oude Westereems route en alternatief (geoptimaliseerd)



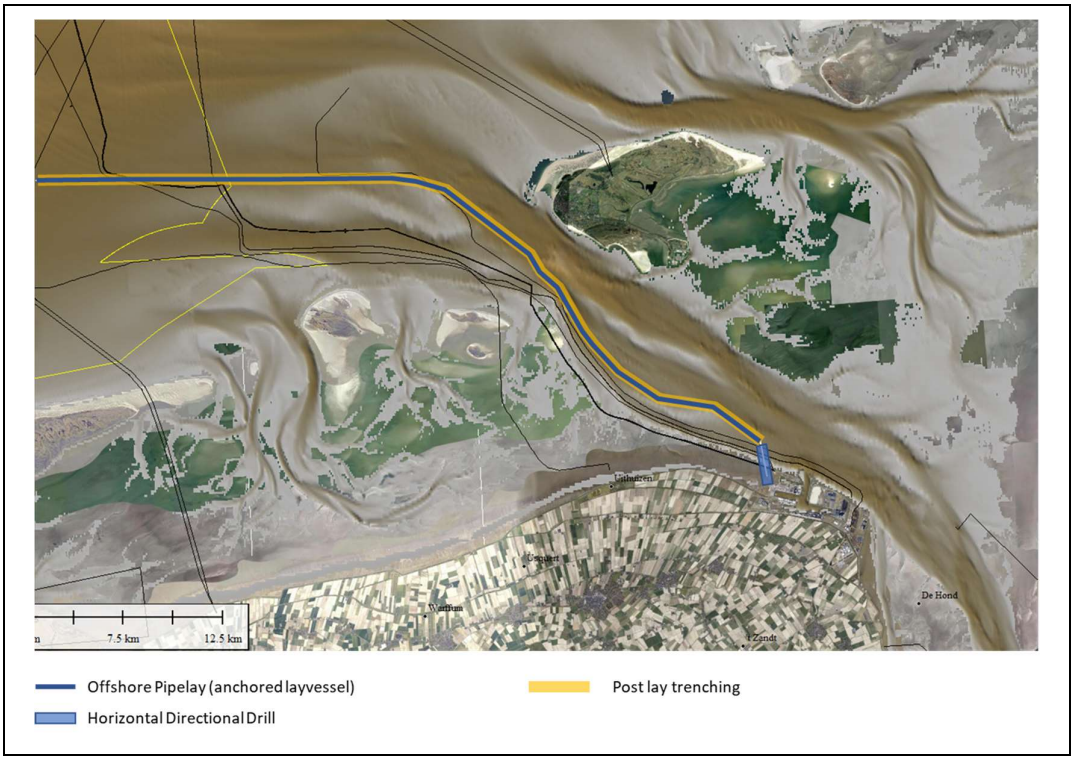
Figuur 3-7 Overzicht Route II

A. Algemeen

De Oude Westereems route is ontwikkeld voor de installatie van offshore elektriciteitskabels, rekening houdend met de flexibiliteit van kabels en de gebruikelijke installatiemethodes en -materieel voor kabels. De route is een variatie op de Meeuwenstaart route (Route I) die bij de Meeuwenstaart / Oude Wetereems iets minder de ondiepte opzoekt zonder echt de diepste geulen te gebruiken. Daardoor is deze route niet voor de volle lengte geoptimaliseerd voor een pijpleiding, met name als gevolg van de keuze voor de ondiepe delen.

De route loopt door een morfologisch dynamisch gebied. Om permanente begraving, zoals noodzakelijk geacht voor waterstofleidingen offshore, te garanderen zal hier rekening mee moeten worden gehouden. De route zoekt specifiek de ondiepe delen op, en vermijdt de geulen in verband met interactie met scheepvaart. Als in verband met morfologische dynamiek een grote begraafdiepte is gewenst, zal een aanzienlijke hoeveelheid baggerwerk nodig zijn. Met name indien toegang voor een legschip gecreëerd moet worden (bodembreedte geul van 40 m aangenomen). Installatie met een vaar/voertuig in zeer ondiep water en vervolgens trenchen tot grote diepte zoals mogelijk is met kabels is niet toepasbaar voor pijpleidingen.

Tijdens de uitgevoerde detail re-route van Route II voor de aanleg van kabels in februari/maart 2023 is vanwege de hoge baggervolumes overeengekomen om Route II vooralsnog niet te optimaliseren voor de aanleg van een waterstofleiding.



Figuur 3-8 Overzicht Geoptimaliseerde Route II

Als alternatief voor deze Route II (en vegelijkbare Route I en III) is een alternative / geoptimaliseerde Route II gedefinieerd die een offshore route direct naar Eemshaven oplevert en is geoptimaliseerd voor pijpleidingen (waterdiepte en bochtstralen). Deze volgt dus juist de diepe delen om toegang voor schepen mogelijk te maken en om met beperkt baggerwerk en binnen de mogelijkheden van post-installatie trenching-materieel de gewenste begraafdiepte te bereiken.

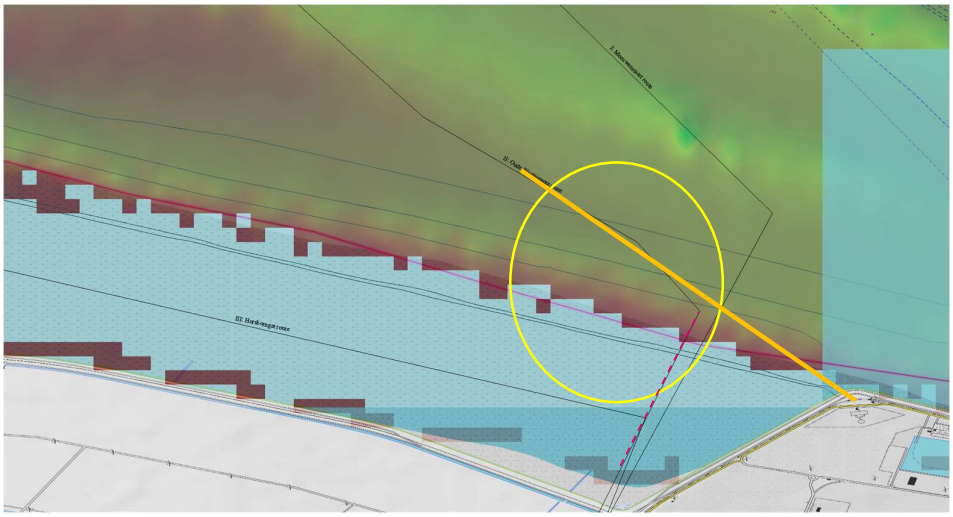
De route zoekt de kortste afstand van land naar dieper water (> 7 m waterdiepte) en volgt hiervoor de geulen in plaats van de ondiepe delen. Langs de route is de waterdiepte overal voldoende voor installatie met een legschip. De aanlanding behoeft nog optimalisatie om de installatie van een pijpleiding mogelijk te maken.

Met name tijdens installatie zal de ruimte in de geulen dus moeten worden gedeeld met scheepvaart, de route zal dichter langs/ door het grensgebied met Duitsland gaan, maar blijft verder van speciale aangewezen natuurgebieden dan de andere routes naar Eemshaven.

B. Installatie

Vanaf de startlocatie nabij Eemshaven zal de kruising met de zeewering worden uitgevoerd met behulp van een trenchloze techniek zoals een horizontaal gestuurde boring (HDD). Een aandachtspunt voor deze boring vormt de aanwezigheid van kabels (Gemini, Buitengaats) nabij de zeewering die gelijktijdig gekruist dienen te worden en de kabels die gekruist worden direct aansluitend aan de HDD (Tycom, Norned, Cobra). De aanwezigheid van deze kabels kunnen

grote invloed hebben op de uitvoering en complexiteit van de HDD, zie Figuur 3-9. Door de andere configuratie van Route II ten opzichte van Route I is de lengte van de HDD meer binnen de grenzen van de huidige mogelijkheden. De oranje lijn is een alternatieve HDD die voor het kruisen van de leidingen (Tycom, Norned, Cobra) en de aansluiting op de offshore route realistischer is, de lengte blijft aanzienlijk (2.5 km) voor de huidige staat van ontwikkeling van deze techniek.



Figuur 3-9 HDD kruising kabels (2x elec) en pijpleiding kruising kabels (1 tele, 2x elec)

De leiding kan vanaf de kruising van de zeewering in principe met een legschip verder richting offshore gelegd worden (argumentatie als voor Route I).

Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is baggerwerk voorzien in de delen met geringe diepgang voor de toegang van het legschip en aanvullend baggerwerk om de leiding op voldoende diepte te brengen.

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden waar de waterdiepte voldoende is voor het legschip en beperkte begraafdiepte noodzakelijk is.

De installatie kan dus als volgt worden samengevat, zie Tabel 3-2.

Tabel 3-2: Installatie Route II

Sectie	Installatie [1)]	Opmerkingen
KP 0 – KP 1.7	HDD	Kruising zeewering
KP 1.7 – KP 4.0	S-lay / post trench	Diepte > 7 m

Sectie	Installatie [1)]	Opmerkingen
KP 4.0 – KP 5.0	CSD /TSHD / S-lay	Route zoekt ondiepte aan de zuidkant van Oude Westereems
KP 5.0 – KP 18.0	S-lay / post trench	Diepte > 7 m
KP 18.0 – KP 19.0	CSD / TSHD / S-lay	Route gaat over ondiepe Horsbornplaat
KP 19.0 – KP 21.0	S-lay / post trench	Diepte > 7 m
KP 21.0 – KP 24.0	CSD / TSHD / S-lay	Ondiepte Huibertplaat
KP 24.0 – KP 62.0	S-lay / post trench	Diepte gaat eerst naar 10 en dan snel naar 20 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz., CSD en TSHD: baggervaartuig.

Verder offshore zijn er langs de route nog een aantal uitdagende kabelkruisingen.

- Rond KP 21: Cobra kabel, waterdiepte 6 m of minder.
- Rond KP 34 Norned en KP 38-39: Buitengaats, Gemini, Tycom, 4 kruisingen, waarvan 3 over een lengte van ongeveer 1000 m en onder een zeer ongewenste hoek (enkele kilometers bijna parallel), waterdiepte 13 tot 14 m, zie Figuur 3-10.

Figuur 3-10 Kruising kabels KP 34 – 39 (3x elec, 1 tele)

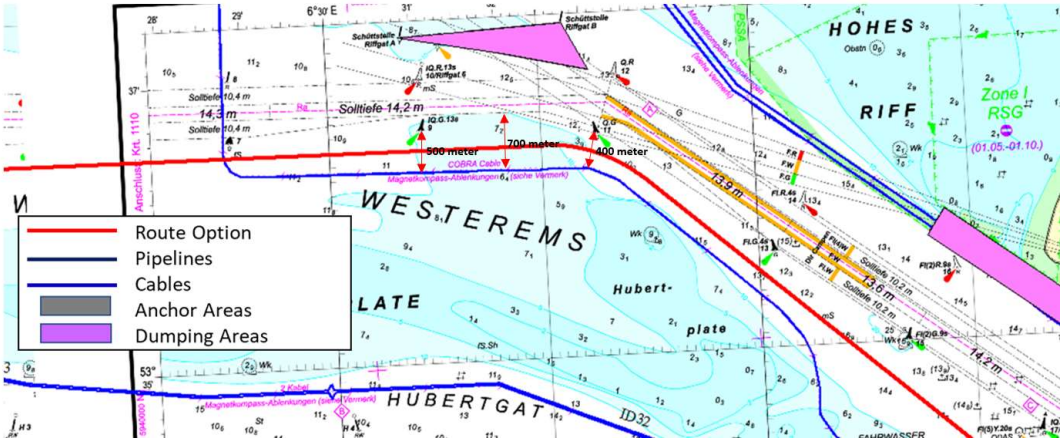
De kabels zijn hier waarschijnlijk tot aanzienlijke diepte begraven (exacte diepte op kruising locatie nog onbekend). Met name de kruising met de Cobra kabel ligt in een waterdiepte waar een toegangsgeul gebaggerd moet worden voor de pijpleiding installatie. Deze baggerwerken moeten als niet praktisch/ veilig uitvoerbaar beschouwd worden bij een in operatie zijnde Cobra kabel (niveau bodem trench en kabel zouden verticaal meters uit elkaar moeten liggen).

De lange kruising (4 kabels) tussen KP 34 en 39 zou mogelijk zijn als een geringe begraafdiepte voor de pijpleiding acceptabel is in dit gebied in combinatie met een zeer grote begraafdiepte van de bestaande kabels (logischerwijs een onwaarschijnlijke combinatie). Hierbij moet worden opgemerkt dat kabelexploitanten het vaak niet acceptabel vinden dat een pijpleiding bovenlangs kruist zonder fysieke scheiding die direct contact onmogelijk maakt (bv betonnen matras). Het zou kunnen leiden tot de noodzaak om de kabels uit operatie te nemen, door te knippen, en na pijp installatie boven de pijp weer te koppelen of een andere complexe methode, zoals een HDD (nat naar nat).

Voor de alternative/ geoptimaliseerde route II blijft de aanlanding een deel van de route dat verder geoptimaliseerd moet worden op basis van gedetaileerde informatie van de bestaande infrastructuur.

De leiding kan vanaf de kruising van de zeewering met een legschip verder richting offshore gelegd worden. Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is een relatief beperkte hoeveelheid baggerwerk noodzakelijk.

Een kritische sectie van de alternatieve route is het deel ten noorden van Huibertplaat. De aanwezigheid van de Cobra kabel en nabijheid van de scheepvaartroute dienen zorgvuldig beschouwd te worden. De "vrije" coridor is op sommige locaties rond de 400 meter, zie Figuur 3-11.



Figuur 3-11 Route sectie ten noorden van Huibertsplaat

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden om de pijpleiding op de gewenste diepte te brengen. Als de pijpleiding om bijvoorbeeld veiligheidsredenen dieper geïnstalleerd moet worden, bijvoorbeeld nabij de scheepvaartroute, dan met post-installatie trenchers kan worden gerealiseerd (ongeveer 0.8 m dekking) is enig baggerwerk mogelijk noodzakelijk.

De installatie van de geoptimaliseerde route II kan dus als volgt worden samengevat, zie .

Tabel 3-3: Installatie Route II geoptimaliseerd

Sectie	Installatie [1)]	Opmerkingen
KP 0 – KP 2.0	HDD	Kruising zeewering
KP 2.0 – KP 63.0	S-lay / post trench	Diepte > 7 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz.

Verder offshore zijn er langs de route nog een aantal uitdagende kabel kruisingen.

- Rond KP 30.5: Cobra kabel, waterdiepte 13 m. Een deel van de route ligt parallel aan de Cobra kabel.
- Rond KP 36.0: Norned, waterdiepte 13 m.
- Rond KP 40.0: Buitengaats, Gemini, Tycom, hier valt de route samen met Route II en dezelfde complexe kruising van 3 leidingen onder zeer ongunstige hoek moet worden geoptimaliseerd als deze route wordt gekozen voor verdere ontwikkeling.

C. Baggeren

De totale hoeveelheid baggerwerk voor de oorspronkelijke route II voor toegang legschip en begraven leiding wordt geschat op:

KP 4 – KP 5: $0.3*10^6$ m^3
KP 18 – KP 19: $0.8*10^6$ m^3
KP 21 – KP 24: $1.3*10^6$ m^3

Totaal: $2.4*10^6$ m^3, significant lager dan Route I omdat de diepere delen in de Oude Westereems worden gevolgd.

Daarnaast is 55.3 km post trenching noodzakelijk tot het gemeenschappelijke offshore eindpunt van alle routes.

Voor de alternatieve/ geoptimaliseerde route II is in principe geen baggerwerk nodig in de huidige configuratie. Door het dynamische zeebed kan het noodzakelijk zijn de route iets aan te passen op een aantal locaties op moment van installeren of dat toch enig baggerwerk nodig is. Verder is mogelijk bij het offshore uittredepunt van de HDD enig graaf/bagger werk nodig en indien de gewenste begraafdiepte meer is dan met post-installatie materieel haalbaar is.

D. Uitdagingen en Veiligheid

- Diverse complexe kabelkruisingen, nabij kruising zeewering en verder offshore
- Lengte en diameter combinatie HDD is aan de grens van de huidige toepassing van deze techniek
- Haakse aansluiting van HDD op offshore pijpleiding

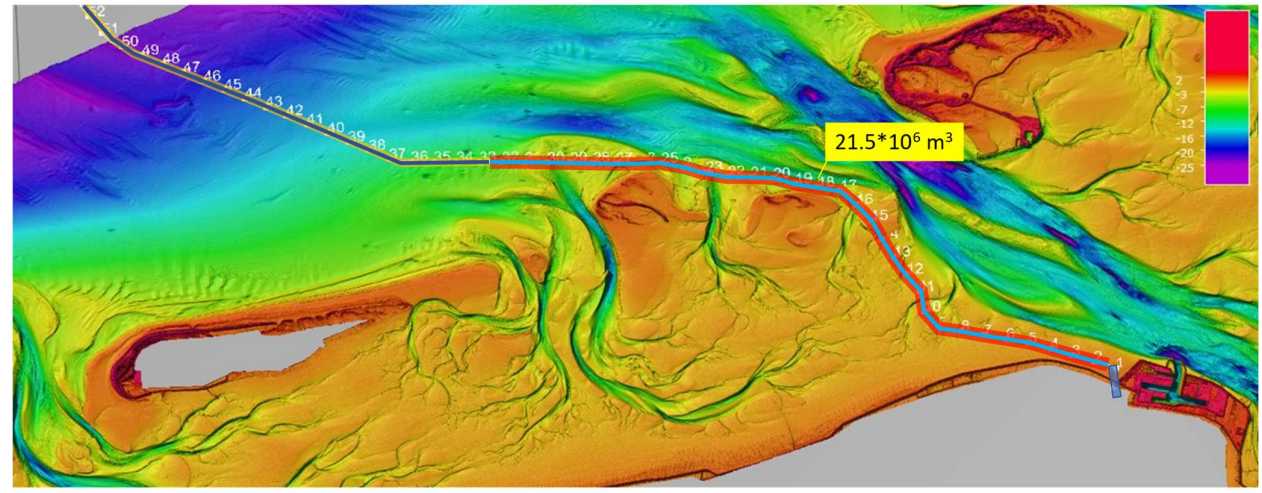
- Route niet geoptimaliseerd voor aanleg pijpleiding voor waterstof, met name als gevolg van de keuze voor de ondiepe delen, additioneel baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding
- Werken nabij scheepvaartroute
- Vergunningstraject in Eems Dollard Verdragsgebied

Voor de alternative / geoptimaliseerde roue II kan nog worden opgemerkt:

- Paralelle ligging en kruising Cobra kabel nabij scheepvaart route
- Route geoptimaliseerd voor aanleg pijpleiding voor waterstof, hierdoor minimaal (geen) baggerwerk voor legschip toegang en begraven leiding maar tijdens installatie werken in of nabij scheepvaartroute.
- Vergunningstraject in Eems Dollard Verdragsgebied

Werken nabij besloten en gevoelige gebieden maar route blijft op grotere afstand dan Route III

III Horsborngat route



Figuur 3-12 Overzicht Route III

A. Algemeen

De Horsborngat route is ontwikkeld voor de installatie van offshore elektriciteitskabels, rekening houdend met de flexibiliteit van kabels en de gebruikelijke installatiemethodes en -materieel voor kabels. De route is een variatie op de Meeuwenstaart route (Route I) en de Oude Westereems route (Route II), van de drie zoekt deze Route III het meest extreem de ondiepe delen op. Daardoor is deze route niet voor de volle lengte geoptimaliseerd voor een pijpleiding, met name als gevolg van de keuze voor de ondiepe delen.

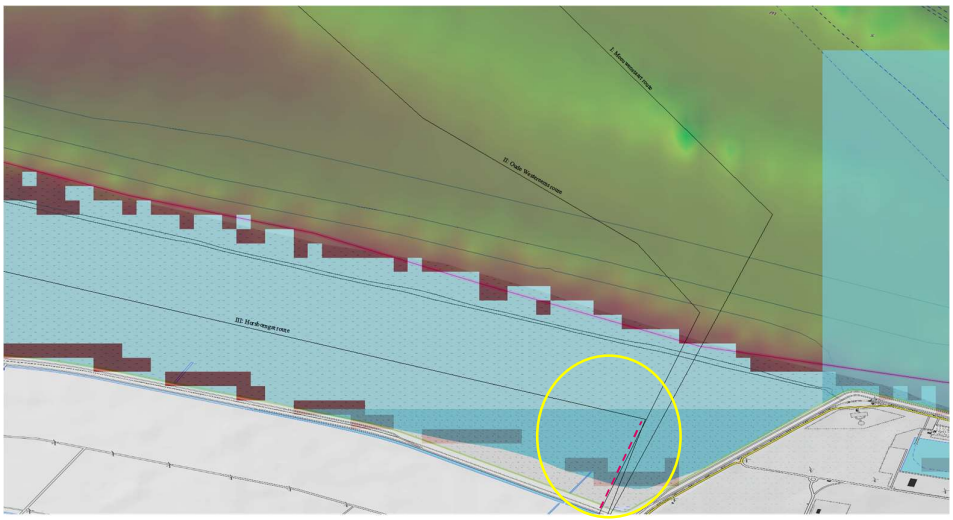
De route loopt door een morfologisch dynamisch gebied. Om permanente begraving, zoals noodzakelijk geacht voor waterstofleidingen offshore, te garanderen zal hier rekening mee moeten worden gehouden. De route zoekt specifiek de ondiepe delen op, en vermijdt de geulen in verband met interactie met scheepvaart. Als in verband met morfologische dynamiek een grote begraafdiepte is gewenst zal een aanzienlijke hoeveelheid baggerwerk nodig zijn, zeker als toegang voor een legschip gecreëerd moet worden (bodembreedte geul van 40 m aangenomen). Installatie met een vaar/voertuig in zeer ondiep water en vervolgens trenchen tot grote diepte zoals mogelijk is met kabels is niet toepasbaar voor pijpleidingen.

Tijdens de uitgevoerde detail re-route van Route III voor de aanleg van kabels in februari/maart 2023 is vanwege de hoge baggervolumes overeengekomen om Route III vooralsnog niet te optimaliseren voor de aanleg van een waterstofleiding.

Als alternatief voor deze Route III (en vergelijkbare Route I en II) is een Route XII gedefinieerd die een offshore route direct naar Eemshaven oplevert en is geoptimaliseerd voor pijpleidingen (waterdiepte en bochtstralen). Deze volgt dus juist de diepe delen om toegang voor schepen mogelijk te maken en om met beperkt baggerwerk en binnen de mogelijkheden van post-installatie trenching-materieel de gewenste begraafdiepte te bereiken.

B. Installatie

Vanaf de startlocatie nabij Eemshaven zal de kruising met de zeewering worden uitgevoerd met behulp van een trenchloze techniek zoals een horizontaal gestuurde boring (HDD). In dit geval een kortere boring dan bij Route I en II die echter toch rekening zal moeten houden met de aanwezigheid van kabels (Gemini, Buitengaats) nabij het offshore eind van de HDD, dit is te zien in Figuur 3-13. Door de andere configuratie van Route III ten opzichte van Route I en II is de lengte van de HDD meer binnen de grenzen van de huidige mogelijkheden.



Figuur 3-13 HDD kruising kabels (2x elec) en pijpleiding kruising kabels (1 tele, 2x elec)

De leiding kan vanaf de kruising van de zeewering met een legschip verder richting offshore gelegd worden. Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is veel baggerwerk noodzakelijk in de delen met geringe diepgang voor de toegang van het legschip en aanvullend baggerwerk om de leiding op voldoende diepte te brengen.

De lengte van het toegangskanaal voor het legschip is dusdanig lang (32 km) dat het ontwikkelen van innovatieve installatiemethodes (zie Ref. [2]) mogelijk interessant is. Dit brengt echter ook installatie (kosten en tijdschema) risico met zich mee alsmede kwaliteit risico van het geïnstalleerde product. Het gebruik van methodes als beschreven in de introductie (zie introductie Hoofdstuk 3) kan een goed alternatief zijn. Een alternatief moet worden ontwikkeld met potentiële aannemers input.

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden waar de waterdiepte voldoende is voor het legschip en beperkte begraafdiepte noodzakelijk is.

De installatie kan dus als volgt worden samengevat, zie Tabel 3-4.

Tabel 3-4: Installatie Route III

Sectie	Installatie [1)]	Opmerkingen
KP 0 – KP 1.0	HDD	Kruising zeewering
KP 1.0 – KP 32.5	CSD / TSHD / S-lay of alternatief	Route zoekt ondiepte langs de kust en eilanden, overweeg alternatief
KP 32.5 – KP 61.0	S-lay / post trench	Diepte gaat eerst naar 10 en dan snel naar 20 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz., CSD en TSHD: baggervaartuig.

Verder offshore zijn er langs de route nog een aantal uitdagende kruisingen.

- Rond KP 18: 36-inch NGT in 4 m waterdiepte.
- Rond KP 37: 36-ich NGT in 10 m waterdiepte.

Het moet worden aangenomen dat de NGT leiding de minimaal benodigde dekking heeft, zonder dat er veel ruimte is van top pijpleiding tot zeebed om een tweede leiding te begraven met voldoende dekking. Het zal waarschijnlijk niet acceptabel zijn om in deze geringe waterdiepte een kruising boven het zeebed te realiseren. Er zal dus een ongebruikelijke, waarschijnlijk complexe kruisingconstructie (2x) noodzakelijk zijn.

C. Baggeren

De totale hoeveelheid baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding wordt geschat op:

KP 1.0 – KP 32.5: $21.5*10^6$ m^3

Totaal: $21.5*10^6$ m^3, significant meer dan Route I omdat de eerste 32.5 km door ondiep water vlak onder de kust loopt: Uithuizerwad, Horsbornzand, en de Schildgronden voor de kust van Rottumeroog en Rottumerplaat langs.

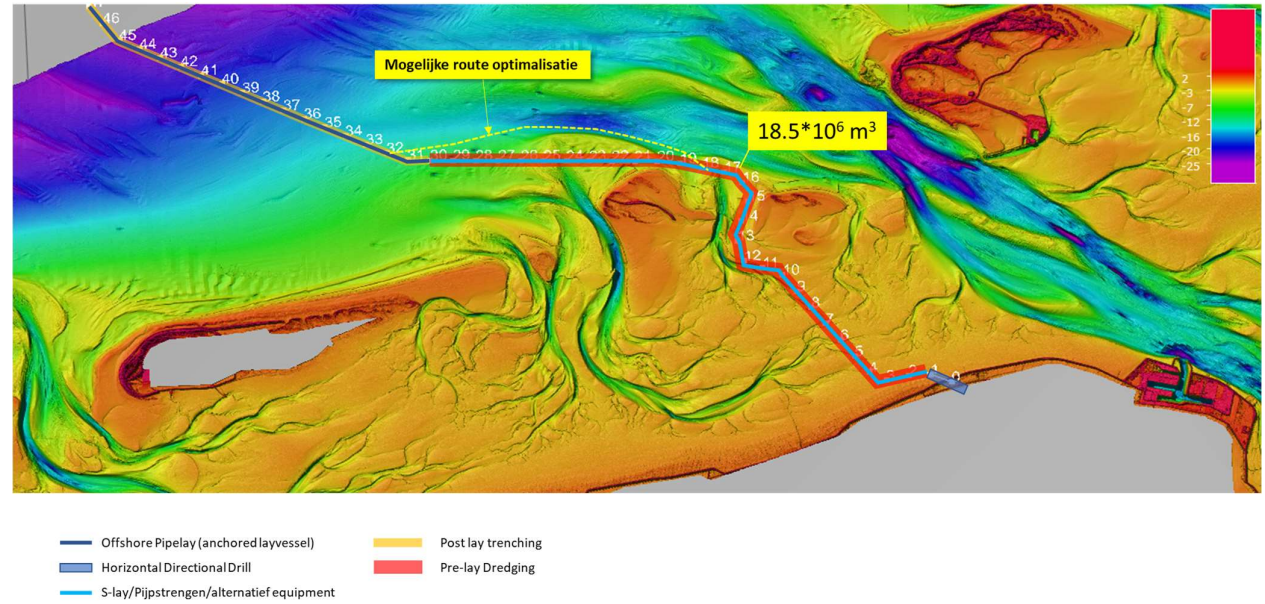
Deze hoeveelheid kan worden gereduceerd door over te stappen op onconventionele aanlegmethodes die geen gebruik maken van bestaande pijplegschepen, zie introductie Hoofdstuk 3.

Daarnaast is 28.5 km post trenching noodzakelijk tot het gemeenschappelijke offshore eindpunt van alle routes.

D. Uitdagingen en Veiligheid

- Route niet geoptimaliseerd voor aanleg pijpleiding voor waterstof op traditionele wijze, voor legschip toegang is uitzonderlijk veel baggerwerk noodzakelijk. Dit maakt een alternatieve, ongebruikelijke installatie methode het overwegen waard, zie ook inleiding hoofdstuk 3. Sommige bochten in de route zullen moeilijk te realiseren zijn voor een stalen leiding
- Deze route kruist / komt het dichts bij speciale natuurgebieden (Natura 2000, Art 20, habitatgebieden en zeehondenligplaatsen) van routes I, II en III (en XII)
- Dubbele kruising van 36-inch NGT pijpleiding in ondiep water (1x 4 m en 1x 10 m waterdiepte)
- Haakse aansluiting van HDD op offshore pijpleiding

IV Geul-route Rottums



Figuur 3-14 Overzicht Route IV

A. Algemeen

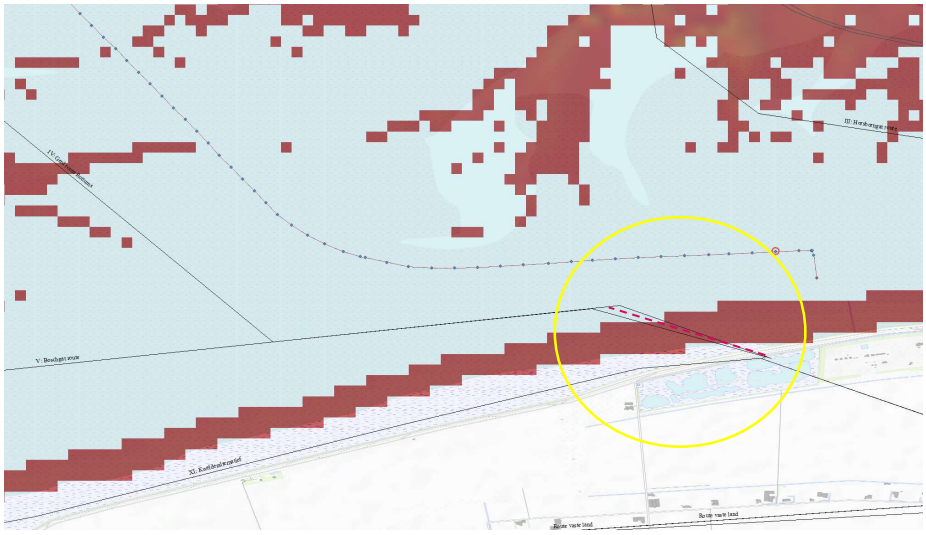
De Geul-route Rottums is ontwikkeld voor de installatie van offshore elektriciteitskabels, rekening houdend met de flexibiliteit van kabels en de gebruikelijke installatiemethodes en -materieel voor kabels. De route is ontwikkeld met dezelfde filosofie als routes I, II en III, hij zoekt de ondiepe delen op en maakt bochten met buigstralen die alleen met flexibele kabels uitvoerbaar zijn zonder overbelasting van het pijpmateriaal.

Zoals Route XII een optimalisatie van Routes I, II en III is, lijkt voor Route IV ook een optimalisatie voor installatie van pijpleidingen mogelijk. Dit gaat dan met name om het stuk van KP 18 tot KP 30, waar bij een meer noordelijke route door de diepe delen van het Huibertgat een geschiktere route voor traditionele installatie van pijpleidingen ontstaat. Deze ruimte is echter grotendeels ingenomen door NGT, Tycom en Norned en een dergelijke routewijziging zal dus tot meer kruisingen en installatie dicht bij andere infrastructuur aanleiding zijn.

Tijdens de uitgevoerde detail re-route van Route IV voor de aanleg van kabels in februari/maart 2023 is vanwege de hoge baggervolumes overeengekomen om Route IV vooralsnog niet te optimaliseren voor de aanleg van een waterstofleiding.

B. Installatie

Vanaf de startlocatie ten noorden van Uithuizen, nabij de NGT aanlanding, zal de kruising met de zeewering worden uitgevoerd met behulp van een trenchloze techniek zoals een horizontaal gestuurde boring (HDD). Een korte boring die rekening zal moeten houden met de aanwezigheid van de NGT pijpleiding. Bij de huidige route is er van de startlocatie op land een ongeveer 1.0 km rechte lijn (HDD) die scherp naar het westen knikt om op ongeveer 500 m van de NGT leiding te blijven, zie Figuur 3-15.



Figuur 3-15 HDD kruising en nabijheid NGT pijpleiding

De leiding kan vanaf de kruising van de zeewering met een legschip verder richting offshore gelegd worden. Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is veel baggerwerk noodzakelijk in de delen met geringe waterdiepte voor de toegang van het legschip en aanvullend baggerwerk om de leiding op voldoende diepte te brengen, ten aanzien van dit aspect is de route vergelijkbaar met Route III.

De lengte van het toegangskanaal voor het legschip is dusdanig lang (na ongeveer 30 km is de waterdiepte 7 m) dat het ontwikkelen van innovatieve installatiemethodes (zie Ref. [2]) mogelijk interessant is. Dit brengt echter ook installatie (kosten en tijdschema) risico met zich mee alsmede kwaliteit risico van het geïnstalleerde product. Het gebruik van methodes als beschreven in de introductie (zie introductie Hoofdstuk 3) kan een goed alternatief zijn. Een alternatief moet worden ontwikkeld met potentiële aannemers input.

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden waar de waterdiepte voldoende is voor het legschip en beperkte begraafdiepte noodzakelijk is.

De installatie kan dus als volgt worden samengevat, zie Tabel 3-5.

Tabel 3-5: Installatie Route IV

Sectie	Installatie [1)]	Opmerkingen
KP 0 – KP 1.0	HDD	Kruising zeewering
KP 1.0 – KP 30.0	CSD / TSHD / S-lay of alternatief	Route zoekt ondiepte langs de kust en eilanden, overweeg alternatief
KP 30.0 – KP 56.0	S-lay / post trench	Diepte gaat eerst naar 10 en dan snel naar 20 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz., CSD en TSHD: baggervaartuig.

Verder offshore is er langs de route nog een uitdagende kruising.

- Rond KP 31.5: 36-ich NGT in 10 m waterdiepte.

Het moet worden aangenomen dat de NGT leiding de minimaal benodigde dekking heeft, zonder dat er veel ruimte is van top pijpleiding tot zeebed om een tweede leiding te begraven met voldoende dekking. Het zal waarschijnlijk niet acceptabel zijn om in deze geringe waterdiepte een kruising boven het zeebed te realiseren. Er zal dus een ongebruikelijke, waarschijnlijk complexe kruising constructienoodzakelijk zijn.

C. Baggeren

De totale hoeveelheid baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding wordt geschat op:

KP 1.0 – KP 30.0: $18.5*10^6$ m^3

Totaal: $18.5*10^6$ m^3, significant meer dan Route I en II, vergelijkbaar met Route III omdat de eerste 30.0 km door ondiep water vlak onder de kust loopt: Uithuizerwad, Schild, de Schildgronden voor de kust van Rottumerplaat langs. Een wijziging van de route vanaf KP 18 naar dieper water geeft een reductie tot ongeveer $13.5*10^6$ m^3.

Deze hoeveelheid kan verder worden gereduceerd door over te stappen op onconventionele aanlegmethodes die geen gebruik maken van bestaande pijplegschepen, zie introductie Hoofdstuk 3.

Daarnaast is 26.0 km post trenching noodzakelijk tot het gemeenschappelijke offshore eindpunt van alle routes.

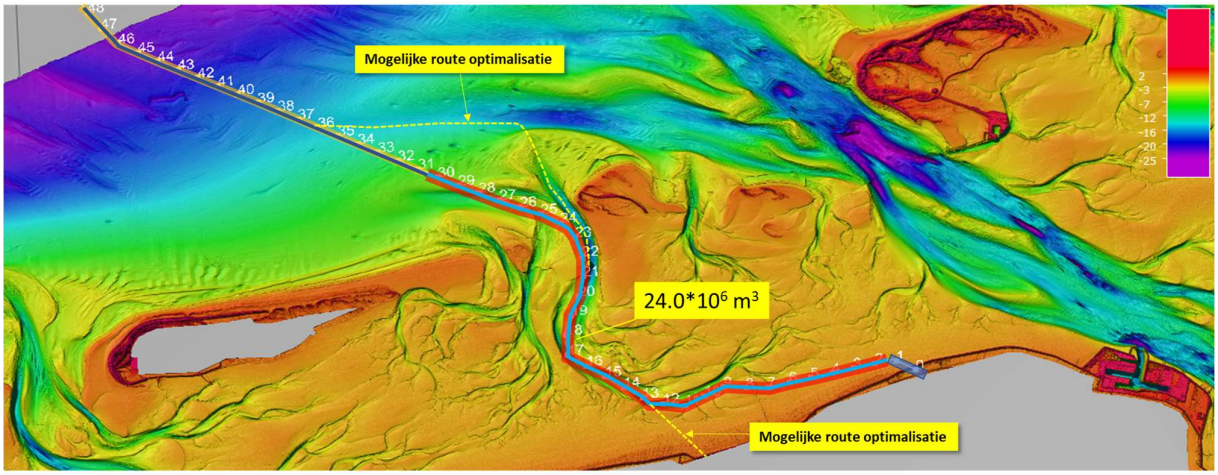
D. Uitdagingen en Veiligheid

- Route niet geoptimaliseerd voor aanleg pijpleiding voor waterstof op traditionele wijze, voor legschip toegang is uitzonderlijk veel baggerwerk noodzakelijk. Dit maakt een alternatieve, ongebruikelijke installatie methode het overwegen waard, zie ook inleiding

hoofdstuk 3. Sommige bochten in de route zullen moeilijk te realiseren zijn met een stalen leiding

- Deze route kruist / komt dichtbij speciale natuurgebieden (Natura 2000, Art 20, habitatgebieden en zeehondenligplaatsen)
- Kruising van 36-inch NGT pijpleiding in ondiep water (10 m waterdiepte)
- Haakse aansluiting van HDD op offshore pijpleiding

V Boschgat route



Figuur 3-16 Overzicht Route V

A. Algemeen

De Boschgat Route is ontwikkeld voor de installatie van offshore elektriciteitskabels, rekening houdend met de flexibiliteit van kabels en de gebruikelijke installatiemethodes en -materieel voor kabels. De route is vergelijkbaar met Route IV, ontwikkeld met dezelfde filosofie, hij zoekt de ondiepe delen op en maakt bochten met buigstralen die alleen met flexibele kabels uitvoerbaar zijn zonder overbelasting van het pijpmateriaal.

Een groot deel van de routes IV en V zijn identiek, het verschil is de route vanaf de kust van het vasteland naar een punt ten noorden van de Waddeneilanden: de ene route gaat langs het Schild tussen Rottumeroog en Rottumerplaat (IV), de andere (V) gaat langs het Boschgat tussen Rottumerplaat en Schiermonnikoog.

Net als bij Route IV lijkt ook voor Route V een optimalisatie voor installatie van pijpleidingen mogelijk. De eerste is het laatste deel van de route nabij de kust. Vanaf de zeezijde gaat de route door het Boschgat. Wanneer de route de kust bijna heeft bereikt gaat deze nog onnodig lang verder naar het oosten, over het Uithuizerwad, door ondiep gebied om pas bij Uithuizen aan land te gaan. Een aanlanding nabij Kloosterburen of Pieterburen lijkt een logischer oplossing.

Als tweede optimalisatie kan, nu richting zee kijkend, de route door het Boschgat geoptimaliseerd worden door meer de diepe delen op te zoeken. Net als bij Route IV kan ten

noorden van de eilanden sneller de diepte van het Huibertgat worden opgezocht. In dit geval is er minder conflict met de bestaande leidingen omdat Route V verder westelijk ligt en de bestaande leidingen (NGT, Tycom, Norned) reeds naar het noorden zijn afgebogen.

Tijdens de uitgevoerde detail re-route van Route V voor de aanleg van kabels in februari/maart 2023 is vanwege de hoge baggervolumes overeengekomen om Route V vooralsnog niet te optimaliseren voor de aanleg van een waterstofleiding.

B. Installatie

Vanaf de startlocatie ten noorden van Uithuizen, nabij de NGT aanlanding, zal de kruising met de zeewering worden uitgevoerd met behulp van een trenchloze techniek zoals een horizontaal gestuurde boring (HDD). Een korte boring die rekening zal moeten houden met de aanwezigheid van de NGT pijpleiding, zie verder Route IV.

De leiding kan vanaf de kruising van de zeewering met een legschip verder richting offshore gelegd worden. Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is veel baggerwerk noodzakelijk in de delen met geringe waterdiepte voor de toegang van het legschip en aanvullend baggerwerk om de leiding op voldoende diepte te brengen, ten aanzien van dit aspect is de route vergelijkbaar met Route III en IV.

De lengte van het toegangskanaal voor het legschip is dusdanig lang (na ongeveer 30.5 km is de waterdiepte 7 m) dat het ontwikkelen van innovatieve installatiemethodes (zie Ref. [2]) mogelijk interessant is. Dit brengt echter ook installatie (kosten en tijdschema) risico met zich mee alsmede kwaliteit risico van het geïnstalleerde product. Het gebruik van methodes als beschreven in de introductie (zie introductie Hoofdstuk 3) kan een goed alternatief zijn. Een alternatief moet worden ontwikkeld met potentiële aannemers input.

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden waar de waterdiepte voldoende is voor het legschip en beperkte begraafdiepte noodzakelijk is.

De installatie kan dus als volgt worden samengevat, zie Tabel 3-6.

Tabel 3-6: Installatie Route V

Sectie	Installatie [1)]	Opmerkingen
KP 0 – KP 1.0	HDD	Kruising zeewering
KP 1.0 – KP 30.5	CSD/ TSHD / S-lay of alternatief	Route zoekt ondiepte langs de kust en eilanden, overweeg alternatief
KP 30.5 – KP 58.0	S-lay / post trench	Diepte gaat eerst naar 10 en dan snel naar 20 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz., CSD en TSHD: baggervaartuig.

Verder offshore is er langs de route nog een uitdagende kruising.

- Rond KP 33.5: 36-ich NGT in 10 m waterdiepte.

Het moet worden aangenomen dat de NGT leiding de minimaal benodigde dekking heeft, zonder dat er veel ruimte is van top pijpleding tot zeebed om een tweede leiding te begraven met voldoende dekking. Het zal waarschijnlijk niet acceptabel zijn om in deze geringe waterdiepte een kruising boven het zeebed te realiseren. Er zal dus een ongebruikelijke, waarschijnlijk complexe kruisingconstructie noodzakelijk zijn.

C. Baggeren

De totale hoeveelheid baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding wordt geschat op:

KP 1.0 – KP 30.5: $24.0*10^6$ m^3

Totaal: $24.0*10^6$ m^3, significant meer dan Route I en II, en zelfs meer dan III en IV omdat de eerste 30.5 km door ondiep water vlak onder de kust loopt: Uithuizerwad, Pieterburenwad en Boschplaat.

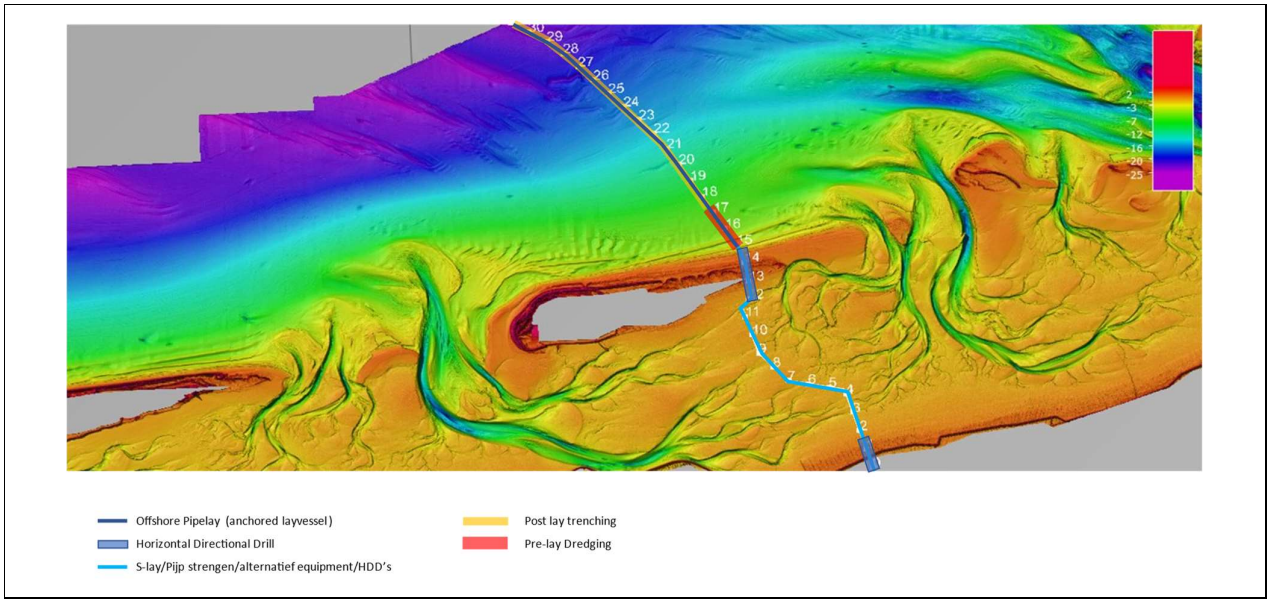
Deze hoeveelheid kan verder worden gereduceerd door over te stappen op onconventionele aanlegmethodes die geen gebruik maken van bestaande pijplegschepen (zie introductie Hoofdstuk 3) en/of de route te wijzigen en een directere route naar het vasteland te kiezen.

Daarnaast is 27.5 km post trenching noodzakelijk tot het gemeenschappelijke offshore eindpunt van alle routes.

D. Uitdagingen en Veiligheid

- Route niet geoptimaliseerd voor aanleg pijpleiding voor waterstof op traditionele wijze, voor legschip toegang is uitzonderlijk veel baggerwerk noodzakelijk. Dit maakt een alternatieve, ongebruikelijke installatie methode het overwegen waard, zie ook inleiding hoofdstuk 3. Route minimaliseert ook niet de lengte over het wad en kan eerder aanlanden met een langer stuk over land naar de uiteindelijke eindlocatie. Sommige bochten in de route zullen moeilijk te realiseren zijn met een stalen leiding
- Deze route kruist / komt dichtbij speciale natuurgebieden (Natura 2000, Art 20, habitatgebieden en zeehondenligplaatsen)
- Kruising van 36-inch NGT pijpleiding in ondiep water (10 m waterdiepte)
- Haakse aansluiting van HDD op offshore pijpleiding

VII Schiermonnikoog wantij route



Figuur 3-17 Overzicht Route VII

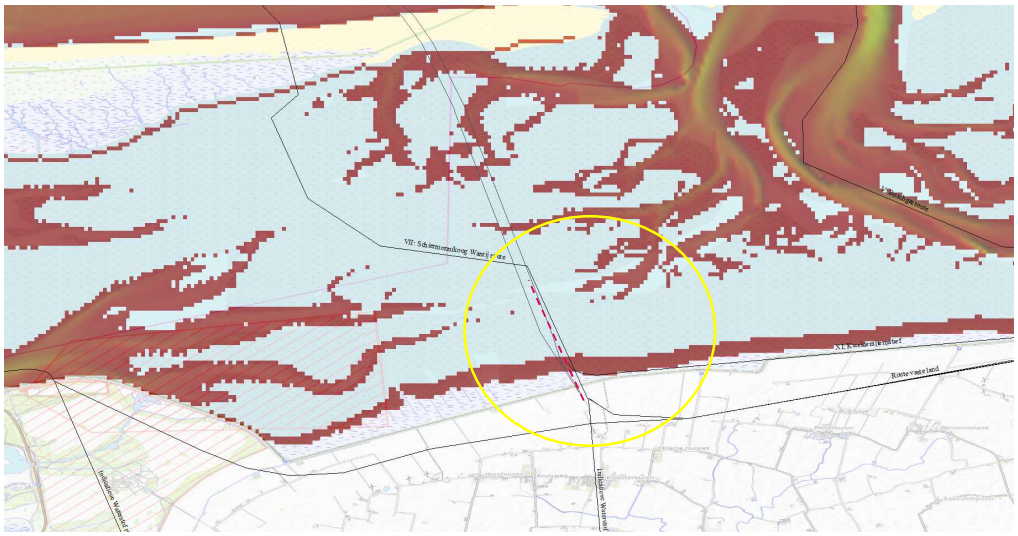
A. Algemeen

De Schiermonnikoog wantij route is meer geschikt voor pijpleidinginstallatie. De route zoekt de kortste afstand van land naar dieper water (> 7 m waterdiepte) ten noorden van de Waddeneilanden. Na de kruising van de waterkering is er een voldoende recht stuk zonder haakse bochten.

Het deel door ondiep water is dusdanig ondiep (valt mogelijk deel van de tijd droog) dat het gebruik van alternatieve installatiemethodes (alternatief voor legschip) hier meer praktisch uitvoerbaar is, bijvoorbeeld door middel van een aantal HDD's zoals beschreven in Ref. [2] en Ref. [4], of een geboorde tunnel.

B. Installatie

Vanaf de startlocatie ten noorden van Kloosterburen zal de kruising met de zeewering worden uitgevoerd met behulp van een trenchloze techniek zoals een horizontaal gestuurde boring (HDD). Van de startlocatie op land is een voldoende lange rechte lijn voor de aanlanding/HDD (4km) tot de eerste bocht, zie Figuur 3-18.



Figuur 3-18 HDD kruising Route VII

Aanleg met een (aangepast) legschip

De leiding kan vanaf de kruising van de zeewering met een legschip verder richting offshore gelegd worden. Om installatie met (aangepast) legschip mogelijk te maken voor deze route is veel baggerwerk noodzakelijk voor het deel over het wantij tussen vasteland en Schiermonnikoog waar de waterdiepte varieert tussen 0 en 1.5 m. De lengte van vasteland tot het strand van Schiermonnikoog is ongeveer 12 km (ongeveer 11 km van einde HDD), dit is minder lang door ondiep water dan routes III, IV en V. De hoeveelheid grondverzet wordt hieronder bij "C" besproken. Toegang van het legschip vanaf de Noordzee naar het trace is hierbij nog niet meegenomen.

De aanlanding aan de noordzijde van het eiland kan een HDD van het strand zijn of een gebaggerde (of anderszins) open ontgraving met in de brandingszone een kofferdam om de leiding op de gewenste diepte te installeren (ingetrokken van schip op zee naar land). Het eiland kan vervolgens ook sleufloos gekruist met een HDD, uitkomend aan de zuidzijde van het eiland op het wantij in de Waddenzee. Mogelijk is het gewenst om van twee kanten van het eiland te boren ("meet-in-the-middle"). De leidingstreng zal dan via het wantij aangevoerd en ingetrokken kunnen worden.

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden om de sectie ten noorden van het eiland op de gewenste diepte te brengen.

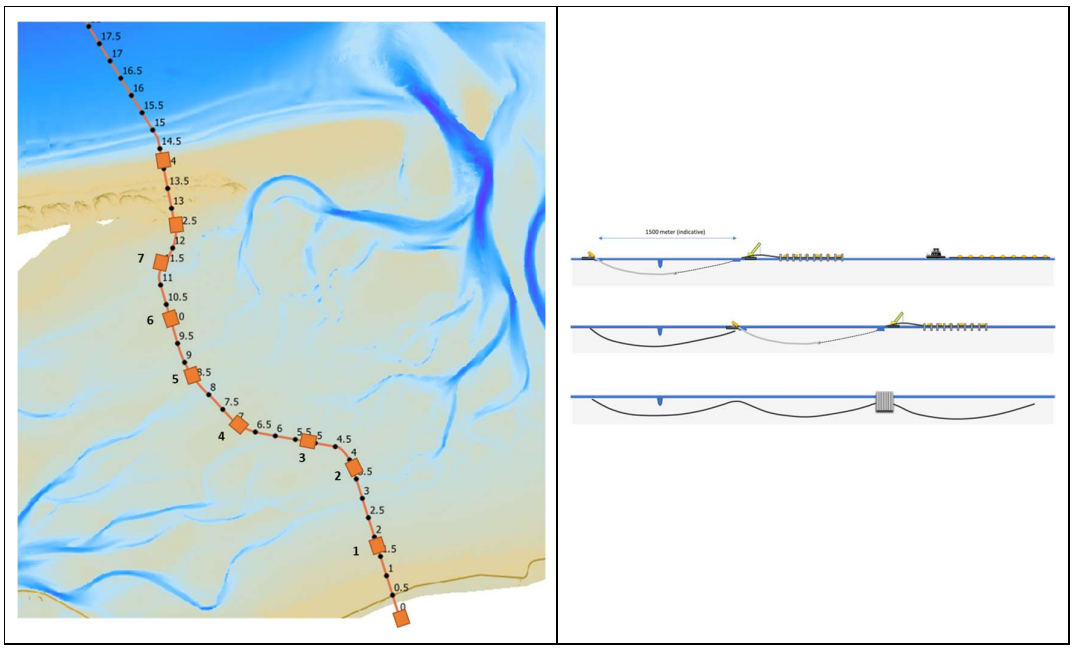
De lengte over het wantij en de geringe waterdiepte, met locaties die mogelijk een deel van de tijd zelfs droogvallen en hierdoor moeilijk bereikbaar zijn voor het legschip, maken het ontwikkelen van innovatieve installatiemethodes mogelijk interessant. Voorbeelden hiervan worden hieronder besproken.

Aanleg met een serie HDD's

Een van de te overwegen aanlegmethodes kan bestaan uit een reeks sequentiële HDD's, zoals o.a. toegepast bij het Mittelplate project in Duitsland Ref. [4]. Het Mittelplate project is weergegeven in Figuur 3-19. Het betrof een 6-inch olieleiding (veel kleiner dan de PAWOZ H_2 leiding) die in februari-april 2005 in de Duitse Waddenzee is aangelegd door middel van 6 HDD secties met variërende lengtes, van maximaal 1,400 meter. Ook hier waren zware eisen met betrekking tot milieu en ecologie van toepassing.

Figuur 3-19 Mittelplate project

Voor de Schiermonnikoog wantij route zal het bij benadering gaan om 8 tot 10 HDD's voor de volledige 12 km over het wantijgebied en de kruising van het eiland. Zie als voorbeeld Figuur 3-20.



Figuur 3-20 Schiermonnikoog Wantij voorbeeld boor locaties

De details van een dergelijke operatie dienen verder besproken en ontwikkeld te worden in samenspraak met aannemers. Voor een eerste screening lijken de volgende kerngetallen een redelijke aanname:

- Uitgaan van minimaal 10 HDD lLocaties
- Waarvan 7 HDD locaties op het wantij
- Geschatte grootte HDD locatie op het wantij (2 bakken + boorruimte) 80 m * 50 m = 400 m^2
- Geschatte additionele ruimte "30 m" zone 140 m * 110 m = 15,400 m^2 elk
- Totaal 107,800 m^2 direct gebruik zeebed oppervlak
- Geschatte totale duur operatie :
  - Mobilizatie : 4 weken (inclusief inrichten terrein pijpstrengen)
  - Iedere sectie 3 weken
  - Demobilizatie 2 weken
  - Totaal 33 weken ofwel 9 maanden

Geboorde tunnel

Als derde mogelijkheid kan een geboorde tunnel worden overwogen. Vanaf de binnenzijde van de zeewering loopt deze onder het wantij over een afstand van 11.8 km naar het oostelijk deel van het noorderstrand op Schiermonnikoog, zoals aangegeven in Figuur 3-21.

Figuur 3-21 Schiermonnikoog Wantij tunnel alternatief

Tunneldiameter, orde van grootte: 3.5 meter waarbij de pijpstrengen van land ingebracht worden.

Samengevat

De installatie kan als volgt worden samengevat, zie Tabel 3-7.

Tabel 3-7: Installatie Route VII

Sectie	Installatie [1)]	Opmerkingen
KP 0 – KP 1.0	HDD/tunnel	Kruising zeewering
KP 1.0 – KP 12.0	CSD / TSHD / S-lay, HDD of tunnel	Route zeer ondiep (<1.5 m) alternatief bv. # 6 - 10 HDD's of anders meest waarschijnlijk
KP 12.0 – KP 14.5	HDD als alternatief voor land installatie of onderdeel van tunnel	Onder/ over kwelder en strand Schiermonnikoog
KP 14.5 – KP 17.0	HDD of kofferdam met open ontgraving	Van noord strand naar ongeveer 7 m waterdiepte
KP 17.0 – KP 42.0	S-lay / post trench	Diepte gaat snel naar 20 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz., CSD en TSHD: baggervaartuig.

Verder offshore is er langs de route nog een uitdagende kruising.

- Rond KP 21.0: 36-inch NGT in 12 m waterdiepte.

Het moet worden aangenomen dat de NGT leiding de minimaal benodigde dekking heeft, zonder dat er veel ruimte is van top pijpleiding tot zeebed om een tweede leiding te begraven met voldoende dekking. Het zal waarschijnlijk niet acceptabel zijn om in deze geringe waterdiepte een kruising boven het zeebed te realiseren. Er zal dus een ongebruikelijke, waarschijnlijk complexe kruising constructie noodzakelijk zijn.

C. Baggeren en grondverzet

De totale hoeveelheid baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding (basis optie zoals hierboven beschreven) wordt geschat op:

KP 1.0 – KP 12.0: $9.0*10^6$ m^3

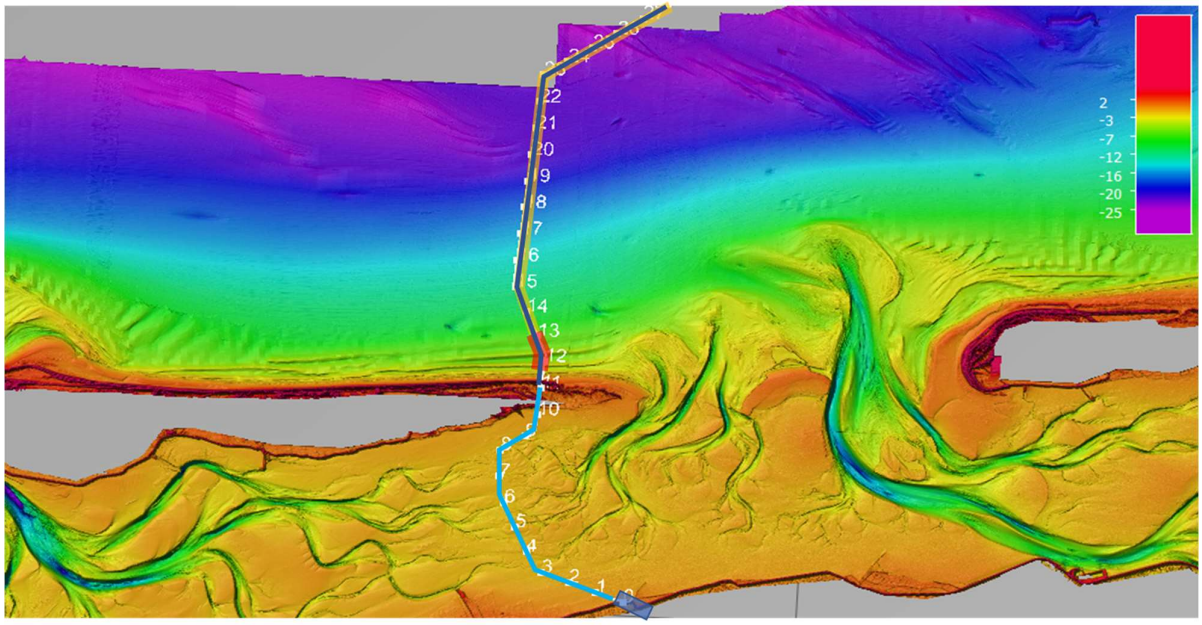
Voor de optie met HDD's zullen tie-in locaties op diepte droog gemaakt dienen te worden om het laswerk te verrichten. Hierbij zal waarschijnlijk van een damwandconstructie gebruik gemaakt worden. Hoeveelheid ontgraving is hierbij afhankelijk van de vereiste dekking op de tie-in locatie en de algehele configuratie, orde grootte 1200 m^3 per tie-in locatie. Totaal voor 7 locaties geeft dit 8,000 – 10,000 m^3.

Daarnaast is 25.0 km post trenching noodzakelijk tot het gemeenschappelijke offshore eindpunt van alle routes.

D. Uitdagingen en Veiligheid

- Het ontwikkelen van een alternatieve methode voor de aanleg over/ onder het wantij gebied.
- De intrede en uittrede locaties voor HDD's moeten zo gekozen worden dat de uitvoeringsrisico's zo klein mogelijk zijn (lengte HDD, waterdiepte intrede/ uittrede) en tegelijk invloed op speciale natuurgebieden minimaliseren.
- Kruising van 36-inch NGT pijpleiding in ondiep water (12 m waterdiepte)

VIII Ameland wantij route



Figuur 3-22 Overzicht Route VIII

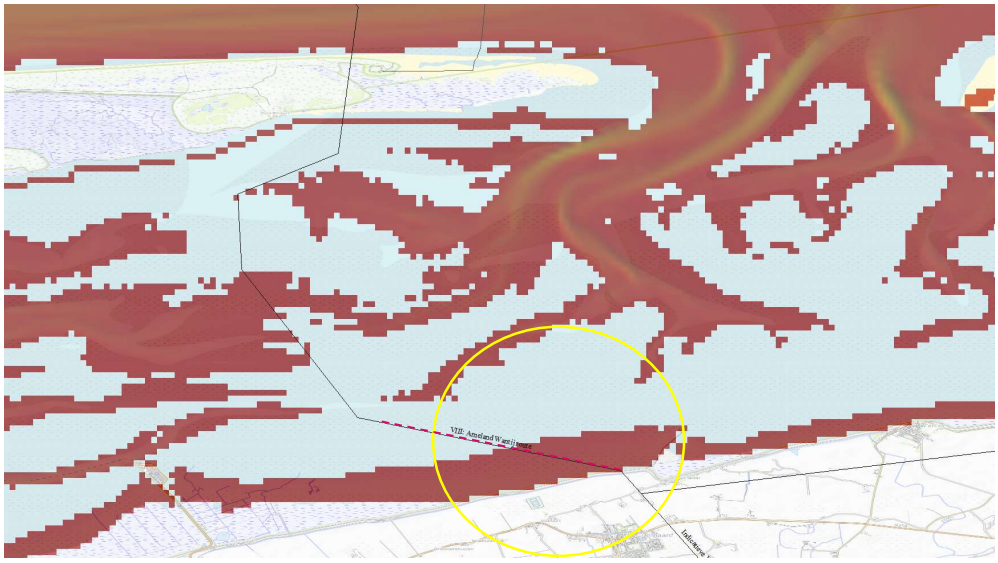
A. Algemeen

De Ameland wantij route is meer geschikt voor pijpleidinginstallatie en is zeer vergelijkbaar met de Schiermonnikoog wantij route. De route zoekt de kortste afstand van land naar dieper water (> 7 m waterdiepte) ten noorden van de Waddeneilanden en is in dit opzicht zelfs nog iets korter dan de Schiermonnikoog wantij route. Na de kruising van de waterkering is er een voldoende recht stuk zonder haakse bochten en ook elders langs de route worden scherpe bochten vermeden.

Het deel door ondiep water is dusdanig ondiep (valt mogelijk deel van tijd droog) dat het gebruik van alternatieve installatiemethodes (alternatief voor legschip) hier meer praktisch uitvoerbaar is, bijvoorbeeld door middel van een aantal HDD's zoals beschreven bij Route VII of een geboorde tunnel.

B. Installatie

Vanaf de startlocatie ten noorden van Ternaard zal de kruising met de zeewering worden uitgevoerd met behulp van een trenchloze techniek zoals een horizontaal gestuurde boring (HDD). Van de startlocatie op land is een voldoende lange rechte lijn voor de aanlanding/HDD (>3km) tot de eerste bocht, zie Figuur 3-23.



Figuur 3-23 HDD kruising Route VIII

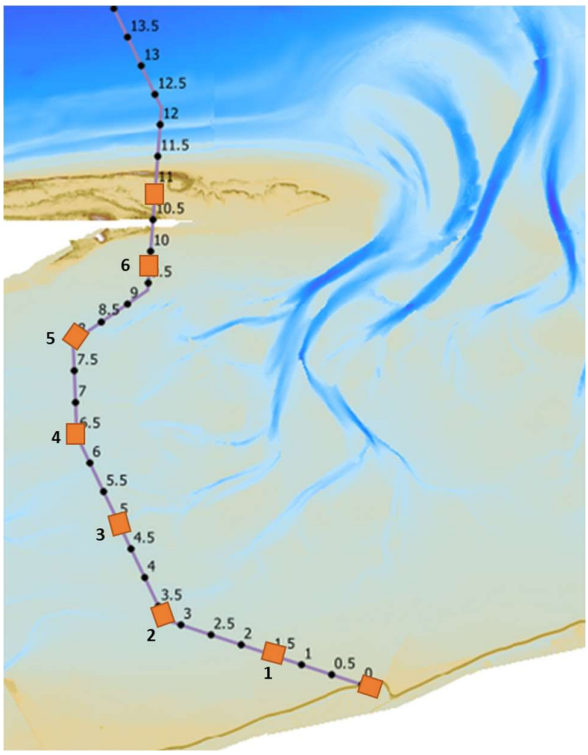
Aanleg met (aangepast) legschip

De leiding kan vanaf de kruising van de zeewering met een (aangepast) legschip verder richting offshore gelegd worden. Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is veel baggerwerk noodzakelijk voor het deel over het wantij tussen vasteland en Ameland waar de waterdiepte varieert tussen 0 en 1.5 m. De lengte van vasteland tot het strand van Ameland is ongeveer 10 km (ongeveer 9 km van einde HDD). Een post-installatie trencher kan gebruikt worden om de sectie ten noorden van het eiland op de gewenste diepte te brengen.

Aanleg met een serie HDD's

De lengte over het wantij en de geringe waterdiepte, met locaties die mogelijk een deel van de tijd zelfs droogvallen, lijkt het mogelijk te maken om ook deze route optie door mideel van een serie HDD's aan te leggen zoals beschreven voor Route VII.

In dit alternatieve aanleg scenario zal het bij benadering gaan om 6 tot 8 HDD's voor de 11 km over het wantij. Dit dient verder besproken en ontwikkeld te worden in samenspraak met aannemers. Zie ook Figuur 3-24.



Figuur 3-24 Ameland Wantij voorbeeld boor locaties

Voor een eerste screening lijken de volgende kerngetallen een redelijke aanname:

- Uitgaan van minimaal 8 HDD locaties
- Waarvan 6 HDD locaties op het wantij
- Geschatte grootte HDD locatie op het wantij (2 bakken + boorruimte) 80 m * 50 m = 400 m^2
- Geschatte additionele ruimte "30 m" zone 140 m * 110 m = 15,400 m^2 elk
- Totaal 92,400 m^2 direct gebruik zeebed oppervlak
- Geschatte totale duur operatie :
    - Mobilizatie : 4 weken (inclusief inrichten terrein pijpstrengen)
    - Iedere sectie 3 weken
    - Demobilizatie 2 weken
    - Totaal 27 weken ofwel 7 maanden

De gaswinningslocatie op Ameland zou hierbij als toegang/uitgang locatie gebruikt kunnen worden op het eiland om de invloed op duingebied te beperken. Vanaf deze locatie kan de leiding naar de aanlandingslocatie aan de noordzijde van het eiland worden aangelegd, wederom door middel van een gestuurde boring. De aanlanding aan de noordzijde van het eiland kan een HDD van het strand zijn of een gebaggerde (of anderszins) open ontgraving met in de brandingszone een kofferdam om de leiding op de gewenste diepte te installeren (ingetrokken van schip op zee naar land).

Geboorde tunnel

Als derde mogelijkheid kan een geboorde tunnel worden overwogen. Vanaf de binnenzijde van de zeewering loopt deze onder het wantij over een afstand van 8.9 km naar de gaswinningslocatie op Ameland, Figuur 3-25.

Figuur 3-25 Ameland Wantij tunnel alternatief

Tunneldiameter, orde van grootte: 3.5 meter waarbij de pijpstrengen van land ingebracht worden.

Samengevat

De installatie kan dus als volgt worden samengevat, zie Tabel 3-8.

Tabel 3-8: Installatie Route VIII

Sectie	Installatie [1)]	Opmerkingen
KP 0 – KP 1.0	HDD	Kruising zeewering
KP 1.0 – KP 10.0	CSD / TSHD / S-lay, serie HDD's of tunnel	Route zeer ondiep (<1.5 m) alternatief bv. #5 – 9 HDD's of anders meest waarschijnlijk
KP 10.0 – KP 11.5	HDD als alternatief voor land installatie	Onder/ over kwelder en strand Ameland

Sectie	Installatie [1)]	Opmerkingen
KP 11.5 – KP 13.0	HDD of open ontgraving met kofferdam	Van noord strand naar ongeveer 7 m waterdiepte
KP 13.0 – KP 47.0	S-lay / post trench	Diepte gaat snel naar 20 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz., baggervaartuig.

Verder offshore is er langs de route een aantal uitdagende kruisingen.

- Rond KP 13.5: 10-inch NAM AME2-AWG-1R pijpleiding in 7 m waterdiepte.
- Rond KP 21.0: 36-ich NGT in 20 m waterdiepte.
- Rond KP 24.5: 18-inch G17-NGT pijpleiding in 21 m waterdiepte.

C. Baggeren

De totale hoeveelheid baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding wordt geschat op:

KP 1.0 – KP 10.0: $7.0*10^6$ m^3

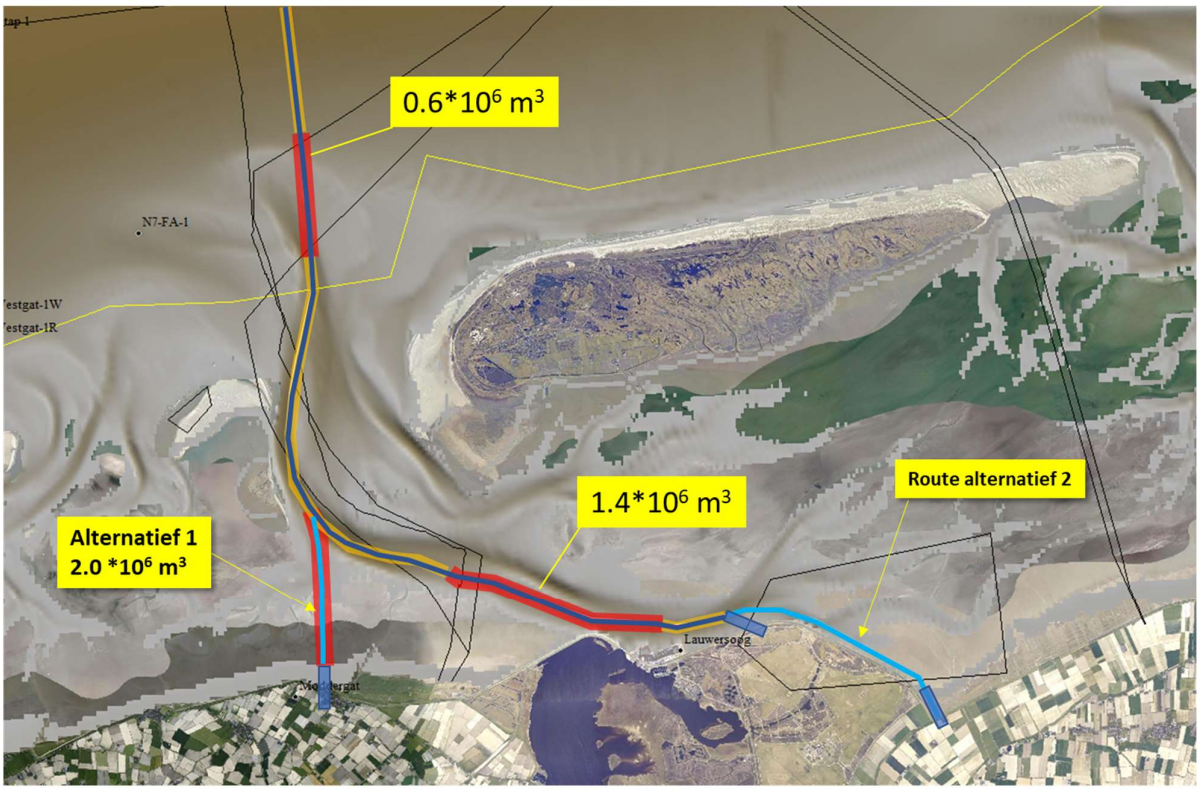
Voor de optie met HDD's zullen tie-in locaties op diepte droog gemaakt dienen te worden om het laswerk te verrichten. Hierbij zal waarschijnlijk van een damwandconstructie gebruik gemaakt worden. Hoeveelheid ontgraving is hierbij afhankelijk van de vereiste dekking op de tie-in locatie en de algehele configuratie, orde grootte 1200 m^3 per tie-in locatie. Totaal voor 6 locaties geeft dit 7,000 – 9,000 m^3.

Daarnaast is 34.0 km post trenching noodzakelijk tot het gemeenschappelijke offshore eindpunt van alle routes.

D. Uitdagingen en Veiligheid

- Het ontwikkelen van een alternatieve methode voor de aanleg over/ onder het wantij gebied.
- De intrede en uittrede locaties voor HDD's moeten zo gekozen worden dat de uitvoeringsrisico's zo klein mogelijk zijn (lengte HDD, waterdiepte intrede/ uittrede) en tegelijk invloed op speciale natuurgebieden minimaliseren.
- Kruising van bestaande leidingen: 10-inch pijpleiding in ondiep water (7 m waterdiepte) en 36-inch en 18-inch in 20+ m waterdiepte.

IX Zoutkamperlaag route



Figuur 3-26 Overzicht Route IX

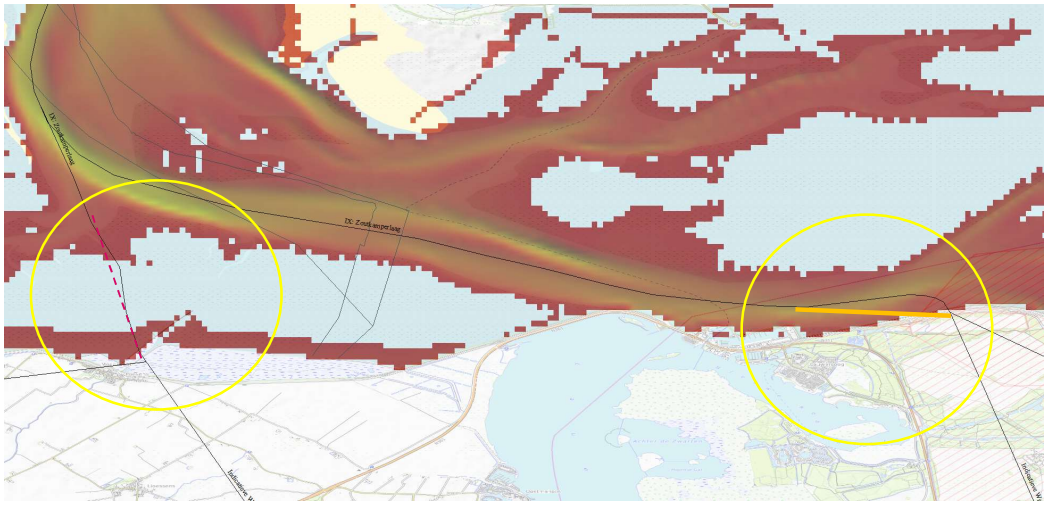
A. Algemeen

De Zoutkamperlaag Route is meer geschikt voor pijpleidinginstallatie. De route zoekt de kortste afstand van land naar dieper water (> 7 m waterdiepte) ten noorden van de Waddeneilanden en is één van de kortste offshore routes. Er zijn twee sub-routes, de westelijke route komt van offshore en volgt de kortste route naar het vasteland en het einde ligt bij Moddergat (alternatief 1), ten westen van het Lauwersmeer. De andere optie is om offshore naar het oosten te gaan en te landen ten oosten van het Lauwersmeer, bij Lauwersoog (base case) of zelfs nabij de Ommelanderzeedijk (alternatief 2) om aanlanding in het militaire oefengebied Marnewaard te voorkomen.

De westelijke/ Moddergat optie heeft na de kruising van de waterkering een voldoende recht stuk zonder haakse bochten, de oostelijke/ Lauwersoog optie zou kunnen worden aangepast volgens de oranje lijn als aangegeven in Figuur 3-27. Met name langs de westelijke route is de waterdiepte vrijwel overal voldoende voor installatie met een legschip, de oostelijke route gaat circa 3 km door ondiep water, dit kan nog geoptimaliseerd worden.

B. Installatie

Vanaf beide startlocaties zal de kruising met de zeewering worden uitgevoerd met behulp van een trenchloze techniek zoals een horizontaal gestuurde boring (HDD), zie Figuur 3-27.



Figuur 3-27 HDD kruising Route IX

Hoewel in eerste instantie de aanlanding op de Marnewaard is gekozen voor een korte verbinding met de Oort waar het offshore legschip toegang heeft, wordt er ook gekeken naar een aanlanding nabij de Ommelanderzeedijk om aanlanding in het militaire oefengebied Marnewaard te voorkomen (route alternatief 2). Dit brengt een routesectie ten oosten van de Marnewaard met zich mee waar additioneel baggerwerk voor toegang van het legschip noodzakelijk zou zijn. Als alternatief zouden leidingstrengen gebruikt kunnen worden of andere alternatieve constructie methodes, zie introductie Hoofdstuk 3.

De leiding kan vanaf de Oort met een legschip verder richting offshore gelegd worden. Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is een relatief beperkte hoeveelheid baggerwerk noodzakelijk.

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden om de sectie ten noorden van de eilanden op de gewenste diepte te brengen.

De installatie kan dus als volgt worden samengevat, zie Tabel 3-9.

Tabel 3-9: Installatie Route IX

Sectie	Installatie [1)]	Opmerkingen
KP 0 – KP 1.0	HDD	Kruising zeewering
KP 1.0 – KP 3.0	S-lay / post trench	Diepte > 7 m
KP 3.0 – KP 8.0	CSD / TSHD / S-lay	Locale ondiepte
KP 8.0 – KP 19.5	S-lay / post trench	Diepte > 7 m
KP 19.5 – KP 21.0	TSHD / S-lay	Locale ondiepte
KP 21.0 – KP 43.0	S-lay / post trench	Diepte gaat snel naar 20 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz., TSHD: baggervaartuig.

Voor alternatief 1, met kruising zeewering nabij Moddergat, zou in verband met de 3 tot 4 km door ondiepe delen deze sectie door middel van HDD's of tunnel aangelegd kunnen worden zoals beschreven bij Route VII en VIII voor de routes over het wantij.

Verder offshore is er langs de route een kruising.

- Rond KP 25.0: 36-inch NGT in 18.5 m waterdiepte.

C. Baggeren

De totale hoeveelheid baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding wordt geschat voor de aanlanding bij Lauwersoog op:

KP 3.0 – KP 8.0: $1.4*10^6$ m^3
KP 19.5 – KP 21.0: $0.6*10^6$ m^3

Totaal: $2.0*10^6$ m^3

Als voor een alternatieve aanlanding bij Moddergat (alternatief 1) wordt gekozen met toegangskanaal voor legschip is de bagger hoeveelheid 2.6 $*10^6$ m^3. Dit kan gereduceerd worden door toepassing van alternatieve installatiemethodes.

Daarnaast is 22.0 km post trenching noodzakelijk tot het gemeenschappelijke offshore eindpunt van alle routes.

D. Uitdagingen en Veiligheid

- Dit is een relatief korte offshore route, die kan worden aangelegd met traditionele installatiemethodes en beperkte baggerhoeveelheden, en blijft op relatief grote afstand van aangewezen speciale natuurgebieden.

- Kruising van bestaande leidingen: 1 x 36-inch in relatief diep water (in vergelijking met waterdiepte waar de andere routes NGT kruisen).

4 Referenties

Ref. [1] E-mail JdP (Gasunie) naar FvdL/EK (Intecsea), 1/12/2022 : FW: langsprofielen langs de 11 routes

Ref. [2] PAWOZ H_2 Eemshaven Route- en Constructie Verkenning, Intecsea, Rev. 25/8/2022

Ref. [3] https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_130099_31/ - Gasleidingen in de Noord- en Waddenzee en in de Eems

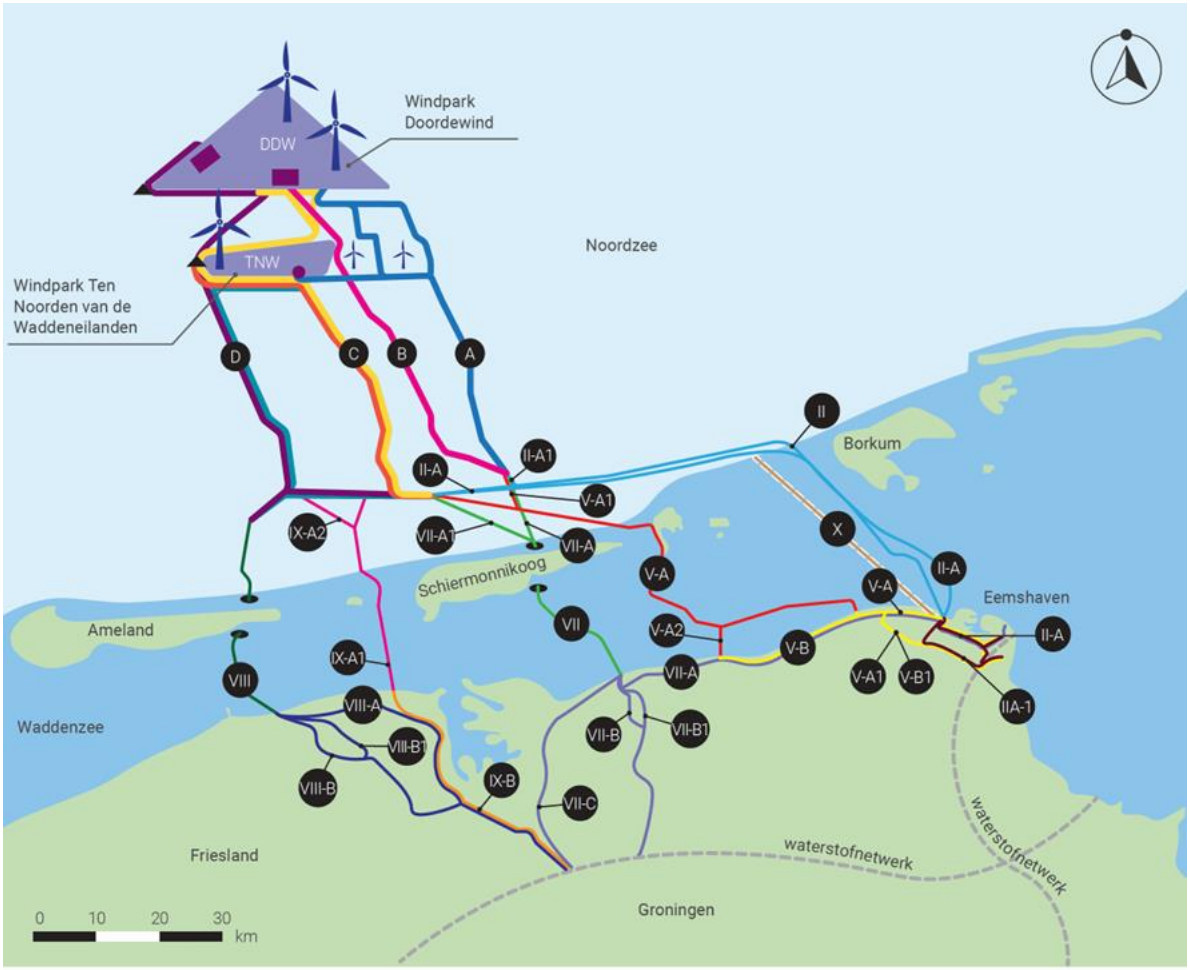
Ref. [4] Project presentatie Mittelplate Drilltec : https://www.drilltec.de/fileadmin/user_upload/www.drilltec.de/Geschaeftsfelder/Tiefbohrungen/Referenzen/Projektbericht_DrillTec_Pipeline_Link_Mittelplate_EN_rev1.indd.pdf

Ref. [5] Sharepoint site W&B update routes, langs- en dwarsprofielen, e-mail Liza de Wit dd 28/02/2023

Ref. [6] Technische ontwerpparameters voor Baseline 1 Route Ontwerp - kabels en leidingen PAWOZ - Eemshaven 27-02-2023

IV

BIJLAGE: OVERZICHTSKAART ROUTES



Legenda

Noordzee routes kabelsystemen

- A — Parallel aan Gemini kabels
- B — Parallel aan verlaten telecom kabel
- C — Direct naar TNW
- D — Parallel aan bestaande gasleiding

Noordzee routes leidingen

- C — Direct naar TNW
- D — Parallel aan bestaande gasleiding
- Demarcatiepunt
- Platformen DDW
- Platform TNW1

Waddenzee routes kabelsystemen

- II — Oude Westereems route
- V — Boschgat route
- VII — Schiermonnikoog Wantij route
- X — Tunnel route

Waddenzee routes leidingen

- II — Oude Westereems route
- VII — Schiermonnikoog Wantij route
- VIII — Ameland Wantij route
- IX — Zoutkamperlaag route
- X — Tunnel route

Land routes kabelsystemen

- II — Oude Westereems landroute
- V — Boschgat landroute
- VII — Schiermonnikoog Wantij landroute

Land routes leidingen

- II — Oude Westereems landroute
- VII — Schiermonnikoog Wantij landroute
- VIII — Ameland Wantij landroute
- IX — Zoutkamperlaag landroute

V

BIJLAGE: TOELICHTING OP ONTWIKKELING EN EVENTUELE TRECHTERING ROUTES TUSSEN BASELINE 0 EN BASELINE 3

PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

Toelichting op ontwikkeling en eventuele trechtering routes tussen Baseline 0 en Baseline 3

Ministerie van Klimaat en Groene Groei

11 OKTOBER 2024

Witteveen + Bos

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Project	PAWOZ-Eemshaven
Opdrachtgever	Ministerie van Klimaat en Groene Groei

Document	Toelichting op ontwikkeling en eventuele trechtering routes tussen Baseline 0 en Baseline 3
Organisatie	RHW - Combi RHDHV & W+B
Wekpakket	4.4 Notitie Routeontwerp
Onderdeel	GEN - General
Soort	RP - Report
Discipline	NA - Non-discipline specific or not applicable
Status	S4 - For Client approval
Voortgangspercentage	100%
Projectnummer	BI9148
Document Referentie	BI9148------031743

Datum	11 oktober 2024

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Postbus 24087
3511 SW Utrecht
Nederland
www.witteveenbos.com

Royal HaskoningDHV Nederland B.V.
Postbus 1132
3818 EX Amersfoort
Nederland
www.royalhaskoningdhv.nl

INHOUDSOPGAVE

1 **INLEIDING** **7**

1.1 Doel 7

1.2 Het ontwerpproces 7

2 **NOORDZEE ROUTES: ONTWERP PROCES BASELINE 1 - BASELINE 3** **9**

2.1 Inleiding 9

2.2 Baseline 0 - Baseline 1 9

2.3 Baseline 1 - Baseline 2 9

2.4 Baseline 2 - Baseline 3 11

3 **WADDENGEBIED ROUTES: ONTWERP PROCES BASELINE 0 - BASELINE 3** **12**

3.1 Inleiding 12

3.2 I - Meeuwenstaart route 12

3.2.1 Baseline 0 - Baseline 1 12

3.2.2 Baseline 1 - Baseline 2 12

3.3 II - Oude Westereems route 13

3.3.1 Baseline 0 - Baseline 1 13

3.3.2 Baseline 1 - Baseline 2 14

3.3.3 Baseline 2 - Baseline 3 14

3.4 III - Horsborngat route 17

Baseline 0 - Baseline 1 17

3.4.1 Baseline 1 - Baseline 2 18

3.5 IV - Geul Rottums route 19

3.5.1 Baseline 0 - Baseline 1 19

3.5.2 Baseline 1 - Baseline 2 19

3.6 V - Boschgat route 19

3.6.1 Baseline 0 - Baseline 1 19

3.6.2 Baseline 1 - Baseline 2 19

3.6.3 Baseline 2 - Baseline 3 21

3.7 VII - Schiermonnikoog wantij route 24

3.7.1 Baseline 0 - Baseline 1 24

3.7.2 Baseline 1 - Baseline 2 24

3.7.3 Baseline 2 - Baseline 3 25
3.8 VIII - Ameland wantij route 27
3.8.1 Baseline 0 - Baseline 1 27
3.8.2 Baseline 1 - Baseline 2 27
3.8.3 Baseline 2 - Baseline 3 27
3.9 IX - Zoutkamperlaag route 28
3.9.1 Baseline 0 - Baseline 1 28
3.9.2 Baseline 1 - Baseline 2 28
3.9.3 Baseline 2 - Baseline 3 28
3.10 X - Tunnelroute 30
3.10.1 Baseline 0 - Baseline 1 30
3.10.2 Baseline 1 - Baseline 2 31
3.10.3 Baseline 2 - Baseline 3 32
3.11 XI - Dijkvariant B route 32
3.11.1 Baseline 0 - Baseline 1 32
3.11.2 Baseline 1 - Baseline 2 32

4 LAND ROUTES: ONTWERP PROCES BASELINE 0 - BASELINE 3 34

4.1 Inleiding 34
4.2 Proces tussen Baseline 2 en 3 34
4.3 VII - Schiermonnikoog Wantij landroute A 36
4.3.1 Baseline 0 - Baseline 1 37
4.3.2 Baseline 1 - Baseline 2 37
4.3.3 Baseline 2 - Baseline 3 41
4.4 VII Schiermonnikoog Wantij landroute A, B en C 42
4.4.1 Baseline 0 - Baseline 1 42
4.4.2 Baseline 1 - Baseline 2 43
4.4.3 Baseline 2 - Baseline 3 45
4.5 VIII - Ameland Wantij landroute A en B 46
4.5.1 Baseline 0 - Baseline 1 46
4.5.2 Baseline 1 - Baseline 2 46
4.5.3 Baseline 2 - Baseline 3 47
4.6 IX - Zoutkamperlaag landroute A en B 47
4.6.1 Baseline 0 - Baseline 1 47
4.6.2 Baseline 1 - Baseline 2 48
4.6.3 Baseline 2 - Baseline 3 49
4.7 Stationslocaties op land 49
4.7.1 TenneT 49
4.7.2 Baseline 0 - Baseline 1 49
4.7.3 Baseline 1 - Baseline 2 50
4.7.4 Baseline 2 - Baseline 3 50
4.7.5 Gasunie 51
4.7.6 Baseline 0 - Baseline 1 51
4.7.7 Baseline 1 - Baseline 2 51

4.7.8 Baseline 2 - Baseline 3 51

Laatste pagina 52

Bijlage(n)

Aantal pagina's

I Rode vlaggen, onvolkomenheden en optimalisaties op land 14

II Morfologische effecten en ecologische effecten afgevallen routes 29

III Gebiedsanalyse en alternatievenontwikkeling onshore waterstofroutes 41

IV Notitie - Dijkvariant B 13

V LNV, III-HORSBORNGAT ROUTE EN IV-GEUL ROTTUMS ROUTE 4

1

INLEIDING

1.1 Doel

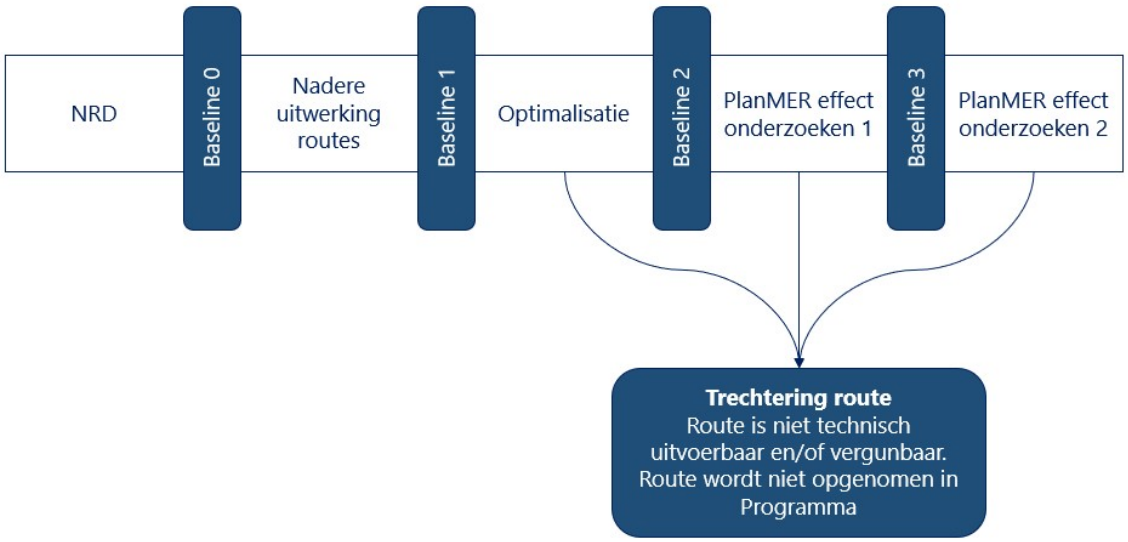
Op 30 januari 2023 is de NRD voor PAWOZ, de onderzoeksagenda, na een breed omgevingsproces gepubliceerd. In de NRD zijn routes voor kabels en voor leidingen vastgesteld, die verder zijn onderzocht in PAWOZ. Op basis van de onderzoeken die binnen PAWOZ hebben plaatsgevonden zijn de routes die in de NRD zijn vastgesteld verder uitgewerkt, geoptimaliseerd en eventueel getrechterd wanneer een route niet haalbaar bleek. In deze rapportage wordt de ontwikkeling van de routes tussen Baseline 0 (NRD) en Baseline 3 uitgebreid toegelicht. Dit rapport is een bijlage van Notitie Routeontwikkeling Deel 3.

1.2 Het ontwerpproces

De routeontwikkeling en beoordeling van routes in het project PAWOZ is een proces waarbij van grof naar fijn wordt gewerkt. Om per route tot een robuust routeontwerp te komen, worden routes gedurende PAWOZ waar mogelijk geoptimaliseerd en waar ze niet vergunbaar of technisch uitvoerbaar blijken te zijn, worden ze getrechterd (laten afvallen van een route). Routes die afvallen worden niet verder onderzocht in de effectenonderzoeken van het planMER en de IEA.

Gedurende het project PAWOZ is een aantal 'bevriesmomenten' voorzien. Deze bevriesmomenten worden Baselines genoemd. In Afbeelding 1.1 zijn deze Baselines en de werkzaamheden per Baseline opgenomen. In Hoofdstuk 2 van het hoofddocument is toegelicht wat wordt verstaan onder Baselines en welke inhoudelijke stappen per Baseline worden/zijn gezet.

Afbeelding 1.1 Schematische weergave proces van routeontwikkeling per stap



Leeswijzer

- hoofdstuk 2: ontwikkeling routeontwerp Noordzee routes;
- hoofdstuk 3: ontwikkeling routeontwerp Waddengebied routes;
- hoofdstuk 4: ontwikkeling routeontwerp landroutes.

Codering van rode vlaggen, uitgangspunten en optimalisaties tussen Baseline 2 en Baseline 3

De codering van de rode vlaggen, uitgangspunten en optimalisaties is als volgt opgebouwd:

- categorie:
  - RV: rode vlag;
  - OV: onvolkomenheid in de route;
  - OPT: optimalisatie;
  - UP: uitgangspunt;
  - AR: afgevallen route;
- route waarvoor de rode vlag, onvolkomenheid, optimalisatie of het uitgangspunt geldt:
  - WS: waterstof aanlandingsstation;
  - CS: converterstation;
  - AT: zoekgebied aanlandingspunt tunnel;
- initiatiefnemer waarvoor de rode vlag, het uitgangspunt of de optimalisatie van toepassing is (alleen toegepast wanneer een route zowel geschikt is voor kabels als leidingen):
  - TE: geldt voor TenneT;
  - GU: geldt voor Gasunie.

Dus bijvoorbeeld, RV.II.TE.1, houdt een rode vlag op de II-Oude Westereems route voor TenneT en OPT.IX-A.2 een optimalisatie voor de IX-Zoutkamperlaag route A.

2

NOORDZEE ROUTES: ONTWERP PROCES BASELINE 1 - BASELINE 3

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft voor de Noordzee routes de optimalisaties van het routeontwerp en/of de eventuele redeneerlijn voor het trechteren van een route tussen Baseline 0 en Baseline 3.

2.2 Baseline 0 - Baseline 1

Tussen Baseline 0 en Baseline 1 zijn geen wijzigingen doorgevoerd.

2.3 Baseline 1 - Baseline 2

Route A en B alleen voor elektrische verbindingen
De vier routes op de Noordzee uit Afbeelding 2.1 zijn initiële ontwerpen en allen geschikt voor elektrische verbindingen. Een waterstofverbinding langs route A - Parallel aan Gemini en route B - Parallel aan verlaten telecom kabel wordt niet verder in PAWOZ onderzocht. De rede hiervoor is dat routes A en B langer zijn dan route C - Direct naar TNW en route D - Parallel aan bestaande gasleiding. Dit komt doordat het demarcatiepunt PAWOZ en pVAWOZ verder naar het westen ligt dan routes A en B. Hierdoor wordt niet aangesloten bij het principe van ‘een zo kort mogelijke route’.

***Optimalisatie* voor wrakken en niet gesprongen explosieven**
Tussen Baseline 1 en Baseline 2 zijn route C - Direct naar TNW en route D - Parallel aan bestaande gasleiding geoptimaliseerd op basis van een eerste analyse van locaties van wrakken en niet gesprongen explosieven (NGE).

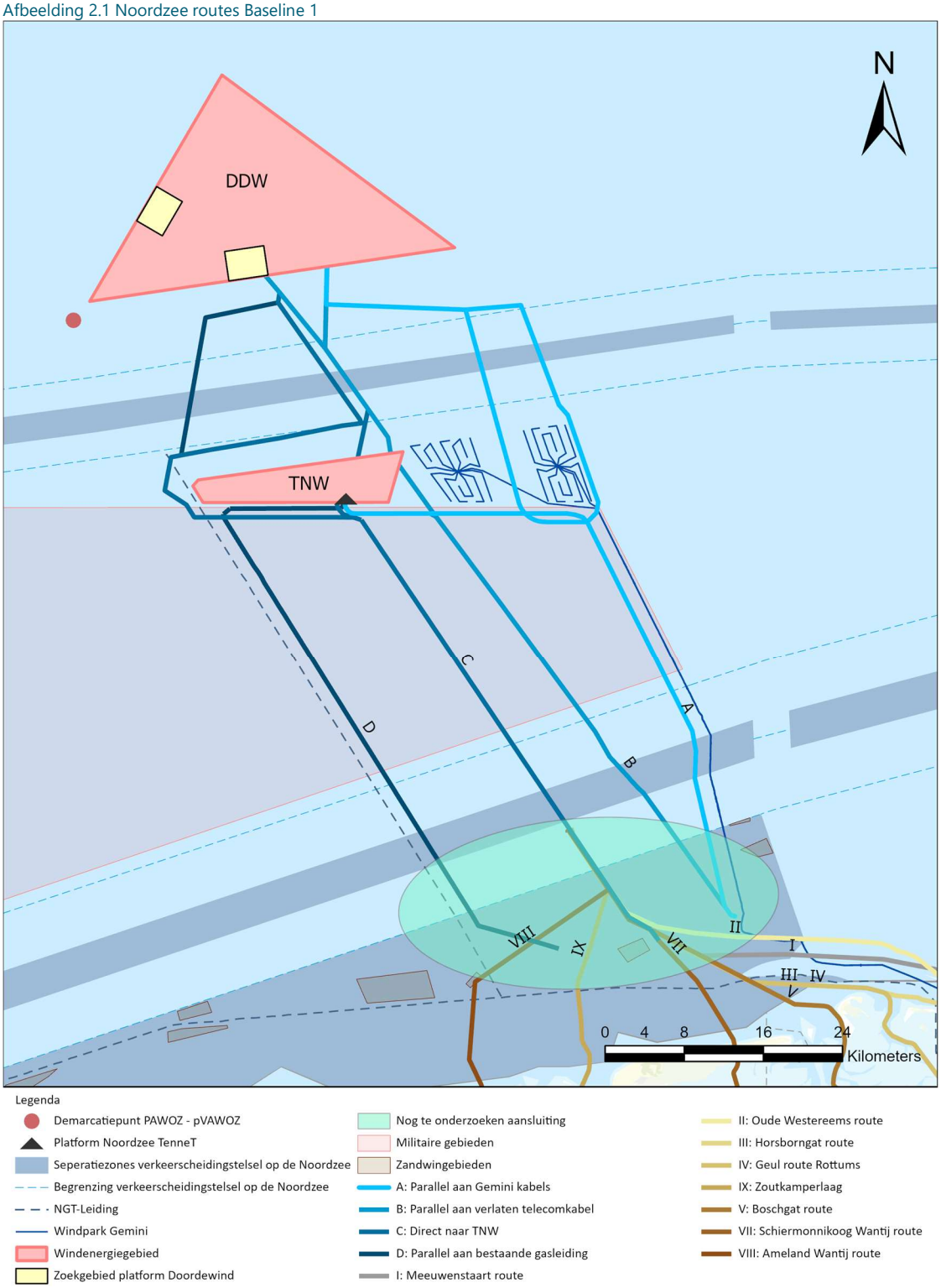
Verbinding tussen Noordzee routes en Waddengebied routes
Afbeelding 2.1 laat een ovaal te zien. In het ovaal eindigen de routes vanaf de Noordzee en starten de Waddengebied routes (deze worden in hoofdstuk 3 behandeld). In Baseline 1 zijn deze routes (Noordzee routes en Waddengebied routes) niet met elkaar verbonden. Voor Baseline 2 zijn binnen het ovaal verbindingen gelegd tussen deze routes.

Platformlocaties in TNW en DDW
Het windenergiegebied DDW wordt ontsloten met elektrische verbindingen. Hiervoor worden in het windenergiegebied twee platforms (2x 2GW) op zee ontwikkeld. Tussen Baseline 1 en Baseline 2 zijn hiervoor twee zoekgebieden aangewezen (zie gele vlakken in windgebied DDW in Afbeelding 2.1). Deze zoekgebieden worden onderzocht in het planMER en de IEA. Tussen Baseline 1 en Baseline 2 zijn Noordzee route C - Direct naar TNW en route D - Parallel aan bestaande gasleiding geoptimaliseerd om aan te sluiten bij het zoekgebied in het westen van DDW.

Het windenergiegebied TNW wordt bij voorkeur ontsloten met een waterstofverbinding. Het is nog onbekend hoe de waterstof wordt geproduceerd en welke faciliteiten nodig zijn om de aansluiting met de waterstofverbinding te ontwikkelen. Dit wordt momenteel onderzocht in een Waterstof demonstratieproject. De resultaten hiervan worden meegenomen in het Programma PAWOZ.

Voor het MER en de IEA is het startpunt van de route de waterstofverbinding. Een back-up optie op een waterstofverbinding vanuit TNW is een elektrische verbindingen. Om deze reden wordt 1 (700MW) platform locatie onderzocht, zie Afbeelding 2.1.

Afbeelding 2.1 Noordzee routes Baseline 1



2.4 Baseline 2 - Baseline 3

Versmallen van corridor route A

Tussen Baseline 2 en Baseline 3 is vastgesteld dat een deel van de corridor van route A - Parallel aan Gemini op Duits grondgebied. Het deel van de corridor dat op Duits grondgebied ligt is niet beschouwd in Baseline 3. De corridor wordt hierdoor op een aantal locaties smaller, deze wijziging van de corridor heeft geen impact op het maximaal aantal kabels dat kan worden ingepast langs de route.

Aansluiting Noordzeeroutes op Waddengebied routes

Ondanks de wijzigingen tussen Baseline 1 en Baseline 2 sloten de Waddengebied routes en de Noordzee routes in Baseline 2 niet goed op elkaar aan. De Noordzee routes zijn ter hoogte van de aansluiting met de Waddengebied routes lokaal gewijzigd om deze aansluiting te verbeteren. Dit betreffen zeer kleine lokale wijzigingen.

Platformlocaties DDW

De twee zoekgebieden voor de twee platformlocaties voor het windenergiegebied DDW worden onderzocht in het planMER en de IEA. Tussen Baseline 2 en Baseline 3 zijn de zoekgebieden voor DDW1 en DDW2 vastgesteld en vastgelegd.

3

WADDENGEBIED ROUTES: ONTWERP PROCES BASELINE 0 - BASELINE 3

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft voor de routes door het Waddengebied de optimalisaties van het routeontwerp en/of de eventuele redeneerlijn voor het trechteren van een route tussen Baseline 0 en Baseline 3.

Optimalisaties tussen Baseline 2 en Baseline 3
Tussen Baseline 2 en 3 zijn rode vlaggen geïdentificeerd. Om deze rode vlaggen te verhelpen zijn 'optimalisaties' aangegeven. Echter, deze optimalisaties zijn in deelrapport Natuur als 'mitigerende maatregel' benoemd. Hierbij gaat het specifiek om:

- buiten broedperiode werken;
- buiten gevoelige periode zeehonden werken;
- schelpdierbanken verwijderen;
- zeegras vermijden.

In de NRO wordt er vastgehouden aan de term 'optimalisaties', maar in deelrapport Natuur zijn deze terug te lezen als 'mitigerende maatregel'.

3.2 I - Meeuwenstaart route

3.2.1 Baseline 0 - Baseline 1

Geen wijzigingen ten opzichte van Baseline 0, enkel een nadere uitwerking.

3.2.2 Baseline 1 - Baseline 2

Met behulp van een stoplichtenaanpak (zie paragraaf 2.2 van hoofdrapport) is de I - Meeuwenstaart route tussen Baseline 1 en Baseline 2 beoordeeld op vergunbaarheid en technische uitvoerbaarheid.

Op basis van niet uit te sluiten en niet te compenseren significant negatieve effecten van de aanleg bij zowel kabels als leidingen is deze route als niet vergunbaar beoordeeld. Optimalisaties voor het beperken van de effecten zijn onderzocht, maar leiden niet tot een beperking van de significantie van de effecten. De route wordt daarom niet verder onderzocht voor kabels en leidingen in PAWOZ.

Toelichting op trechtering
De Meeuwenstaart is een ondiepe plaat in de Waddenzee en daarmee een morfologisch element. Daarnaast is de Meeuwenstaart een Natura 2000-gebied (aangewezen in het kader van de Vogelrichtlijn) dat wordt gebruikt door eidereenden tijdens de ruiperiode en is het een foerageergebied/leefgebied voor diverse vogelsoorten, zeehonden en bruinvissen. Door het vergraven van de Meeuwenstaart wordt de samenhang tussen de geulen in het gebied permanent verstoord.

Daarmee is deze activiteit in strijd met de kernopgave van Natura 2000-gebied Waddenzee 'behoud of herstel van de ruimtelijke samenhang tussen geulen, platen en kwelders (of schorren) en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen'.

Het gebied zal na het vergraven van de Meeuwenstaart niet meer geschikt zijn als ruigebied voor de eidereend (gebied waar vogels wisselen van verenkleed (ruien), in die periode kunnen ze niet vliegen). De eidereend stelt specifieke eisen aan het ruigebied (rust, voldoende voedsel) en kan niet zomaar uitwijken naar andere locaties. De staat van instandhouding van de eidereend is bovendien zeer ongunstig en het doelaantal wordt bij lange na niet gehaald. Significante effecten op de eidereend kunnen niet worden uitgesloten.

Omdat significant negatieve effecten niet zijn uit te sluiten dient een ADC-toets te worden uitgevoerd om vast te stellen of deze route vergunbaar is. Zoals eerder aangegeven wordt voor dit Programma niet getoetst op de eisen A en D (zie paragraaf 2.2 in het hoofddocument Notitie Routeontwikkeling 3). Er is wel getoetst op eis C, daaruit blijkt dat compensatie niet mogelijk is.
Compensatie van de significant negatieve effecten is alleen mogelijk als de algehele samenhang van Natura 2000 volledig hersteld wordt[1]. Dat betekent dat de ruimtelijke samenhang van de geulen en platen dient te worden hersteld. Om de Meeuwenstaart in oorspronkelijke staat te herstellen, dient de toegangsgeul te worden opgevuld met het sediment dat is verwijderd om de geul aan te leggen. Gezien de grote volumes sediment die hiervoor moeten worden opgeslagen (voor het opslaan van een volume van 4 miljoen m^3 sediment, moet dit tot een hoogte van 10 m worden verspreid over een oppervlak van 40 ha), wordt dit als een niet realistische aanlegtechniek beschouwd. Bovendien levert het geen volledig herstel op van de samenhang, omdat het sediment niet dezelfde compactheid bereikt en daardoor op termijn naar verwachting weer erodeert. Hierdoor is het niet mogelijk om de Meeuwenstaart in oorspronkelijke staat te herstellen. Tot slot zullen in het geval wel wordt ingezet op het terugbrengen van de plaat, bijbehorende werkzaamheden ook weer negatieve effecten met zich meebrengen, zoals de vertroebeling die optreedt doordat het zand tweemaal moet worden verplaatst en verstoring door de werkzaamheden.

Compensatie op een andere plek in de Waddenzee of buiten de Waddenzee is niet mogelijk. De Waddenzee zelf bestaat geheel uit beschermde habitattypen waarvoor al een doelstelling geldt waardoor compensatie effect zal hebben op andere beschermde natuurwaarden. Compensatie buiten de Waddenzee is niet mogelijk omdat de omstandigheden in de Waddenzee uniek zijn en niet elders nagebootst kunnen worden. Ook het elders terugbrengen van een vergelijkbaar gebied dat gebruikt kan worden voor de eidereend als ruigebied is heel lastig, omdat daarvoor een vergelijkbaar gebied nodig is met voldoende voedsel en rust dat niet in het Waddengebied voorhanden is zonder andere waarden aan te tasten.

Op eis C voldoet de route voor de aanleg van leidingen niet aan de ADC-toets, en wordt daarom niet vergunbaar geacht. In Bijlage II wordt een uitgebreide toelichting op de redeneerlijn voor het trechteren van routes gepresenteerd.

3.3 II - Oude Westereems route

3.3.1 Baseline 0 - Baseline 1

Kabels
Geen wijzigingen ten opzichte van Baseline 0, enkel een nadere uitwerking.

Leidingen
Voor leidingen is de route op 3 locaties aangepast:
- de eerste aanpassing is de aanlanding Eemshaven. Deze lag in de NRD op de agrarische percelen ten westen van Eemshaven. Echter vanwege de maximale lengte van een HDD is de aanlanding voor Baseline 1 verplaatst naar Eemshaven. Deze locatie is vervolgens heroverwogen in Baseline 2 (zie hieronder);

[1] Zie de website van de Europese Commissie over Natura 2000 gebieden, artikel 6.

- de tweede aanpassing is ter hoogte van het ankergebied Reede, de route is aangepast zodat ankergebied Reede niet wordt doorkruist, de route blijft ten zuiden van dit ankergebied;
- de derde aanpassing is ter hoogte van KP 21 waarbij de route niet ten zuiden van de COBRA-kabel, maar ten noorden van COBRA-kabel loopt.

3.3.2 Baseline 1 - Baseline 2

Kabel
Geen wijzigingen ten opzichte van Baseline 1.

Leiding
Voor de aanlanding bij Eemshaven, en voor het kruisen van de aanwezige kabels (de Gemini, NorNed en COBRA-kabels) en de primaire waterkering, wordt in plaats van een HDD-boring een geboorde segmenttunnel beschouwd. Aanleiding hiervoor is dat de lengte van de boring in combinatie met de benodigde te behalen diepte niet haalbaar is met een HDD-boring. Aanvullend is besloten om vanwege de benodigde ruimte voor de segmenttunnel de aanlanding weer ten westen van de Eemshaven te laten plaatsvinden (daarmee is de locatie ongewijzigd gebleven ten opzichte van Baseline 0).

3.3.3 Baseline 2 - Baseline 3

Kabel - rode vlaggen
Naar aanleiding van de eerste ronde effectonderzoeken (op basis het Baseline 2 routeontwerp) is vastgesteld dat er langs de II - Oude Westereems route sprake is van 2 rode vlaggen als gevolg van de aanlegwerkzaamheden voor de kabel(s).

Tabel 3.1 Overzicht van rode vlaggen n.a.v. effectonderzoeken Baseline 2 - Baseline 3

Nr. rode vlag	Rode vlag
RV.II.TE.1	Verstoring van zeehonden op Horsbornzand
RV.II.TE.2	Vernietiging van zeegrasvelden nabij aanlanding Eemshaven

Kabel - Optimalisaties
Om de hierboven beschreven rode vlaggen weg te nemen zijn een aantal optimalisaties verkend. Daarbij is aangegeven welke optimalisaties technisch haalbaar zijn en dus zijn doorgevoerd in Baseline 3.

Tabel 3.2 Overzicht van optimalisaties om rode vlaggen op te lossen

Nr. rode vlag	Optimalisatie	Technisch haalbaar en doorgevoerd in Baseline 3?
RV.II.TE.1	UP.II.TE.1: Werken buiten gevoelige periodes zeehonden	Ja, als uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.II.TE.2	UP.II.TE.2: Vermijden zeegras	Ja, als uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.

UP.II.TE.1: Werken buiten gevoelige periodes zeehonden
De route loopt langs de Horsbornplaat, een bekende ligplaats voor zeehonden, die met name gevoelig zijn tijdens de pup- en rui periode. Om deze rode vlag weg te nemen dienen ter hoogte van Horsbornplaat geen werkzaamheden plaats te vinden waar gedurende de pup- en ruiperiode (15 mei t/m augustus) geen 1.500 m afstand kan worden gehouden van ligplaatsen van met name gewone zeehonden.

Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus meegenomen als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer opgenomen dat bij Horsbornplaat, waar geen 1.500 m afstand kan worden gehouden tot ligplaatsen van zeehonden gedurende de pup- en ruiperiode (15 mei t/m augustus), geen werkzaamheden worden uitgevoerd.

UP.II.TE.2: Zeegras vermijden
Bij het routeontwerp voor Baseline 2 met een open ontgraving tussen de HDD-boringen net ten noorden van de aanlanding bij Eemshaven wordt zeegras vernietigd. Om deze rode vlag weg te nemen kan de lengte van de HDD worden vergroot en/of het uittredepunt van de HDD geoptimaliseerd.

Omdat de exacte locatie van het zeegras ten tijde van de uitvoering nog niet bekend is, wordt als uitgangspunt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer opgenomen, dat er bij het uitvoeren van de HDD geen zeegras mag worden vernietigd.

Leiding - rode vlaggen
Naar aanleiding van de eerste ronde effectonderzoeken (op basis het Baseline 2 routeontwerp) is vastgesteld dat er langs de II - Oude Westereems route sprake is van 4 rode vlaggen als gevolg van de aanlegwerkzaamheden voor de leiding(en).

Tabel 3.3 Overzicht van rode vlaggen n.a.v. ronde 1 effectonderzoeken

Nr. rode vlag	Rode vlag
RV-II.GU.1	Permanente verandering van de bodemdynamiek door verspreiding van gebaggerde materiaal.
RV-II.GU.2	De verspreiding van het gebaggerde materiaal veroorzaakt een vertroebelingspluim. Het effect van deze pluim op de primaire productie is een rode vlag.
RV-II.GU.3	Over een lengte van circa 6 km ligt de leiding route tussen COBRA-kabel en de betonde Eemsgeul. De zorg is dat de aanleg van een leiding langs dit deel van de route, als gevolg van de ankerspread tot volledige stremming kan leiden in de Eemsgeul.
RV.GU.4	Verstoring van zeehonden op Horsbornzand.

Leiding - Optimalisaties
Om de hierboven beschreven rode vlaggen weg te nemen zijn een aantal optimalisaties verkend. Daarbij is aangegeven welke optimalisaties technisch haalbaar zijn en dus zijn doorgevoerd in Baseline 3.

Tabel 3.4 Overzicht van optimalisaties om rode vlaggen op te lossen

Nr. rode vlag	Optimalisatie	Doorgevoerd in Baseline 3?
RV-II.GU.1	OPT-II.GU.1: Gebaggerde materiaal elders verspreiden OPT-II.GU.2: Baggerwerkzaamheden beperken	ja, als ontwerpoptimalisaties.
RV-II.GU.2	OPT-II.GU.2: Baggerwerkzaamheden beperken	ja, als ontwerpoptimalisatie.
RV-II.GU.3	UP-II.GU.1: Stremming in Eemsgeul voorkomen	ja, als uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV-II.GU.4	UP-II.GU.2: Werken buiten gevoelige periodes zeehonden	ja, als uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.

OPT-II.GU.2: Baggerwerkzaamheden beperken

Het uitgangspunt van Gasunie is om de leiding op een zodanige diepte te begraven, dat onderhoud in de toekomst vermeden kan worden. Gezien de morfologische dynamiek in het gebied kan het om begraafdieptes tot wel 10 m gaan. Om deze begraafdiepte te kunnen behalen, kan geen gebruik worden gemaakt van de gebruikelijke 'post-trenching' methode, met deze installatie tool kan namelijk slechts een begraafdiepte van maximaal 3 m worden behaald. Wanneer 'post-trenching' niet kan worden ingezet neemt het baggervolume toe, omdat er dan een sleuf wordt gegraven tot een grotere diepte om de leiding in aan te leggen.

Een belangrijke onzekerheid bij het bepalen van de vereiste begraafdieptes is de aanwezigheid van harde lagen in de ondergrond. Op dit moment is onvoldoende informatie beschikbaar over deze harde lagen om een goed ontwerp te kunnen maken. Deze kennisleemte kan alleen worden opgelost door surveys (grondonderzoek) uit te voeren. Dat is in deze programmafase niet aan de orde, onder meer vanwege de lange doorlooptijd van deze onderzoeken.

Uitgangspunt 'geen onderhoud' loslaten

Als het uitgangspunt voor 'geen onderhoud' wordt losgelaten, kunnen de begraafdieptes significant worden beperkt. Echter ontbreekt op dit moment nog een ontwerpcode voor waterstofleidingen op zee waarin eisen staan opgenomen over vereiste begraafdieptes en acceptabele vrije overspanningen. Daarbij is de verwachting dat in morfologisch dynamische gebieden als de Waddenzee de kans op blootspoelen bij beperkte begraafdieptes zeer groot is.

Gasunie stelt hierover het volgende: "het Gasunie uitgangspunt is dat geen (tot zo min mogelijk) onderhoud nodig is aan de offshore waterstof pijpleiding. Dat betekent dat de betrouwbaarheid en veiligheid van de leiding vanaf het begin geborgd is in plaats van dat interventie nodig is om de betrouwbaarheid en veiligheid weer te herstellen."

Bij een offshore pijpleiding is dit doorgaans goed haalbaar, omdat de kosten van interventies snel hoger zullen zijn dan de kosten bij constructie (alleen al door mobilisatiekosten). Regelmatige interventies kunnen daarbij ook de natuur verstoren. Ook voor de veiligheid is het doorgaans beter om de activiteiten offshore zoveel mogelijk te beperken. Voor het ontwerp wordt hiervoor het ALARP principe toegepast (As Low As Reasonably Practicable).

Neem bijvoorbeeld het probleem van te grote free spans[1]. Voor de integriteit van de waterstofleiding is het van groot belang dat de toelaatbare free span lengte niet wordt overschreden. Als de leiding in een gebied ligt met een dynamisch zeebed en de free spans met regelmaat veranderen, dan kunnen intensieve inspecties en interventies nodig zijn om de free spans te beperken en de integriteit van de leiding voor de lange termijn te herstellen.

[1] Dat de leiding voor een deel 'vrij in de "lucht" hangt' en niet wordt ondersteund door bijvoorbeeld een zandbed.

In zo'n geval wordt er in het ontwerp een afweging gemaakt tussen het risico op falen, de kosten van begraven tijdens constructie en de kosten van jaarlijkse inspectie en interventie. Omdat op dit moment een dergelijke ALARP assessment nog niet mogelijk is door gebrek aan project definitie. Daarom wordt conservatief aangenomen dat de gehele leiding moet worden begraven. In gebieden met intensieve scheepvaart activiteit, zal begraven sowieso nodig zijn (en verplicht), om de risico's op anker interactie en impact van zinkende schepen te beperken.

Wanneer het ontwerp meer vorm krijgt en er een ontwerpcode beschikbaar is voor offshore waterstof leidingen met een bijbehorend pakket aan eisen, kan er in de FEED fase[1] van het project gekeken worden of de leiding wel overal moet worden begraven."

Er wordt vastgehouden aan het uitgangspunt 'geen onderhoud over de levensduur van de leiding', de baggerwerkzaamheden kunnen dan niet worden beperkt, en daarom is deze optimalisatie niet doorgevoerd voor Baseline 3.

Bij bepalen van de begraafdiepte en leidinginstallatie gebruik maken van de harde lagen
Vanwege de beperkte informatie die beschikbaar is over de locatie, dikte en karakteristieken van de in de Eems aanwezige harde lagen, is hiermee in de begraafdiepte studie geen rekening gehouden. In theorie zou bij het bepalen van de vereiste begraafdiepte van een leiding ook gebruik kunnen worden gemaakt van de harde lagen. Door juist de harde lagen op te zoeken en de leiding hierin te installeren. Op basis van de beschikbare literatuur en data is een 'best case' inschatting gemaakt van de locaties waar bij de leiding installatie gebruik kan worden gemaakt van de harde lagen. Vervolgens zijn de baggervolumes die horen bij deze installatie berekend. Het totaal baggervolume dat nodig is voor de aanleg van de leiding is circa 5.901.600 m^3 voor een leiding door het centrum van de corridor en 5.901.600 m^3 en 15.320.000 m^3 voor een leiding langs de oostelijke en westelijke rand van de corridor.

Vanwege de onzekerheid rondom de harde lagen zijn er op basis van de beschikbare gegevens aannames gedaan over de aanwezigheid van de harde lagen, en op welke manier hiervan voor de leiding installatie gebruik van kan worden gemaakt. Hoewel de onzekerheid wat betreft deze optimalisatie zeer groot is, is de optimalisatie, namelijk het gebruik maken van de harde lagen voor de leidinginstallatie, wel doorgevoerd voor Baseline 3.

UP-II.GU.2: Werken buiten gevoelige periodes zeehonden
De route loopt langs de Horsbornplaat, een bekende ligplaats voor zeehonden, die gevoelig is tijdens de pup- en rui periode. Om deze rode vlag weg te nemen dienen er geen werkzaamheden plaats te vinden gedurende de pup- en ruiperiode (15 mei t/m augustus) langs die delen van de route waar geen 1.500 m afstand kan worden gehouden tot ligplaatsen van met name gewone zeehonden.

Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer opgenomen dat daar waar geen 1.500 m afstand kan worden gehouden tot ligplaatsen van zeehonden geen werkzaamheden worden uitgevoerd.

3.4 III - Horsborngat route

Baseline 0 - Baseline 1
Deze route volgt het diepste deel van de geul tussen Rottumeroog en Rottumerplaat. In de NRD (Baseline 0) zijn de routes grof ingetekend. Op basis van de meest recent openbaar beschikbare gepeilde bodemligging is de route door de geul tussen Baseline 0 en Baseline 1 lokaal aangepast om aan te sluiten bij het routeprincipe (diepste deel van de geul volgen).

[1] Front-End Engineering Design; Een manier om in de concept-fase van projecten binnen de industrie te beschrijven. Gedurende deze fase wordt de focus gelegd op de technische vereisten en een ruwe schatting van de investeringskosten voor het project gemaakt.

3.4.1 Baseline 1 - Baseline 2

Met behulp van een stoplichtenaanpak (zie paragraaf 2.2 van het hoofddocument) is de III - Horsborngat route tussen Baseline 1 en Baseline 2 beoordeeld op vergunbaarheid en technische uitvoerbaarheid.

Op basis van niet uit te sluiten en niet te compenseren significant negatieve effecten van de aanleg bij zowel kabels als leidingen is deze route als niet vergunbaar beoordeeld. Optimalisaties voor het beperken van de effecten zijn onderzocht, maar leiden niet tot een beperking van de significantie van de effecten. De route wordt daarom niet verder onderzocht voor kabels en leidingen in PAWOZ.

Toelichting op trechtering
Vanwege de doorkruising van het referentiegebied en tijdelijk gesloten gebieden en werkzaamheden in permanent gesloten gebieden heeft EZK aan LNV gevraagd hoe zij de vergunbaarheid van deze route inschatten. In een notitie heeft LNV (Bijlage V)[1] aangegeven dat op basis van de route en de aanlegtechnieken die worden beschouwd, de route niet vergunbaar lijkt. Alternatieve aanlegtechnieken zijn wel onderzocht maar leiden niet tot een beperking van de effecten.

Aanvullend op de beschouwing van LNV is een ecologische QuickScan uitgevoerd waarbij de gevoelige soorten en gevoelige periodes in het gebied rondom de route in beeld zijn gebracht. Uit de QuickScan en Bijlage II bij dit rapport blijkt dat de aanleg van een kabel of leiding, resulteert in een verstoring van habitattype 'droogvallende platen' en lokaal resulteert in de vernietiging van dit habitattype (zowel voor kabels als leidingen). Wanneer binnen de gevoelige periodes wordt gewerkt zijn significante effecten op vogels en zeehonden niet uit te sluiten. Wanneer de werkzaamheden buiten de gevoelige periodes uitgevoerd worden, kan slechts enkele maanden per jaar worden gewerkt. De totaal benodigde doorlooptijd voor de aanlegwerkzaamheden zou hierdoor onrealistisch lang duren en zich uitstrekken over meerdere jaren (oplopend tot 10 jaar wanneer buiten de gevoelige periodes wordt gewerkt met een serie aan HDD-boringen voor de aanleg van een leiding).

Omdat significant negatieve effecten niet zijn uit te sluiten, dient een ADC-toets te worden uitgevoerd om vast te stellen of deze route vergunbaar is. Zoals eerder aangegeven wordt voor dit Programma niet getoetst op de eisen A en D (zie paragraaf 2.2 van het hoofddocument). Er is wel getoetst op eis C, namelijk of compensatie mogelijk is. Daaruit blijkt dat compensatie niet mogelijk is.

De droogvallende platen, waar de route doorheen loopt, maken onderdeel uit van het Vogel- en Habitatrichtlijngebied Waddenzee (Natura 2000-gebied). Een kernopgave van dit gebied is: 'behoud of herstel van de ruimtelijke samenhang tussen geulen, platen en kwelders (of schorren) en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen'. De ruimtelijke samenhang tussen platen en geulen kan na het leggen van een kabel/leiding niet kunstmatig worden teruggebracht op deze locatie. Dit komt doordat de geul die wordt gegraven voor de aanleg van een kabel/leiding zodanig groot is dat de hydrodynamische condities veranderen en het gebied er morfologisch gezien er anders uit zal zien. Het terugplaatsen van het sediment in de geul is mogelijk, echter zal het sediment zich vanwege een andere gepaktheid anders gedragen en naar verwachting versnel eroderen. Dit betekent dat het vernietigde oppervlak van H1140 niet kan worden teruggebracht en dat de kwaliteit niet kan worden hersteld. Het is ook niet mogelijk om dit op een andere locatie in de Waddenzee te doen omdat deze geheel uit beschermde habitattypen bestaat waarvoor al een doelstelling geldt. Buiten de Waddenzee is compensatie vanwege de afwezigheid van de benodigde hydromorfologische omstandigheden niet mogelijk. Tot slot, om de effecten van de verstoring van vogels en zeehonden te compenseren zou een vergelijkbaar en nabijgelegen gebied gesloten moeten worden. Vanwege het unieke karakter van dit gebied (een groot aantal soorten maakt gebruik van het gebied door de morfologische karakteristieken en het gesloten karakter) is dit niet mogelijk binnen en buiten de Waddenzee.

[1] Door LNV gedeeld met KGG in Q3 2023.

Op eis C voldoet de route voor de aanleg van kabels en leidingen niet aan de ADC-toets, en wordt daarom niet vergunbaar geacht. In Bijlage II wordt een uitgebreide toelichting op de redeneerlijn voor het trechteren van routes gepresenteerd.

3.5 IV - Geul Rottums route

3.5.1 Baseline 0 - Baseline 1

Het ontwerp van deze route is gericht op het volgen van de diepste delen van de geul tussen Rottumeroog en Rottumerplaat in de Waddenzee. In de NRD zijn routes grof ingetekend. In Baseline 1 is op basis van de meest recent openbaar beschikbare gepeilde bodemligging de route tussen Rottumeroog en Rottumerplaat lokaal aangepast om aan te sluiten bij het route principe.

3.5.2 Baseline 1 - Baseline 2

Met behulp van een stoplichtenaanpak (zie paragraaf 2.2 van het hoofddocument) is de IV - Geul Rottums route tussen Baseline 1 en Baseline 2 beoordeeld op vergunbaarheid en technische uitvoerbaarheid.

Op basis van niet uit te sluiten en niet te compenseren significant negatieve effecten van de aanleg bij zowel kabels als leidingen is deze route als niet vergunbaar beoordeeld. Optimalisaties voor het beperken van de effecten zijn onderzocht, maar leiden niet tot een beperking van de significantie van de effecten. De route wordt daarom niet verder onderzocht voor kabels en leidingen in PAWOZ.

Toelichting op trechtering
Voor het trechteren van deze route geldt dezelfde argumentatie als voor route III. Zie voor meer toelichting paragraaf 3.4 en Bijlage II.

3.6 V - Boschgat route

3.6.1 Baseline 0 - Baseline 1

Het routeprincipe is gericht op het volgen van de diepste delen van Zuid Oost Lauwers geul. In de NRD zijn routes grof ingetekend. Op basis van de meest recent openbaar beschikbare gepeilde bodemligging is de route lokaal aangepast om aan te sluiten bij het routeprincipe. Daarnaast dient voor de route van een leiding aanvullend rekening te worden gehouden dat een minimale bochtstraal van 2 km.

3.6.2 Baseline 1 - Baseline 2

Voor kabels is de V-Boschgat route verder uitgewerkt en geoptimaliseerd. De V-Boschgat route is voor leidingen tussen Baseline 1 en Baseline 2 getrechterd.

Kabels
De V - Boschgat route is op een aantal locaties geoptimaliseerd ten opzichte van Baseline 1:
- ten eerste is de aanlandingslocatie van de route circa 1500 m naar het westen verplaatst. De aanlandlocatie die voor Baseline 1 werd beschouwd lag in een natuurcompensatiegebied;
- de tweede optimalisatie houdt in dat de route ter hoogte van Noordpolderzijl iets langer de Zuid Oost Lauwers volgt om een doorkruising met de betonde geul naar Noordpolderzijl te vermijden;
- een derde optimalisatie is een variant op de aanlanding ter hoogte van Uithuizen. Namelijk een westelijkere aanlanding ter hoogte van Den Andel, met deze variant wordt het Natura 2000-gebied Waddenzee over een minder grote lengte doorsneden. De route op land wordt hierdoor circa 10 km langer.

Leidingen

Op basis van niet uit te sluiten en niet te compenseren significant negatieve effecten van de aanleg van leidingen lijkt deze route niet vergunbaar. Optimalisaties voor het beperken van de effecten zijn onderzocht, maar leiden niet tot een beperking van de significantie van de effecten. De route wordt daarom niet verder onderzocht in PAWOZ.

Toelichting op trechtering

Route V volgt dezelfde route als is beschouwd voor het project Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden (hierna: NOZ TNW), Route Vierverlaten Oost. Voor dat project zijn vertroebelingsstudies uitgevoerd en zijn de effecten van de vertroebelingspluim in beeld gebracht. In dit rapport is aangegeven dat de aanlegwerkzaamheden voor een 700 MW AC verbinding langs de route Vierverlaten Oost bij Rottumeroog leiden tot grote omvang en duur van vertroebeling die leidt tot negatieve effecten op de kwaliteit van habitattypen H1110 en H1140 en op schelpdieren, die de basis van de voedselketen vormen in de Waddenzee. Net als voor de beschouwde aanleg van kabels voor het project NOZ TNW, zijn voor de aanleg van een leiding baggerwerkzaamheden ter hoogte van Rottumeroog voorzien.

In het kader van instandhoudingsdoelstellingen voor habitattypen H1110 en H1140, die gericht zijn op verbetering van de kwaliteit, kunnen significante effecten voor deze route voor leidingen niet worden uitgesloten. Allereerst vindt bij de aanleg van een leiding significante vernietiging plaats van habitattype H1140. Aanvullend is het volume dat voor route V moet worden gebaggerd voor een leiding groter zal zijn (6 miljoen m^3) dan dat voor de aanleg van een kabel langs route Vierverlaten Oost moest worden gebaggerd. Dit leidt tot grote omvang en duur van vertroebeling wat resulteert in negatieve effecten op de kwaliteit van deze habitattypen. Significant negatieve effecten van de V-Boschgat route voor de aanleg van leidingen op H1110 en H1140 kunnen dus niet worden uitgesloten. Dit is nu nog niet te zeggen voor de aanleg van een kabel langs de V-Boschgat route. Met de huidige kennis zijn de baggervolumes, die optreden bij de aanleg van een kabel langs de V-Boschgat route, significant kleiner dan destijds werd voorzien voor Route Vierverlaten Oost in het project NOZ TNW.

Omdat significant negatieve effecten niet zijn uit te sluiten, voor de aanlegwerkzaamheden van een leiding, dient een ADC-toets te worden uitgevoerd om vast te stellen of deze route vergunbaar is. Zoals eerder aangegeven wordt voor dit Programma niet getoetst op de eisen A en D (zie paragraaf 2.2). Er wordt wel getoetst op eis C. Daaruit blijkt dat compensatie niet mogelijk is. Compensatie is niet mogelijk omdat het vernietigde oppervlak van H1140 niet kan worden teruggebracht en de kwaliteit (die is afgenomen door een verhoogde vertroebeling) niet kan worden hersteld. Het is ook niet mogelijk om dit op een andere locatie in de Waddenzee te doen omdat deze geheel uit beschermde habitattypen bestaat waarvoor al een doelstelling geldt. Buiten de Waddenzee is het niet mogelijk om hetzelfde habitat te creëren vanwege de afwezigheid van de benodigde hydromorfologische omstandigheden.

Op eis C voldoet de route voor de aanleg van leidingen niet aan de ADC-toets, en wordt daarom niet vergunbaar geacht. In Bijlage II wordt een uitgebreide toelichting op de redeneerlijn voor het trechteren van routes gepresenteerd.

Baggervolumes voor route V zijn reden voor trechtering
De hoge baggervolumes voor de aanleg van een leiding langs de V-Boschgat route en de effecten daarvan op de natuur leiden ertoe dat deze route getrechterd wordt. De reden hiervoor is dat uit eerder uitgevoerde en gedetailleerde vertroebelingsstudies van het project NOZ TNW geconcludeerd is dat grote baggervolumes op deze locatie leiden tot significant negatieve effecten (destijds werd dezelfde route beschouwd, die toen de naam Vierverlaten oost had). Aangezien de baggervolumes voor de aanleg van een leiding groter zijn dan de volumes die in NOZ TNW leidden tot significant negatieve effecten kan met voldoende zekerheid worden gesteld dat de effecten van de aanleg van een leiding langs deze route niet acceptabel zijn. Voor de overige routes worden tijdens de effectonderzoeken in het planMER nieuwe vertroebelingsberekeningen uitgevoerd, om het effect te bepalen. Alleen het totale baggervolume is geen goede maat om effecten te bepalen. Het percentage slib in het gebaggerde sediment, de wijze waarop de pluim zich verspreidt door een gebied en de aanwezige natuurwaarden spelen een hele belangrijke rol bij het bepalen van de milieueffecten.

3.6.3 Baseline 2 - Baseline 3

Kabel - rode vlaggen
Naar aanleiding van de eerste ronde effectonderzoeken (op basis het Baseline 2 routeontwerp) is vastgesteld dat er langs de V - Boschgat route sprake is van 8 rode vlaggen als gevolg van aanlegwerkzaamheden voor een kabel.

Tabel 3.5 Overzicht van rode vlaggen n.a.v. ronde effectonderzoeken Baseline 2 - Baseline 3

Nr. rode vlag	Rode vlag
RV.V.1	Vernietiging hotspots wormen, voedsel vogels/verstoring en kwaliteit H1140
RV.V.2	Vernietiging hotspots schelpdieren, voedsel vogels/verstoring en kwaliteit H1140
RV.V.3	Verstoring ligplaatsen zeehonden
RV.V.4	Vernietiging zeegras (H1140)
RV.V.5	Vernietiging hotspots biodiversiteit (kwaliteit H1140)
RV.V.6	De verspreiding van het gebaggerde materiaal veroorzaakt een vertroebelingspluim. Het effect van deze pluim op de primaire productie is een rode vlag.
RV.V.7	Bodemdynamiek, verspreiding van sediment
RV.V.8	In vergunningen wordt doorgaans als eis opgenomen dat werkzaamheden gestaakt dienen te worden wanneer een zeehond op <1500 m afstand aanwezig is.

Kabel - Optimalisaties
Om de hierboven beschreven rode vlaggen weg te nemen zijn een aantal optimalisaties verkend. Daarbij is aangegeven welke optimalisaties technisch haalbaar zijn en dus zijn doorgevoerd in Baseline 3.

Tabel 3.6 Overzicht van optimalisaties om rode vlaggen op te lossen

Nr. rode vlag	Optimalisatie	Doorgevoerd in Baseline 3?
RV.V.1	Geen optimalisatie, in afwachting ronde 2 effectonderzoeken	N.v.t.
RV.V.2	Geen optimalisatie, in afwachting ronde 2 effectonderzoeken	N.v.t.
RV.V.3	UP.V.1: Werken buiten gevoelige periode zeehonden.	Ja, als uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.V.4	UP.V.2: Zeegras vermijden	Ja, als uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.V.5	Geen optimalisatie, in afwachting ronde 2 effectonderzoeken	N.v.t.
RV.V.6	OPT.V.1: Baggerwerkzaamheden beperken	Nee
RV.V.7	OPT.V.2: Gebaggerde materieel elders verspreiden	Ja, als ontwerpoptimalisatie.
RV.V.8	UP.V.3: Stilleggen werkzaamheden bij nabijheid zeehonden	Nee

UP.V.1: Werken buiten gevoelige periodes zeehonden

Deze route loopt voor een groot deel door de getijdegeulen Zuid Oost Lauwers en Boschgat. Met name ten oosten van deze geulen liggen zeehonden, die gevoelig zijn tijdens de pup en rui periode. Om deze rode vlag weg te nemen dienen er geen werkzaamheden plaats te vinden gedurende de pup- en ruiperiode (15 mei t/m augustus) langs die delen van de route waar geen 1.500 m afstand kan worden gehouden tot ligplaatsen van met name gewone zeehonden.

Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer opgenomen dat daar waar geen 1.500 m afstand kan worden gehouden tot ligplaatsen van zeehonden geen werkzaamheden worden uitgevoerd.

UP.V.2: Zeegras vermijden

Bij het maken van de boring onder de dijk door, die uitkomt op het wad, wordt zeegras vernietigd. Om deze rode vlag weg te nemen wordt de lengte van de HDD vergroot en het uittredepunt van de HDD geoptimaliseerd.

Omdat de exacte locatie van het zeegras ten tijde van de uitvoering nog niet bekend is, wordt als uitgangspunt in het Programma en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer opgenomen, dat er bij het ontwerp van de HDD geen zeegras mag worden vernietigd.

OPT.V.1: Baggerwerkzaamheden beperken

Het beperken van de baggerwerkzaamheden is nodig om de significante effecten op de primaire productie (de aanmaak van plantaardig materiaal uit zonlicht, wat een belangrijk onderdeel is van de voedselketen in de Waddenzee) te beperken. De baggerwerkzaamheden langs deze route zijn nodig voor de toegang van een ponton voor het kabel transport en de kabel installatie. De baggerwerkzaamheden kunnen worden beperkt door de toegangsgeul die wordt gebaggerd smaller of ondieper te maken. In de huidige situatie is uitgegaan van toegangsgeul van LAT - 7 m met een breedte (onderkant toegangsgeul) van 60 m en een talud van 1:6. Deze afmetingen worden bepaald door het ponton (100 m x 30 m) dat een lengte van 15 tot 20 km kabel meeneemt.

Smallere toegangsgeul
Het ponton dat wordt gebruikt is 100 m x 30 m en de gebaggerde toegangsgeul is 60 m breed. Het ponton wordt in de lengte richting ingezet. Dit betekent dat er aan weerszijden van het ponton 15 m ruimte is. Deze ruimte is nodig voor het passeren en aanleggen van andere vaartuigen die betrokken zijn bij de kabel installatie (crewschepen, survey schepen, anchor handlers et cetera).

Ondiepere toegangsgeul
De diepgang van het ponton, en dus de diepte van de toegangsgeul, zouden beperkt kunnen worden door de kabellengte die wordt meegenomen op het ponton, te beperken. Wanneer slechts de helft, 7-10 km kabel meegenomen zou worden zou een toegangsgeul diepte van 3-4 m voldoende zijn. Echter, dit betekent ook dat er in de geul een mof moet worden gemaakt om de twee kabelstukken met elkaar te verbinden. TenneT heeft aangegeven dat de aanleg van een mof in een diepe geul onwenselijk is. Redenen hiervoor zijn als volgt:

- een DC kabel bestaat uit een systeem met de configuratie van een plus en min pool en een metallische retour kabel en een glasvezelkabel. Dit zijn 3 kabels waarvoor 3 moffen worden gemaakt. Net als de kabel dienen de moffen te worden begraven onder het niet mobiele zeebed. Echter, anders dan de kabel, kan de mof niet worden geïnstalleerd met een vertical injector. Voor de moffen dient een put te worden gegraven waar de moffen in kunnen worden gelegd, en die vervolgens weer afgedekt wordt. De geschatte duur van het maken van 1 mof is 15 dagen, dit betekent dat er in de getijde geul voor een periode van >1 maand een mof wordt gemaakt. De put voor de mof dient gedurende deze periode open te blijven, omdat er niet zowel een baggerschip als mofponton ter plaatse van de mof locatie aan het werk kunnen zijn;
- aanvullend speelt dat de mof bereikbaar dient te zijn voor reparatie. Met het toekomstige meanderen van de geul, waarin de mof wordt aangelegd, kan de dekking op de mof oplopen tot 10 m, waarbij een grote operatie nodig is om te mof weer uit te graven."

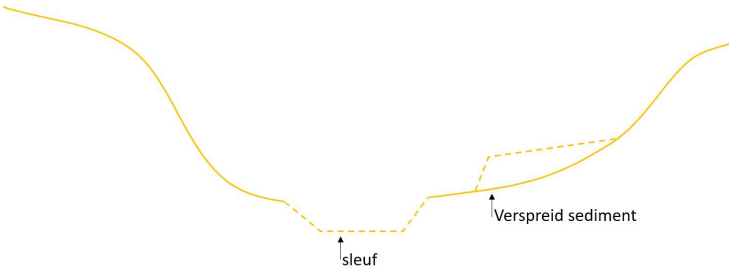
Onzekerheid in te zetten materieel
Er is nog geen ervaring opgedaan met het installeren van 2GW kabels. Er is dus momenteel nog geen installatie materieel dat de 2GW kabelverbindingen kan transporteren of installeren. Het vaartuig voor transport en installatie dient speciaal voor deze operatie te worden gebouwd. De afmetingen van het in te zetten vaartuig zijn bepaald op basis van bestaande vaartuigen, carrousels en haspels als gebruikt in voorgaande kabelinstallatie projecten en het gewicht van de aan te leggen kabelsectie. Onder andere vanwege deze onzekerheid is het beperken van baggervolumes door het versmallen of minder diep maken van de gebaggerde toegangsgeul zeer risicovol. Dit geldt specifiek voor deze route en niet voor de II-Oude Westereems route (baggervolume leidt niet tot een rode vlag, en wordt niet bepaald door dimensies in te zetten materieel) en de VII-Schiermonnikoog wantij route (installatie middels rijdend, en niet drijvend materieel).

Omdat het niet mogelijk is om de baggerwerkzaamheden te beperken is deze optimalisatie niet doorgevoerd in Baseline 3.

OPT.V.2: Gebaggerde materiaal elders verspreiden
Voor Baseline 2 is ervan uitgegaan, dat het uit de gebaggerde toegangsgeul vrijgekomen materiaal binnen 200 m van de toegangsgeul wordt verspreid. Vanwege het significante effect op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek is dit een rode vlag. Direct naast de te baggeren toegangsgeul is binnen de natuurlijke geul ook ruimte beschikbaar om het vrijgekomen sediment te verspreiden, Afbeelding 3.1 toont een schematische weergave van deze optimalisatie. De morfologische specialisten hebben in overleg met TenneT bepaald op welke locatie in de natuurlijke geul het sediment wordt verspreid.

Hoewel er onzekerheid bestaat wat betreft de technische haalbaarheid van deze optimalisatie, is de optimalisatie, namelijk het verspreiden van het gebaggerde materieel in de natuurlijke geul, en naast de gebaggerde geul, wel doorgevoerd voor Baseline 3.

Afbeelding 3.1 Schematische weergave van de getijde geul, de gebaggerde toegangssleuf en de alternatieve verspreidingslocatie



UP.V.3: Stilleggen werkzaamheden bij nabijheid zeehonden

In een groot aantal vergunningen in het kader van de Omgevingswet die voor activiteiten in de Waddenzee zijn afgegeven, zijn beperkende voorschriften opgenomen voor uitvoering van werkzaamheden, zoals concreet:

- dat tijdens de werkzaamheden een afstand van minimaal 1.500 meter van concentraties op zandplaten rustende zeehonden in acht genomen dient te worden, of
- dat ten minste 1.500 meter afstand dient te worden gehouden van rustende of zogende zeehonden of dat een afstand van minimaal 1.500 meter van aanwezige zeehonden moet worden gehandhaafd.

Voorbeelden van vergunningen waarin deze beperkende eisen zijn opgenomen zijn: Vergunning pilot Verdieping Westgat (2017), Vergunning Voortzetting Pilot mosselbankherstel Hond en Paap (2019), Nb-wet vergunning RWE kolencentrale Eemshaven (2012).

Deze eisen leiden tot beperkingen tijdens de uitvoering. TenneT: "In het geval dat men bij hoogwater door deze gebieden vaart, is dit voorschrift minder problematisch dan wanneer men zich er bij laagwater bevindt. Echter voor activiteiten als baggeren en kabelinstallatie is het niet mogelijk om de activiteiten alleen uit te voeren bij hoogwater. Doordat de geul relatief smal is, zullen de ankers van de installatie- en baggervaartuigen op de platen (oevers) liggen en is de interactie met de zeehonden daarbij nog groter. Risico op vertraging door het moeten staken van werkzaamheden zijn in dit gebied onacceptabel i.v.m. de beperkte werkvensters, die al worden bepaald door seizoenen en weer. Vertraging zou kunnen leiden tot opnieuw dienen te baggeren van de toegangsgeul. Echter baggeren in de directe nabijheid van een installatievaartuig of kabel is niet mogelijk."

Omdat het niet mogelijk is om op een realistische wijze een kabel aan te leggen en rekening te houden met bovengenoemd vergunningvoorschrift, wordt er geen uitgangspunt opgenomen in het Programma over afstand houden tot zeehonden tijdens de uitvoering.

3.7 VII - Schiermonnikoog wantij route

3.7.1 Baseline 0 - Baseline 1

Geen wijzigingen ten opzichte van Baseline 0, enkel een nadere uitwerking.

3.7.2 Baseline 1 - Baseline 2

Kabel

Geen wijzigingen ten opzichte van Baseline 1, enkel een nadere uitwerking.

Leiding

Voor Baseline 2 is als uitgangspunt gekozen voor de aanleg van een leiding met een serie HDD-boringen. De aanleg van de leiding op de droogvallende wadplaten met een grote open sleuf wordt vanwege de baggerwerkzaamheden die hiervoor nodig zijn niet meer beschouwd voor Baseline 2.

3.7.3 Baseline 2 - Baseline 3

Rode vlaggen

Naar aanleiding van de eerste ronde effectonderzoeken (op basis het Baseline 2 routeontwerp) is vastgesteld dat er langs de VII - Schiermonnikoog wantij route sprake is van 4 rode vlaggen als gevolg van aanlegwerkzaamheden voor zowel kabels als leidingen.

Tabel 3.7 Overzicht van rode vlaggen n.a.v. ronde effectonderzoeken Baseline 2 - Baseline 3

Nr. rode vlag	Rode vlag
RV.VII.1	Verstoring van broedvogels
RV.VII.2	Verstoring van niet-broedvogels
RV.VII.3	Vernietiging hotspots schelpdieren, voedsel vogels/verstoring en kwaliteit H1140
RV.VII.4	Vernietiging schelpdierbanken

Optimalisaties

Om de hierboven beschreven rode vlaggen weg te nemen zijn een aantal optimalisaties verkend, daarbij is aangegeven welke optimalisaties technisch haalbaar zijn en dus zijn doorgevoerd in Baseline 3.

Tabel 3.8 Overzicht van optimalisaties om rode vlaggen op te lossen

Nr. rode vlag	Optimalisatie	Doorgevoerd in Baseline 3?
RV.VII.1	UP.VII.1: Werkzaamheden uitvoeren buiten het broedseizoen	Uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.VII.2	UP.VII.2: Geen werkzaamheden uitvoeren gedurende aanwezigheid niet-broedvogels.	Uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.VII.3	geen optimalisatie, in afwachting ronde 2 effectonderzoeken	-
RV.VII.4	UP.VII.3: Schelpdierbanken vermijden	Uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.VII.4	OPT.VII.1: Corridor verbreden	Ja

UP.VII.1: Werkzaamheden uitvoeren buiten het broedseizoen

Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer opgenomen dat op plekken waar zich broedvogels bevinden gedurende het broedseizoen geen werkzaamheden worden uitgevoerd. Er wordt hierbij een afstand van 600 m (op basis van 40 dB geluidcontour) tot broedlocaties en belangrijke foerageerlocaties aangehouden.

UP.VII.2: Geen werkzaamheden uitvoeren gedurende aanwezigheid niet-broedvogels

Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer, opgenomen dat op plekken waar zich niet-broedvogels bevinden geen werkzaamheden worden uitgevoerd. De periode waarin en de afstand waarop kan worden gewerkt is afhankelijk van de vogelsoorten die er voorkomen (zie ook tekstkader Rode vlag RV.VII.2).

De technische haalbaarheid van bovenstaand uitgangspunt kan op dit moment nog niet worden getoetst, omdat in ronde 2 effectonderzoeken pas in beeld wordt gebracht om welke soorten en dus om welke locaties langs de route en periodes het gaat.

UP.VII.3: Schelpdierbanken vermijden

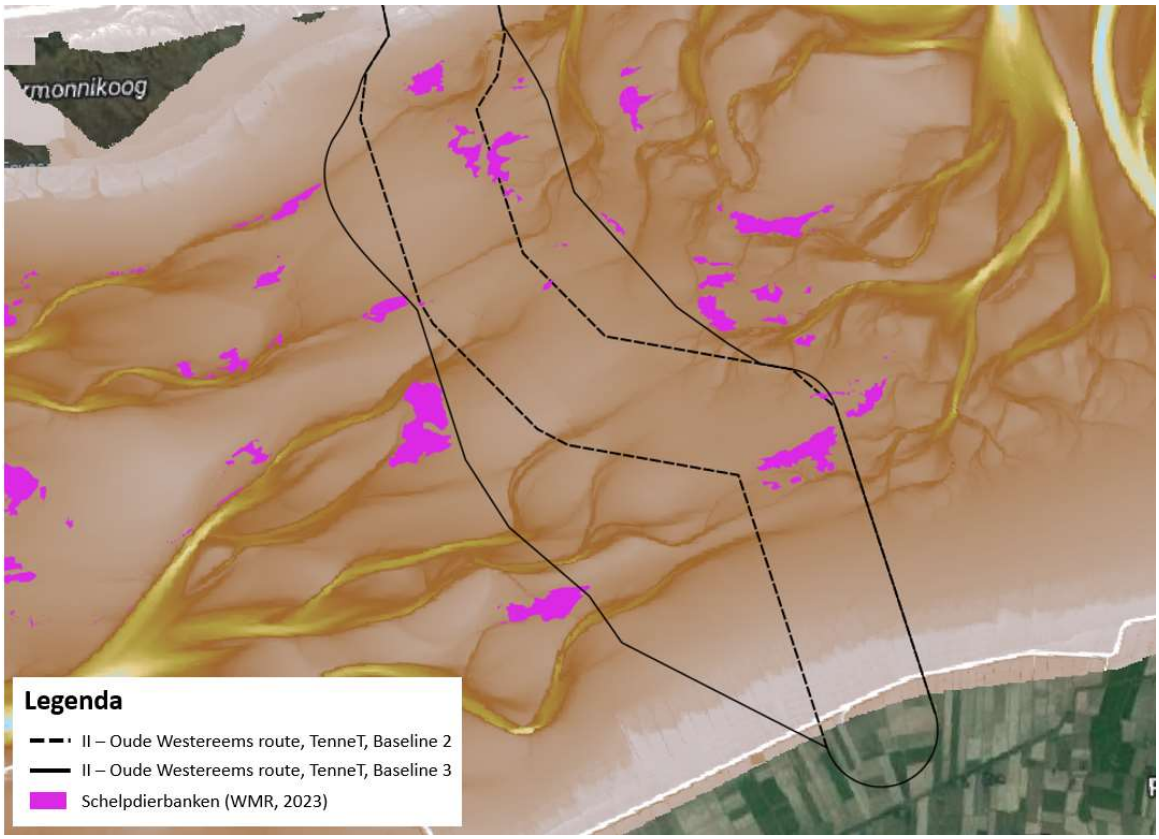
Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer, opgenomen dat schelpdierbanken worden vermeden.

OPT.VII.1: Corridor verbreden

Om in een eventueel project-mer nog voldoende ruimte te hebben om binnen de corridor de schelpdierbanken te vermijden, is de corridor voor de VII - Schiermonnikoog wantij route verbreed. Afbeelding 3.2 toont op welke wijze de corridor is verbreed ten opzichte van Baseline 2.

Het verbreden van de corridor voor de VII - Schiermonnikoog wantij route is doorgevoerd voor Baseline 3.

Afbeelding 3.2 VII - Schiermonnikoog wantij route, corridor Baseline 2, aangepast corridor Baseline 3



3.8 VIII - Ameland wantij route

3.8.1 Baseline 0 - Baseline 1

Geen wijzigingen ten opzichte van Baseline 0, enkel een nadere uitwerking.

3.8.2 Baseline 1 - Baseline 2

Voor de effectenonderzoeken in het planMER en de IEA tussen Baseline 1 en Baseline 2 is als uitgangspunt gekozen voor de aanleg van een leiding middels een serie HDD-boringen. De aanleg van de leiding op de droogvallende wadplaten middels een open sleuf wordt vanwege de baggerwerkzaamheden die hiervoor nodig zijn niet meer beschouwd.

3.8.3 Baseline 2 - Baseline 3

Rode vlaggen
Naar aanleiding van de eerste ronde effectonderzoeken (op basis van het Baseline 2 routeontwerp) is vastgesteld dat er langs de VIII - Ameland wantij route sprake is van drie rode vlaggen als gevolg van aanlegwerkzaamheden voor leidingen.

Tabel 3.9 Overzicht van rode vlaggen n.a.v. ronde effectonderzoeken Baseline 2 - Baseline 3

Nr. rode vlag	Rode vlag
RV.VIII.1	Verstoring van broedvogels
RV.VIII.2	Verstoring van niet-broedvogels
RV.VIII.3	Vernietiging schelpdierbanken

Optimalisaties
Om de hierboven beschreven rode vlaggen weg te nemen zijn een aantal optimalisaties verkend, daarbij is aangegeven welke optimalisaties technisch haalbaar zijn en dus worden doorgevoerd in Baseline 3.

Tabel 3.10 Overzicht van optimalisaties om rode vlaggen op te lossen

Nr. rode vlag	Optimalisatie	Doorgevoerd in Baseline 3?
RV.VIII.1	UP.VIII.1: Werkzaamheden uitvoeren buiten het broedseizoen	uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.VIII.2	UP.VIII.2: Geen werkzaamheden uitvoeren gedurende aanwezigheid niet-broedvogels.	Uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.VIII.3	UP.VIII.3: Schelpdierbanken vermijden	uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.

UP.VIII.1: Werkzaamheden uitvoeren buiten het broedseizoen
Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer, opgenomen, dat op plekken waar zich broedvogels bevinden gedurende het broedseizoen, geen werkzaamheden worden uitgevoerd. Er wordt hierbij een afstand van 600 m (op basis van 40 dB geluid contour) tot broedlocaties en belangrijke foerageerlocaties aangehouden.

UP.VIII.2: Geen werkzaamheden uitvoeren gedurende aanwezigheid niet-broedvogels.
Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer, opgenomen, dat op plekken waar niet-broedvogels bevinden gedurende het broedseizoen, geen werkzaamheden worden uitgevoerd. De periode waarin en de afstand waarop kan worden gewerkt is afhankelijk van de vogelsoorten die er voorkomen (zie ook tekstkader Rode vlag RV.VII.2).

De technische haalbaarheid van bovenstaand uitgangspunt kan op dit moment nog niet getoetst worden, omdat in ronde 2 effectonderzoeken pas in beeld wordt gebracht om welke soorten en dus om welke locaties langs de route en periodes het gaat.

UP.VIII.3: Schelpdierbanken vermijden
Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer, opgenomen, dat schelpdierbanken worden vermeden.

3.9 IX - Zoutkamperlaag route

3.9.1 Baseline 0 - Baseline 1

Deze route volgt het diepste deel van de Zoutkamperlaag (routeprincipe). In de NRD zijn de routes grof ingetekend. Op basis van de meest recent openbaar beschikbare gepeilde bodemligging is de route door de Zoutkamperlaag lokaal aangepast om aan te sluiten bij het routeprincipe (diepste deel van de geul volgen). Aanvullend geldt dat voor de aanleg van een leiding een minimale bochtstraal van 2 km is gehanteerd, de route is hierop aangepast.

3.9.2 Baseline 1 - Baseline 2

Ten opzichte van Baseline 1 wordt voor de leiding langs de route variant ten westen van Lauwersmeer niet uitgegaan van aanleg via de S-lay aanlegtechniek maar met een serie van HDD-boringen of in een open sleuf. Voor de effectenonderzoeken in het planMER en de IEA tussen Baseline 1 en Baseline 2 is als uitgangspunt gekozen voor de aanleg van een leiding middels een serie HDD-boringen. De aanleg van de leiding op de droogvallende wadplaten middels een open sleuf wordt vanwege de baggerwerkzaamheden die hiervoor nodig zijn niet meer beschouwd.

3.9.3 Baseline 2 - Baseline 3

Met behulp van een stoplichtenaanpak (zie paragraaf 2.2 van het hoofddocument) is de IX - Zoutkamperlaag route tussen Baseline 1 en Baseline 2 beoordeeld op vergunbaarheid en technische uitvoerbaarheid.

Significant negatieve effecten van de aanleg van leidingen langs deze route zijn bij de oostelijke variant van de IX- Zoutkamperlaag route niet uit te sluiten. Omdat een alternatieve (westelijke) aanlandlocatie reeds wordt onderzocht, is de oostelijk aanlanding niet verder onderzocht voor leidingen in PAWOZ.

De rode vlaggen die zijn geïdentificeerd en de optimalisaties die zijn verkend/doorgevoerd, zijn hieronder toegelicht.

Rode vlaggen
Naar aanleiding van de eerste ronde effectonderzoeken (op basis het Baseline 2 routeontwerp) is vastgesteld dat er langs de IX - Zoutkamperlaag route sprake is van 5 rode vlaggen als gevolg van aanlegwerkzaamheden voor leidingen. RV.IX.1 t/m RV.IX.3 geldt voor zowel de oostelijke als westelijke variant. RV.IX.4 en RV.IX.5 geldt alleen voor de oostelijke variant.

Tabel 3.11 Overzicht van rode vlaggen n.a.v. ronde effectonderzoeken Baseline 2 - Baseline 3

Nr. rode vlag	Rode vlag
RV.IX.1	Verstoring van niet-broedvogels op Het Rif
RV.IX.2	De verspreiding van het gebaggerde materiaal veroorzaakt een vertroebelingspluim. Het effect van deze pluim op de primaire productie is een rode vlag.
RV.IX.3	Bodemdynamiek, verspreiding van sediment
RV.IX.4	Aanlanding in defensiegebied
RV.IX.5	Volledige stremming van betonde vaargeul veerboot Schiermonnikoog

Optimalisaties

Om de hierboven beschreven rode vlaggen weg te nemen zijn een aantal optimalisaties verkend, daarbij is aangegeven welke optimalisaties technisch haalbaar zijn en dus worden doorgevoerd in Baseline 3.

Tabel 3.12 Overzicht van optimalisaties om rode vlaggen op te lossen

Nr. rode vlag	Optimalisatie	Doorgevoerd in Baseline 3?
RV.IX.1	UP.IX.1: Werkzaamheden uitvoeren gedurende periode met lage aantallen niet-broedvogels, in het geval van Het Rif is dat in juni	Uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.IX.2	OPT.IX.1: Beperken baggervolumes	Ja, als ontwerpoptimalisatie.
RV.IX.3	OPT.IX.2: Gebaggerde materiaal elders verspreiden	Ja, als ontwerpoptimalisatie.
RV.IX.4	OPT.IX.3: Alternatieve aanlandlocatie	Nee, want niet nodig.
RV.IX.5	OPT.IX.4: Voorkomen volledige stremming betonde vaargeul veerboot Schiermonnikoog.	Nee, want niet nodig.

UP.IX.1: Werkzaamheden uitvoeren gedurende periode met lage aantallen niet-broedvogels

Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer, opgenomen, dat wanneer zich op Het Rif lage aantallen niet-broedvogels bevinden, werkzaamheden worden uitgevoerd. In het geval van Het Rif is dat in juni. Vooruitlopend op de Passende Beoordeling in ronde 2 effectonderzoeken is in beeld gebracht om welke soorten het op Het Rif gaat.

- Drieteen: lage aantallen in juni – juli, staat van instandhouding = gunstig, positieve trend.
- Kanoet: lage aantallen mei – juli, staat van instandhouding = gunstig, positieve trend.
- Wulp: lage aantallen mei juni, staat van instandhouding = gunstig, negatieve trend.
- Bonte Strandloper: lage aantallen juni – juli, staat van instandhouding = gunstig, positieve trend.

OPT.IX.1: Beperken baggervolumes

De baggervolumes voor de aanleg van een leiding van deze route kunnen beperkt worden door in de begraafdiepte studie minder conservatieve aannames te doen. Uit een analyse van de begraafdiepte studie blijkt dat de baggervolumes beperkt kunnen worden tot circa 3,4 miljoen m^3 à 3,7 miljoen m^3 in plaats van 14,6 miljoen m^3 (middellijn westelijke varianten A1 en A2).

Deze ontwerpoptimalisatie is doorgevoerd voor Baseline 3.

OPT.IX.2: Gebaggerde materiaal elders verspreiden

De verspreiding van het gebaggerde materiaal binnen 200 m de toegangsgeul veroorzaakt permanente effecten op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek. Er is daarom een alternatieve bagger uitvoeringsmethode uitgewerkt, waarbij het grondverzet zo kort mogelijk voor de installatie van de leiding uitgaat. Dit betekent in feite dat er in een ‘treintje’ wordt gewerkt.

Meerdere baggerschepen werken voor het pijplegschip uit, en wanneer de leiding in aangelegd wordt het gebaggerde materiaal weer verspreid achter het pijplegschip aan.

Hoewel er onzekerheid bestaat wat betreft de technische haalbaarheid van deze optimalisatie, is de optimalisatie wel doorgevoerd voor Baseline 3.

OPT.IX.3: Alternatieve aanlandlocatie
Voor deze route is al een alternatieve aanlandlocatie in beeld, die niet aankomt in een defensiegebied (variant west). Een optimalisatie is daarom niet nodig.

Er is geen extra alternatieve aanlandlocatie doorgevoerd voor Baseline 3, omdat de westelijke variant nog tot de mogelijkheden behoort.

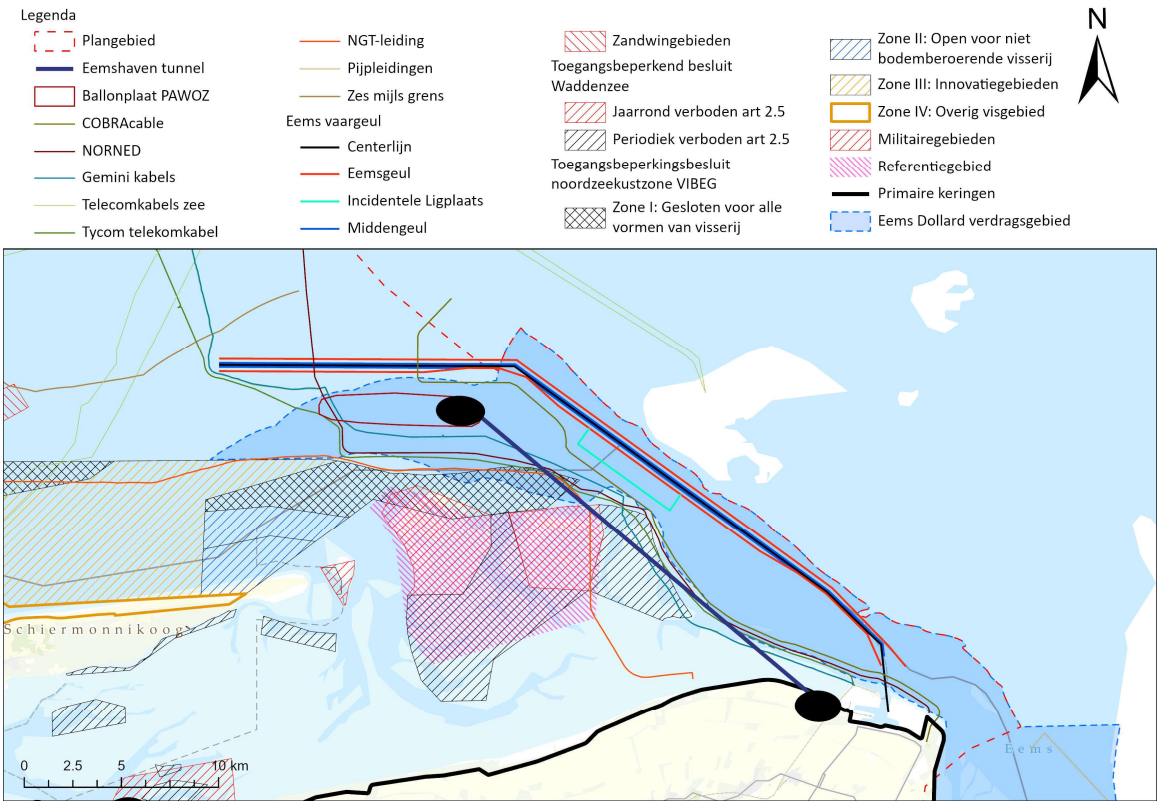
OPT.IX.4: Voorkomen volledige stremming betonde vaargeul veerboot Schiermonnikoog
Alleen de oostelijke variant van deze route loopt door de betonde vaargeul waarvan de veerboot richting Schiermonnikoog gebruik maakt. De oostelijke aanlanding valt echter af, vanwege het defensiegebied, waardoor de rode vlag niet langer weg hoeft te worden genomen middels een ontwerpoptimalisatie.

3.10 X - Tunnelroute

3.10.1 Baseline 0 - Baseline 1

De basis voor Baseline 1 is een in 2022 opgesteld Schetsontwerp (hierna: SO) van de tunnelroute op basis van een variant waarin alle (10 GW DC en 0,7 GW AC) kabelsystemen en waterstofleiding worden gecombineerd in één tunnelbuis onder de Waddenzee. De tunnel had een grote diameter en 2 tussendekken om alle energiedragers te accommoderen. Voor de beoordeling van de vergunbaarheid van de tunnel, zijn met name het intredepunt Noordzee en het aanlandingspunt in de Eemshaven van belang. Beide punten zijn opgenomen op Afbeelding 3.3.

Afbeelding 3.3 X - Tunnelroute met indicatie aanlanding Eemshaven en intredepunt



Intredepunt Noordzee

De Ballonplaat is naar voren gekomen als enige geschikte locatie voor het intredepunt Noordzee. Op de Ballonplaat zijn in het door Waterproof opgestelde rapport[1] meerdere door hen onderzochte locaties beschreven. De bureaus hebben de resultaten uit dit onderzoek beoordeeld en overgenomen in een aparte studie. Op basis van onder andere het bodemniveau, de breedte en stabiliteit van de kruin (het ondiepe punt van de Ballonplaat) en de afstand tot de Eemshaven is voorlopig de locatie vastgesteld, zoals weergegeven in Afbeelding 3.3.

Aanlandingspunt Eemshaven

Voor het aanlandingspunt van de tunnel bij de Eemshaven is nog geen locatie bepaald. De locatie die in het schetsontwerp (SO) is aangehouden is een fictieve locatie. Om één of meerdere mogelijk geschikte locaties vast te stellen, wordt tussen Baseline 1 en Baseline 2 een aanvullende studie uitgevoerd. In deze studie worden de volgende stappen worden doorlopen:

1 vaststellen technische uitgangspunten en randvoorwaarden aan locatie (benodigde werkterreinen e.d.);
2 gebiedsanalyse;
3 afstemming potentiële locaties met TenneT, Gasunie en omgevingspartijen;
4 selecteren potentiële locaties;
5 nadere uitwerking van de effecten (op die locaties).

3.10.2 Baseline 1 - Baseline 2

Voor Baseline 2 is in eerste instantie verder gewerkt vanuit het SO van de tunnel (kabelsystemen en leiding(en) in één enkele tunnelbuis). Het intredepunt Noordzee op de Ballonplaat is verder onderzocht. Uit morfologisch onderzoek is gebleken dat het oostelijke deel van de Ballonplaat het meest geschikt is. Dit is ook te zien op voorgaande Afbeelding 3.3. Er is nog geen definitieve locatie voor het aanlandingspunt bij de Eemshaven gekozen. Om die reden worden zoekgebieden meegenomen en onderzocht in de IEA en het PlanMER.

Om de technische uitvoerbaarheid van de tunnel verder te onderzoeken en om te komen tot technische uitgangspunten voor de start van een voorlopig ontwerp (hierna: VO) is voor Baseline 2 een onderzoekstraject doorlopen. Als onderdeel van het onderzoekstraject zijn eisen opgehaald bij de projectpartners TenneT en Gasunie. Op basis van deze eisen zijn 11 kritische modules gedefinieerd waarvan de technische haalbaarheid moet worden onderzocht. Als vertrekpunt voor het uitwerken van de modules is het concept uit het SO aangehouden. Bij dit ‘single-tube’ concept (kabelsystemen en leidingen in één enkele tunnelbuis) worden in totaal 10,7 GW aan kabelsystemen en 1 tot 3 waterstofleidingen ondergebracht in één grote tunnelbuis met meerdere tussendekken.

Haalbaarheid SO

In de periode juni tot september 2023 is onderzoek gedaan naar de kritische modules. Gebleken is dat het combineren van meer dan 3GW aan elektrisch vermogen bij het gekozen ontwerp (single-tube) niet mogelijk is. Hier zijn twee argumenten voor:

- de Europese wet- en regelgeving staat niet toe dat er een kans bestaat op gelijktijdige uitval van meer dan 3GW aan elektriciteitsvermogen op het Europese hoogspanningsnet. Reden hiervoor is dat met een dergelijke uitval de leveringszekerheid van stroom binnen Europa niet meer gegarandeerd kan worden. Het is daarom vanuit huidige wet- en regelgeving niet toegestaan om een ontwerp te maken waarbij een dergelijke hoeveelheid aan hoogspanningssystemen is gecombineerd in een enkele tunnelbuis als onderdeel van levering aan het Europese hoogspanningsnet;
- de effecten bij falen van hoogspanningssystemen zijn dusdanig hoog dat dit leidt tot een leveringszekerheidsrisico voor de afnemers (consument/ industrie). Uit de kritische modules blijkt dat kortsluiting in één van de kabelsystemen in de tunnel of een explosie ten gevolge van een lek in een waterstofleiding kunnen leiden tot schade aan de tunnel. Ook kan dit resulteren in de uitval van meerdere systemen.

[1] Optimal OWF export cable route alternatives towards Eemshaven – A morphological assessment and preliminary hydrodynamic modeling to determine best location for a tunnel exit at Ballonplaat’, Waterproof, d.d. 13/3/2023.

Naast deze niet acceptabel bevonden risico's bestaan er zorgpunten ten aanzien van de koeling van de kabelsystemen (complexe waterkoeling is noodzakelijk) en de werkveiligheid in de tunnel. Op basis van de optelsom van deze conclusies is geconcludeerd om voor X-Tunnel Route het ontwerp met een enkele buis voor 10,7 GW in combinatie met waterstofleidingen niet verder uit te werken.

In lijn met de werkwijze van routeoptimalisatie die breder binnen PAWOZ wordt toegepast, wordt getracht het ontwerp zodanig te optimaliseren dat er wel sprake is van een 'technisch uitvoerbaar' ontwerp. De optimalisatie ligt daarbij in de basis bij het loslaten van het 'single-tube' concept en het verkennen van een 'multi-tube' concept (ontwerp met meerdere tunnelbuizen). Er is door de bureaus, TenneT, Gasunie en EZK een gezamenlijk Plan van Aanpak opgesteld om dit concept verder uit te werken.

In de effectenonderzoeken tussen Baseline 2 en 3 worden als uitgangspunt de effecten van in totaal maximaal 7 tunnelbuizen onderzocht, waarbij in 5 tunnelbuizen hoogspanning komt en in maximaal 2 buizen waterstofleidingen. Per buis mag maximaal 3 GW aan elektrische transportcapaciteit worden geïnstalleerd. Voor waterstof wordt eveneens een worst case meegenomen van één waterstofleiding per tunnelbuis, al zijn hier optimalisaties mogelijk.

3.10.3 Baseline 2 - Baseline 3

Parallel aan de effectenonderzoeken worden tussen Baseline 2 en Baseline 3 aanvullende technische onderzoeken uitgevoerd om de uitvoerbaarheid van het nieuwe ontwerp te bepalen. Deze technische onderzoeken hebben als doel om één integraal geheel op te maken (onder andere op gebied van kosten en planning). Op basis van de resultaten kan worden gestart met het voorontwerp (VO).

3.11 XI - Dijkvariant B route

3.11.1 Baseline 0 - Baseline 1

Geen wijzigingen ten opzichte van Baseline 0, enkel een nadere uitwerking.

Omgevingsproces
Tijdens een informatiebijeenkomst eind 2022 voor grondeigenaren en LTO in het gebied van deze route is afgesproken dat er in 2023 een werkbijeenkomst zou worden georganiseerd waarin de landroutes worden besproken. Deze bijeenkomst heeft begin september 2023 plaatsgevonden met LTO, EZK, de agrarische werkgroep en het waterschap Noorderzijlvest. Doel van de werkbijeenkomst was enerzijds het toelichten van de routes en de te verwachten aanlegtechnieken op basis van de Notitie Routeontwikkeling Deel 1, maar vooral ook het bekijken van eventuele optimalisaties op basis van de inbreng van de grondeigenaren. Deze werkbijeenkomst heeft een nieuwe mogelijke variant gebracht tussen het dijklichaam en de binnendijkse sloot waarbij deze sloot verplaatst dient te worden. Hoofdstuk 16 van het hoofddocument beschrijft hoe deze variant verder is meegenomen.

3.11.2 Baseline 1 - Baseline 2

Met behulp van een stoplichtenaanpak (zie paragraaf 2.2 van het hoofddocument) is de XI - Dijkvariant B route tussen Baseline 1 en Baseline 2 beoordeeld op vergunbaarheid en technische uitvoerbaarheid.

Omdat zowel op het gebied van aanleg als beheer de eisen van het waterschap voor de kering en de eisen van TenneT (kabels) en Gasunie (leidingen) niet op elkaar aansluiten is deze route niet haalbaar. De route wordt daarom niet verder onderzocht in PAWOZ.

Toelichting op trechtering

De gesprekken tussen het waterschap, TenneT en Gasunie hebben geleid tot een notitie (Bijlage IV) waarin de mogelijkheden voor de XI-Dijkvariant B route verder zijn uitgewerkt. Onderstaand volgt voor kabels en leidingen een samenvatting van de bevindingen.

Kabels

Voor de aanleg van een kabel parallel aan de dijk in het dijkprofiel is zowel een binnendijkse als buitendijkse variant onderzocht. Zowel op het gebied van aanleg als beheer sluiten de eisen van het waterschap voor de kering en de eisen van TenneT voor de kabel niet op elkaar aan. Daarnaast geldt dat het dijklichaam en de nabije omgeving resulteren in tijdelijke maatregelen die tot veel extra tijd, overlast en maatschappelijke kosten leiden. Verder is het voor TenneT onacceptabel als de kabel niet te alle tijden bereikbaar is voor onderhoud of herstelwerkzaamheden. Dit doet zich met name voor bij de variant aan de kwelderzijde van de kering.

Los van het voornoemde speelt dat de rechten gerelateerd aan de ZRO strook beperkend zijn voor de toekomstige dijkversterkingen. Voor het waterschap is dit niet acceptabel. Daarnaast is het niet mogelijk om het grote materieel op deze plek in te zetten om de kabels in te graven. In het geheel beschouwd is het daarom niet realistisch om kabels en/of waterstofleidingen over een grote lengte parallel in/aan de primaire kering aan te leggen.

Leidingen

Voor de aanleg van een leiding parallel aan de dijk in het dijkprofiel zijn eisen opgenomen in de NEN 3650-serie en met name in de NEN 3651 (H7.3). Daarin is opgenomen dat het leggen van een leiding in de lengterichting in of op een waterkering, dan wel in of op het theoretisch profiel van een waterkering in principe niet toelaatbaar is.

Conclusie

De dijkvariant wordt zowel voor kabels als leidingen niet nader onderzocht. Dit is tevens besproken met het waterschap en de grondeigenaren op 6 september 2023 (zie ook paragraaf 2.3.2 in het hoofddocument). Voor de landroute (zie hoofdstuk 16 en 17 van het hoofddocument) is een nieuw ingebracht alternatief vanuit de landeigenaren verkend (of de binnendijkse sloot verplaatst kan worden zodat er tussen de dijk en de binnendijkse sloot voldoende ruimte ontstaat voor een kabels en/of leidingen).

4

LAND ROUTES: ONTWERP PROCES BASELINE 0 - BASELINE 3

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is de totstandkoming van landroutes en stationslocaties op land toegelicht. Eerst is een toelichting gegeven op het proces tussen Baseline 2 en 3. Dit proces is voor alle routes doorlopen. Vervolgens is de ontwikkeling van de routes voor TenneT (kabelsystemen) tussen Baseline 0 - 3 toegelicht, gevolgd door een toelichting op de ontwikkeling van de landroutes bedoeld voor Gasunie (leidingen) en de ontwikkeling van stationslocaties op land.

4.2 Proces tussen Baseline 2 en 3

Alle routes en stationslocaties zijn tussen Baseline 2 en 3 op basis van het Baseline 2 ontwerp beoordeeld in het PlanMER en de IEA. Deze eerste ronde effectenonderzoeken heeft voor landroutes, stationslocaties op land en voor de aanlandingspunten van de X - Tunnelroute rode vlaggen opgeleverd. Aanvullend zijn in de periode tussen Baseline 2 en 3 onvolkomenheden geconstateerd in een aantal routes/stationslocaties. Op basis van de rode vlaggen en onvolkomenheden is het Baseline 2 ontwerp geoptimaliseerd. Een overzicht van alle rode vlaggen en onvolkomenheden per landroute, stationslocatie en aanlandingspunt van de X - Tunnelroute is opgenomen in Bijlage I. Hieronder is toegelicht op welke onderwerpen rode vlaggen op land zijn opgetreden en welke optimalisaties zijn doorgevoerd.

Rode vlaggen

Op verschillende MER-thema's zijn rode vlaggen gevonden. Veel van deze rode vlaggen komen op meerdere landroutes voor. Onderstaand is weergeven op welke thema's rode vlaggen optreden. Voor een overzicht van rode vlaggen per route wordt verwezen naar de tabel 1 in Bijlage I.

Thema's waarop rode vlaggen zijn geïdentificeerd:

- Natuur:
  - het kruisen van Natura 2000-gebied;
  - ligging nabij Natura 2000-gebied;
  - ligging in weidevogelgebied;
- Gebruiksfuncties:
  - ligging in defensiegebied;
  - ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors;
- LCA:
  - ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridors;
  - ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd deels in de corridors;
  - ligging van eendenkooien in de corridors;
  - ligging van beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors;
  - het kruisen van oude dijken;

- Geluid:
  - woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase;
  - overschrijding van de geluidsruimte in het gezoneerde bedrijventerrein Eemshaven (gebruiksfase);
- Scheepvaart
  - stremming vaargeul naar Schiermonnikoog.

Onvolkomenheden

Sommige routes en stationslocaties uit Baseline 2 bevatten onvolkomenheden. Voorbeelden hiervan zijn corridors die bij nader inzien niet (goed) aansluiten op de juiste stationslocaties, identieke routedelen in de Eemshaven die bij nader inzien niet identiek zijn ingetekend en corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties die onbedoeld deels op zee liggen. Onvolkomenheden zijn in Bijlage I te herkennen met codes die starten met OV. Net als voor de rode vlaggen, zijn deze onvolkomenheden per route gepresenteerd in de tabel 1 van Bijlage I.

Optimalisaties voor rode vlaggen

Tussen Baseline 2 en Baseline 3 zijn optimalisaties en uitgangspunten geformuleerd om rode vlaggen op te lossen. In Tabel 4.1 is per rode vlag op themaniveau opgenomen welke optimalisaties en uitgangspunten zijn doorgevoerd. In Bijlage I zijn deze optimalisaties en uitgangspunten per route gepresenteerd en gecodeerd. Wanneer een ontwerpoptimalisatie het versmallen van een corridor inhoudt is het uitgangspunt dat de maximale configuratie (7 kabelsystemen en 3 leidingen) nog in de corridor moeten passen.

Tabel 4.1 Rode vlaggen en optimalisaties voor landroutes

Rode vlaggen	Optimalisaties en uitgangspunten
Natuur: het kruisen van Natura 2000-gebied	Optimalisaties: - gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek) of; - corridor versmallen (wanneer een corridor deels overlapt met Natura 2000-gebied)
Natuur: Ligging nabij Natura 2000-gebied	Uitgangspunt: nader ecologisch onderzoek benodigd tijdens (randvoorwaarde project-mer).
Natuur: Ligging in weidevogelgebied	Uitgangspunt: - vermijd zoveel mogelijk de weidevogelgebieden (randvoorwaarde project-mer); - of nader onderzoek naar mogelijke mitigerende maatregelen voor effecten (randvoorwaarde project-mer).
Gebruiksfuncties: Ligging in defensiegebied	Afgevallen route: Route vervalt (IX – Zoutkamperlaag route variant oost in het Waddengebied is afgevallen, daarmee komt ook IX – Zoutkamperlaag landroute A te vervallen. Deze vervalt ook omdat Defensie niet toestaat dat de route het defensiegebied doorkruist.
Gebruiksfuncties: Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	Uitgangspunt: vermijd de woningen (randvoorwaarde beoordeling effectenonderzoeken PAWOZ).
LCA: Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de gehele corridor	Uitgangspunt: - vermijd deze archeologische gebieden waar mogelijk (randvoorwaarde beoordeling effectenonderzoeken PAWOZ); mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is inclusief Archeologisch onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
LCA: Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd deels in de corridors	Uitgangspunten: - vermijd deze archeologische gebieden (randvoorwaarde beoordeling effectenonderzoeken PAWOZ); - óf gestuurde boring toepassen (randvoorwaarde project-mer).

Rode vlaggen	Optimalisaties en uitgangspunten
LCA: Ligging van eendenkooien in de corridors	Uitgangspunten: - vermijd de eendenkooien (randvoorwaarde beoordeling effectenonderzoeken PAWOZ); - óf gestuurde boring toepassen (randvoorwaarde project-mer).
LCA: Ligging van beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors	Uitgangspunt: vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling effectenonderzoeken PAWOZ).
LCA: Het kruisen van oude dijken	Wanneer een oude dijk in de corridor ligt maar niet over de volledige breedte → uitgangspunten: - vermijden van de oude dijken; - óf gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek). Wanneer een oude dijk de volledige breedte van de corridor kruist → Optimalisatie: Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
Geluid: Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	Uitgangspunt: Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Geluid: Overschrijding van de geluidsruimte in het gezoneerde bedrijventerrein Eemshaven (gebruiksfase)	Uitgangspunt: Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).

Aanpassingen vanwege onvolkomenheid

Onvolkomenheden in de routes zijn eveneens in de optimalisatieperiode aangepast. Net als voor het oplossen van rode vlaggen, is hiervoor de term optimalisatie gebruikt. In Tabel 4.2 is per onvolkomenheid opgenomen welke optimalisatie is doorgevoerd. In Bijlage I zijn deze optimalisaties per route gepresenteerd en gecodeerd.

Tabel 4.2 Onvolkomenheden en optimalisaties voor landroutes

Onvolkomenheden	Optimalisaties
Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes	Identieke routedelen zijn aangepast en op elkaar afgestemd.
Routes en corridors sluiten niet altijd aan op de juiste stations	Aangepaste centerlines en corridors. Routes voor zowel kabels als leidingen sluiten aan hierdoor aan op waterstof aanlandingstations en converterstations.
Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	De landroutes zijn aangepast waardoor deze niet meer overlappen met Natura 2000-gebied Waddenzee.
Corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties liggen deels niet op land	De zoekgebieden en corridors zijn aangepast zodat deze enkel op land liggen.

4.3 VII - Schiermonnikoog Wantij landroute A

Deze route is beschouwd voor zowel een kabelsysteem als leiding. In deze paragraaf wordt ingegaan op de route voor een kabelsysteem. Paragraaf 4.4 beschrijft de route voor een leiding.

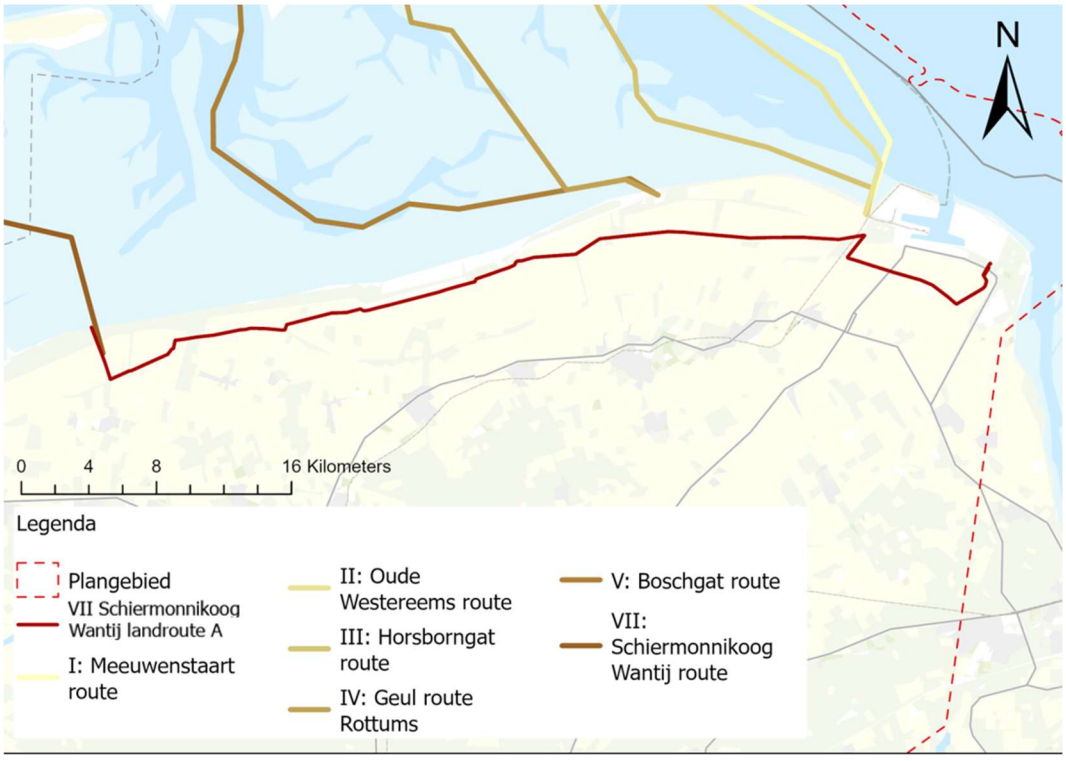
4.3.1 Baseline 0 - Baseline 1

In de NRD is de 'Route vaste land' benoemd, welke is gebaseerd op de route die voor Net Op Zee Ten noorden van de Waddeneilanden (NOZ TNW) is onderzocht. Deze route wordt zowel voor kabelsystemen als voor leidingen onderzocht. Op deze route takken een aantal routes vanuit het Waddengebied aan (zie Tabel 4.3 en Afbeelding 4.1). Deze route is in het kader van een eerder TenneT project, NOZ TNW, al op een hoog detailniveau uitgewerkt. De kabels worden aangelegd in open ontgraving of met HDD-boringen. Op basis van bestaand onderzoek is vastgesteld dat er in ieder geval ruimte is voor 4,7 GW langs de route.

Tabel 4.3 Overzicht van Waddenroutes die aantakken op Schiermonnikoog Wantij landroute A

Aanlandingszone	Route waddengebied
ten westen van de Eemshaven	VII - Schiermonnikoog Wantij route
Uithuizen	IV - Geul Rottums route en V - Boschgat route
Kloosterburen	I - Meeuwenstaart route, II - Oude Westereems route en III - Horsborngat route

Afbeelding 4.1 Routes over land naar Eemshaven Baseline 1



4.3.2 Baseline 1 - Baseline 2

Ten behoeve van Baseline 2 is onderzocht of er ruimte is voor meer kabels dan 4,7 GW. In eerste instantie lijkt er tot aan ten westen van de Eemshaven mogelijk ruimte voor meer dan 4,7 GW. De effectonderzoeken moeten deze eerste uitkomst verifiëren.

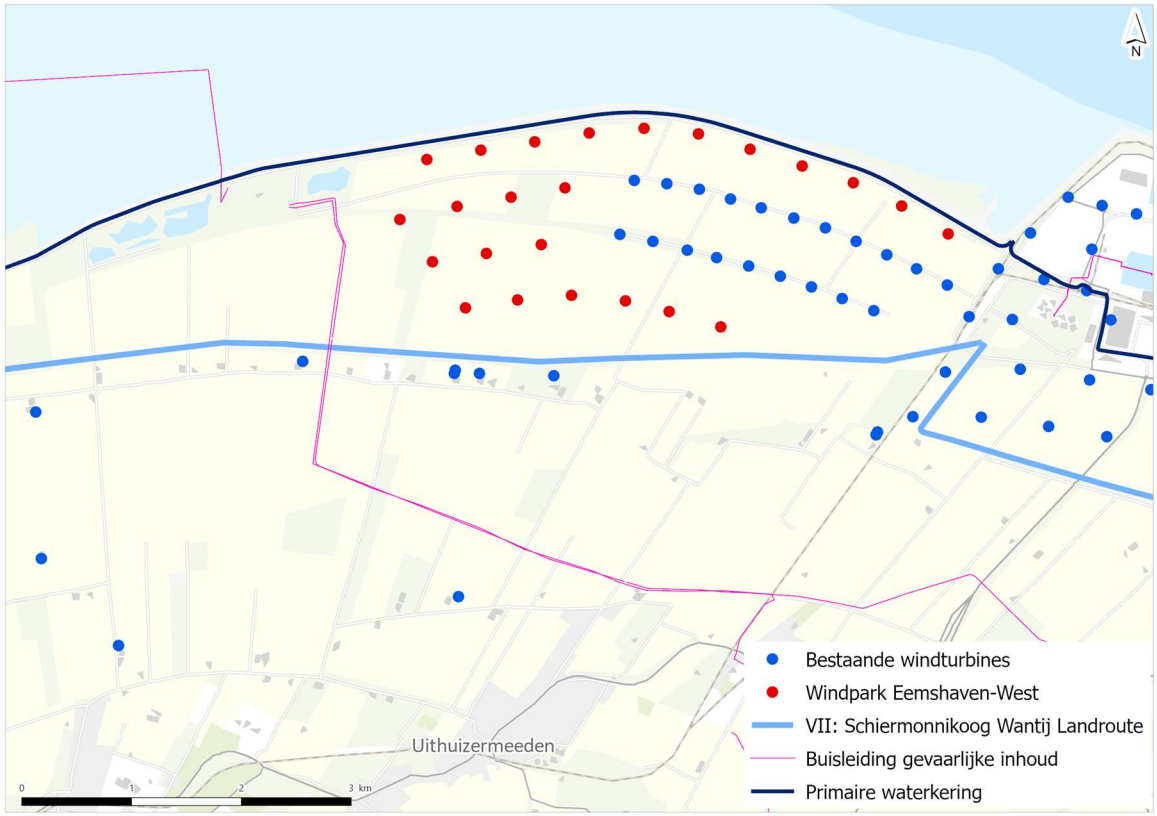
Omgevingsproces

Tijdens een informatiebijeenkomst eind 2022 voor grondeigenaren in het gebied van deze route is afgesproken dat er in 2023 een bijeenkomst wordt georganiseerd waarin de landroutes worden besproken. Doel van de werkbijeenkomst is enerzijds het toelichten van de routes en de te verwachten aanlegtechnieken op basis van de Notitie Routeontwikkeling Deel 1, maar vooral het ook het bekijken van eventuele optimalisaties op basis van de inbreng van de grondeigenaren. Deze bijeenkomst is gehouden in juli 2023. Concreet is hier de nieuwe dijkvariant uitgekomen tijdens een sessie met landeigenaren en LTO in Groningen.

Wijzigingen ten opzichte van Baseline 1

Naast de Schiermonnikoog Wantij landroute is voor kabelsystemen en leidingen in het NRD een andere route opgenomen: de XI - Dijkvariant B. Voor de XI - Dijkvariant B route is vastgesteld dat er tussen het dijklichaam en de binnendijkse sloot onvoldoende ruimte is voor de aanleg van kabels. Tijdens gesprekken over de XI - Dijkvariant B route met agrariërs is door hen de vraag gesteld of de binnendijkse sloot tussen Kloosterburen en de Eemshaven verder landinwaarts verplaatst kan worden om op die manier wél voldoende ruimte te creëren voor de aanleg van kabels (en leidingen). In verband met de externe veiligheidszones van Windpark Eemshaven-West is ten oosten van de NGT-locatie geen ruimte om de kabels tussen het dijklichaam en de binnendijkse sloot te plaatsen. Ook wanneer deze binnendijkse sloot verder landinwaarts wordt verplaatst. Daarom is het verplaatsen van de sloot alleen tussen Kloosterburen en het NGT-station onderzocht. Afbeelding 4.2 toont Windpark Eemshaven-West en in roze lijnen de NGT-buisleiding.

Afbeelding 4.2 Windpark Eemshaven West



Tussen Baseline 1 en 2 is in overleg met het waterschap, TenneT en Gasunie onderzocht of en op welke manier deze variant mogelijk zou kunnen zijn. Deze variant wordt gezien als een invulling van de landroute die past binnen het onderzoeksgebied dat wordt beschouwd in het PlanMER. Daarom is deze variant als optie onder de Schiermonnikoog Wantij landroute verkend in plaats als aanpassing van de XI - Dijkvariant B route. Daarnaast zijn tussen Baseline 1 en 2 de routes in het Waddengebied I - Meeuwenstaart route, III - Horsborngat route en IV - Geul Rottums route voor kabels getrechterd tussen Baseline 1 en Baseline 2. Dit betekent dat de aanlandingszones bij Uithuizen en Kloosterburen enkel nog wordt gebruikt voor aanlanding van de Waddengebied routes V - Boschgat route en II - Oude Westereems route. Daarnaast is een extra aanlandingszone voor V - Boschgat route toegevoegd nabij Westernieland. De Schiermonnikoog Wantij landroute is hierop aangepast. Tabel 4.4 toont de aangepaste routes vanaf de Waddenzee.

Tabel 4.4 Overzicht van routes voor kabelsystemen over land naar Eemshaven[1]

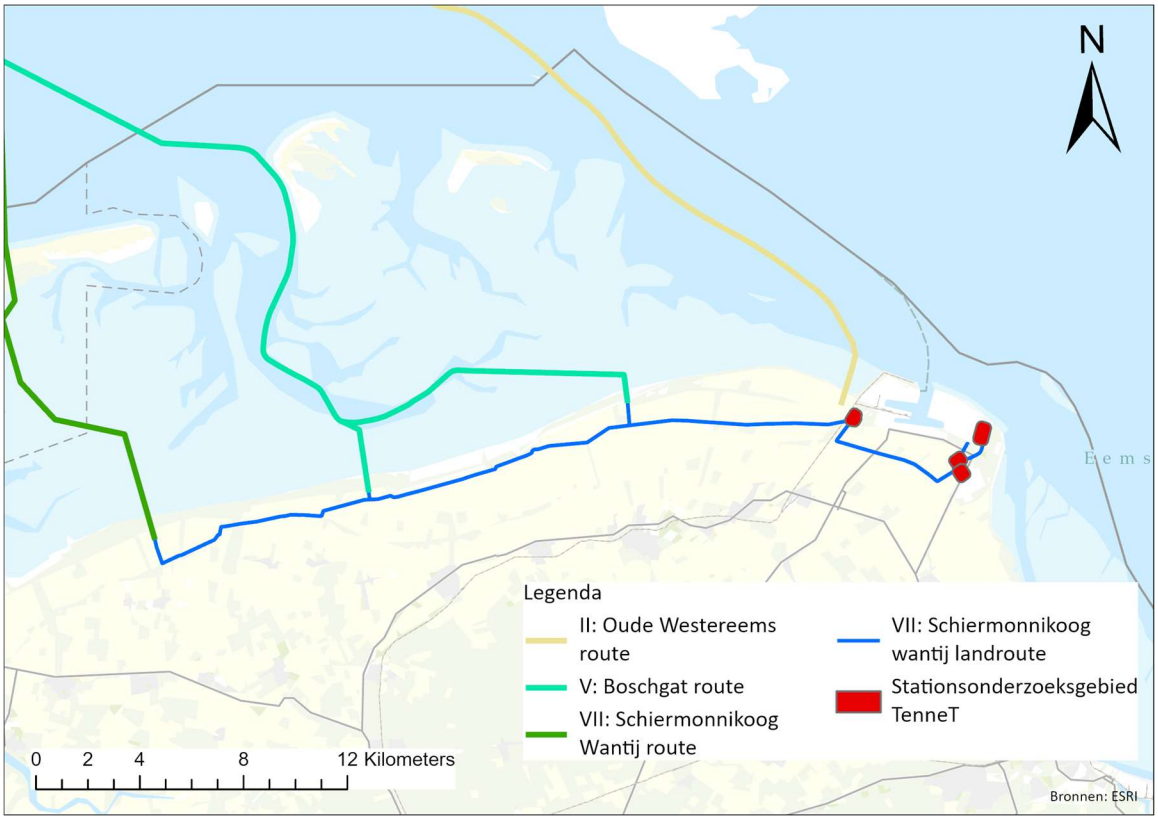
Aanlandingszone - aansluitpunt	**Sluit aan op route door Waddengebied**
Ten Westen van de Eemshaven → Eemshaven	II - Oude Westereems route
Uithuizen → Eemshaven	V - Boschgat route
Westernieland → Eemshaven	V - Boschgat route
Kloosterburen → Eemshaven	VII - Schiermonnikoog wantij route

Afbeelding 4.3 toont hoe de Schiermonnikoog Wantij landroute is aangepast (ten opzichte van route in Afbeelding 4.1) om op de waddengebied routes aan te sluiten. De Schiermonnikoog Wantij landroute is doorgetrokken naar de stationslocatie van het converterstation voor Doordewind in het Noordoosten van de Eemshaven.

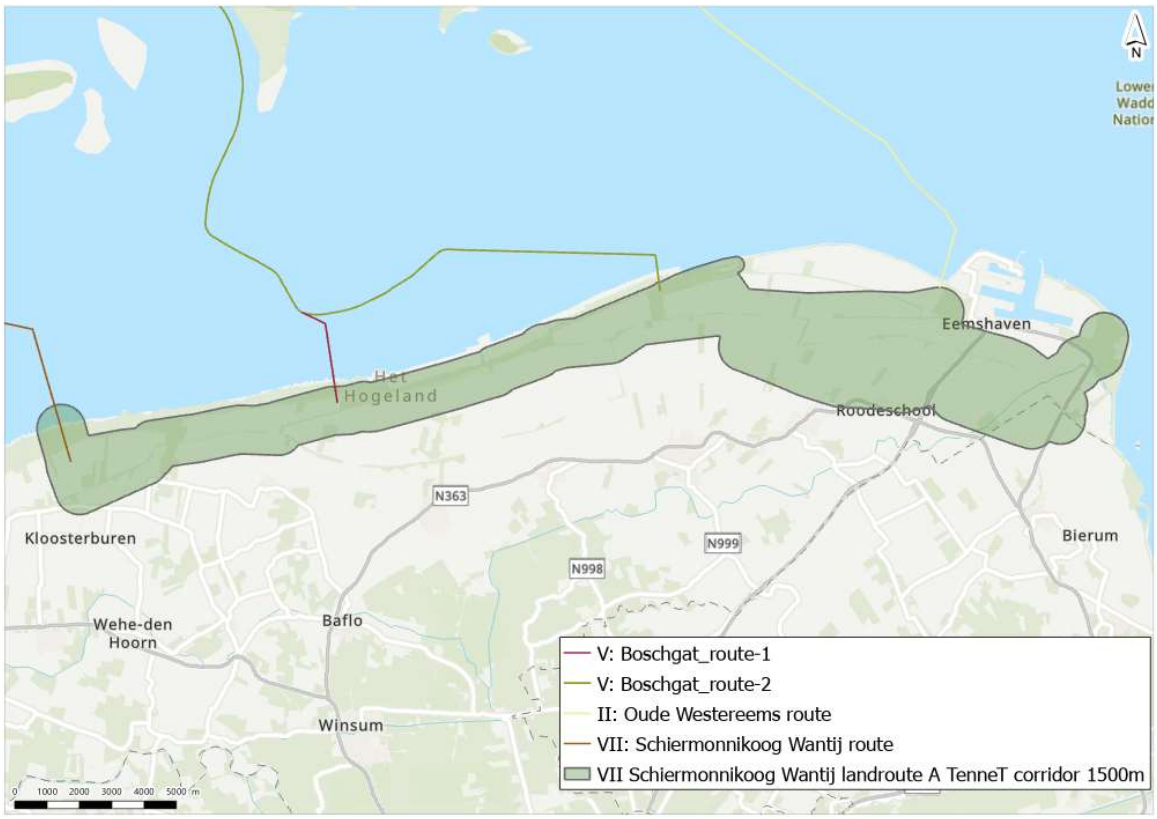
In aanvulling op de NOZ TNW route wordt de Schiermonnikoog Wantij landroute verlengd tot het nog aan te leggen hoogspanningsstation Waddenweg voor windpark Doordewind. Deze is voorzien direct ten zuiden van het transformatorstation voor Gemini.

[1] I - Meeuwenstaart route, III - Horsborngat route, IV - Geul Rottums route zijn tussen Baseline 1 en Baseline 2 getrechterd. De TenneT stations bevinden zich allen in de Eemshaven.

Afbeelding 4.3 Geoptimaliseerde VII - Schiermonnikoog Wantij landroute



Afbeelding 4.2 VII Schiermonnikoog Wantij landroute A corridor 1500 meter voor kabelsysteem



Afbeelding 4.2 geeft de VII Schiermonnikoog Wantij landroute A corridor weer voor een kabelsysteem. Omdat vanaf de Schiermonnikoog Wantij aanlandingszone ook waterstofleidingen naar de Eemshaven zijn onderzocht wordt een corridor van 1.500 meter breed aangehouden. Deze corridor sluit aan op alle aanlandingszones waar kabels worden onderzocht. De corridor is het onderzoeksgebied waarbinnen de milieuonderzoeken worden uitgevoerd. De corridor wijkt af van de Schiermonnikoog Wantij landroute op de volgende punten:

- de corridor is doorgetrokken tot de NGT-locatie. Hiermee wordt een binnendijkse variant onderzocht (beschreven aan het begin van dit hoofdstuk);
- de Schiermonnikoog Wantij landroute loopt door de Oostpolder. Omdat er verschillende ontwikkelingen in de Oostpolder spelen die de aanleg van een route beïnvloeden is een route langs Roodeschool eveneens onderdeel van de onderzoeken voor het MER. Derhalve is de corridor deze kant op uitgebreid (richting het zuiden, zie Afbeelding 4.2).

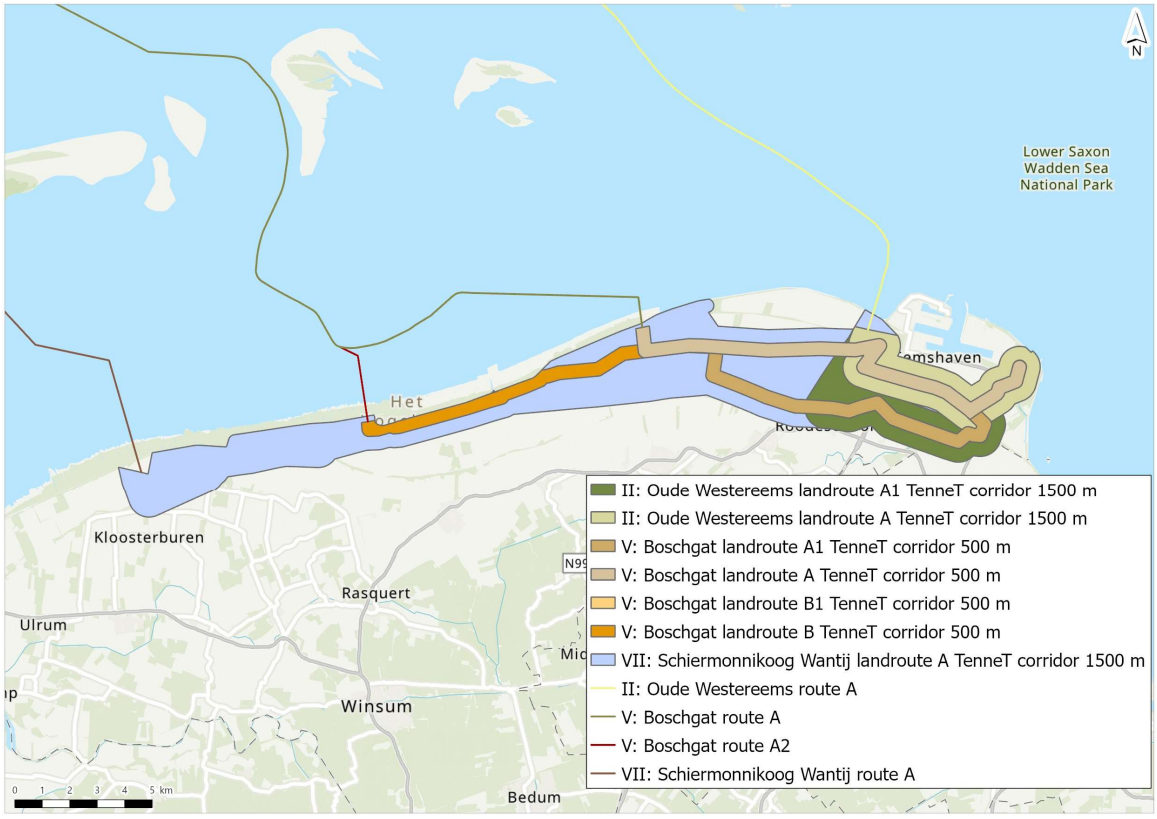
Uit het MER moet blijken waar routes daadwerkelijk mogelijk zijn. Het MER onderzoekt de milieueffecten binnen de corridors.

4.3.3 Baseline 2 - Baseline 3

Rode vlaggen en onvolkomenheden

De eerste ronde effectenonderzoeken heeft voor landroutes, stationslocaties op land en voor de aanlandingspunten van de X - Tunnelroute rode vlaggen opgeleverd (zie paragraaf 4.2). Aanvullend is in de periode tussen Baseline 2 en 3 geconstateerd dat een aantal routes/stationslocaties onvolkomenheden bevatten. In Bijlage I zijn alle rode vlaggen en onvolkomenheden per landroute, stationslocatie en aanlandingspunt van de X - Tunnelroute opgenomen. Optimalisaties op basis van onvolkomenheden zijn doorgevoerd. Dit heeft geleid tot een route met lokale aanpassingen. Het Baseline 3 routeontwerp is gepresenteerd op Afbeelding 4.3.

Afbeelding 4.3 Routeontwerp VII - Schiermonnikoog Wantij landroute Baseline 3



4.4 VII Schiermonnikoog Wantij landroute A, B en C

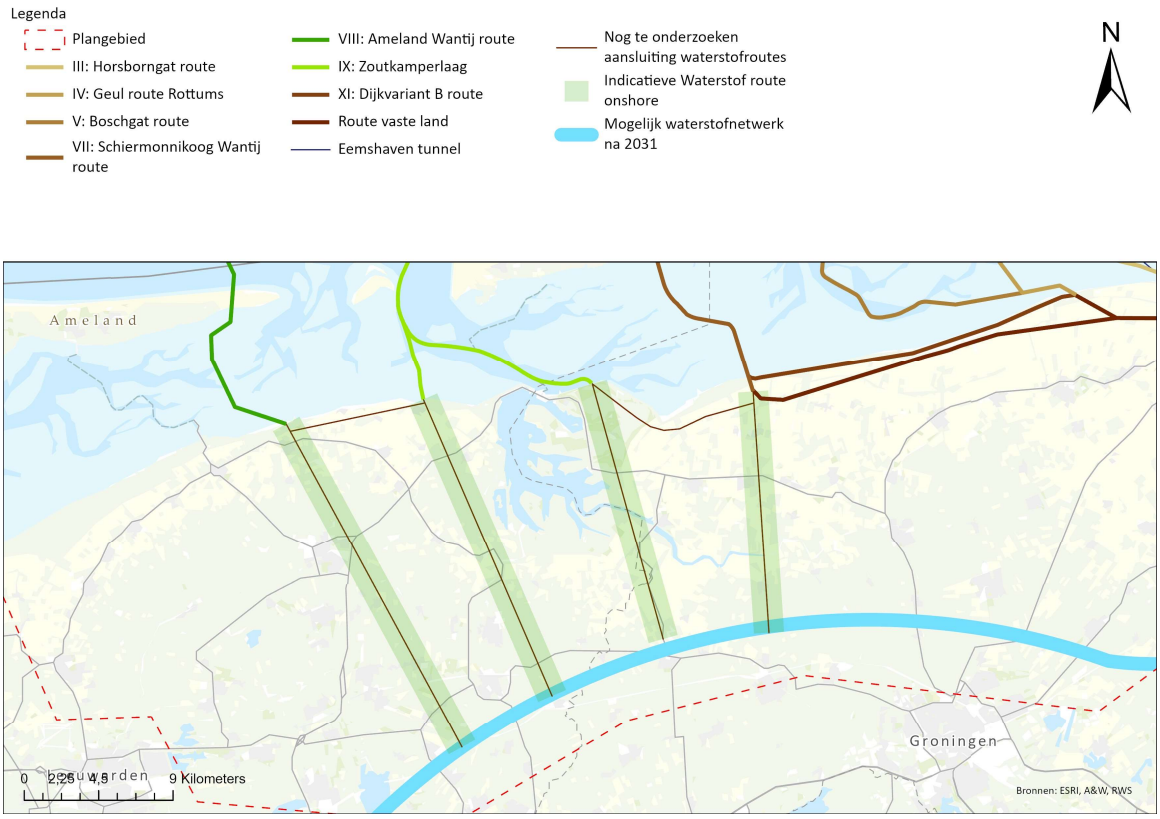
Variant A van deze route is beschouwd voor zowel een kabelsysteem als leiding. In deze paragraaf wordt ingegaan op de route voor een leiding. Paragraaf 4.3 beschrijft de route voor een kabelsysteem. Variant B en C is beschouwd voor een leiding.

4.4.1 Baseline 0 - Baseline 1

In het NRD zijn vanaf het aanlandingspunt van VII - Schiermonnikoog Wantij route, een route naar de Eemshaven opgenomen en indicatieve routes naar het Waterstofnetwerk Nederland (WNN) in Friesland. Hierdoor kan de VII - Schiermonnikoog Wantij route zowel op Waterstofnetwerk Nederland in Friesland worden aangesloten als op Waterstofnetwerk Groningen. De route naar de Eemshaven is gebaseerd op de route die voor Net Op Zee Ten noorden van de Waddeneilanden (NOZ TNW) is onderzocht en volgt dezelfde route als de route voor kabels. Om van deze indicatieve routes tot vergunbare en technisch uitvoerbare routes te komen, is een aanvullende studie uitgevoerd. Deze studie is uitgevoerd samen met Gasunie en de provincies Fryslân en Groningen, waarbij de volgende stappen zijn doorlopen:

1 vaststellen technische uitgangspunten;
2 gebiedsanalyse;
3 bepalen onderscheidende routes en aanlandingslocaties.

Afbeelding 4.4 Indicatieve routes voor een leiding naar het WNN in Friesland, inclusief VII - Schiermonnikoog Wantij landroute A, B en C

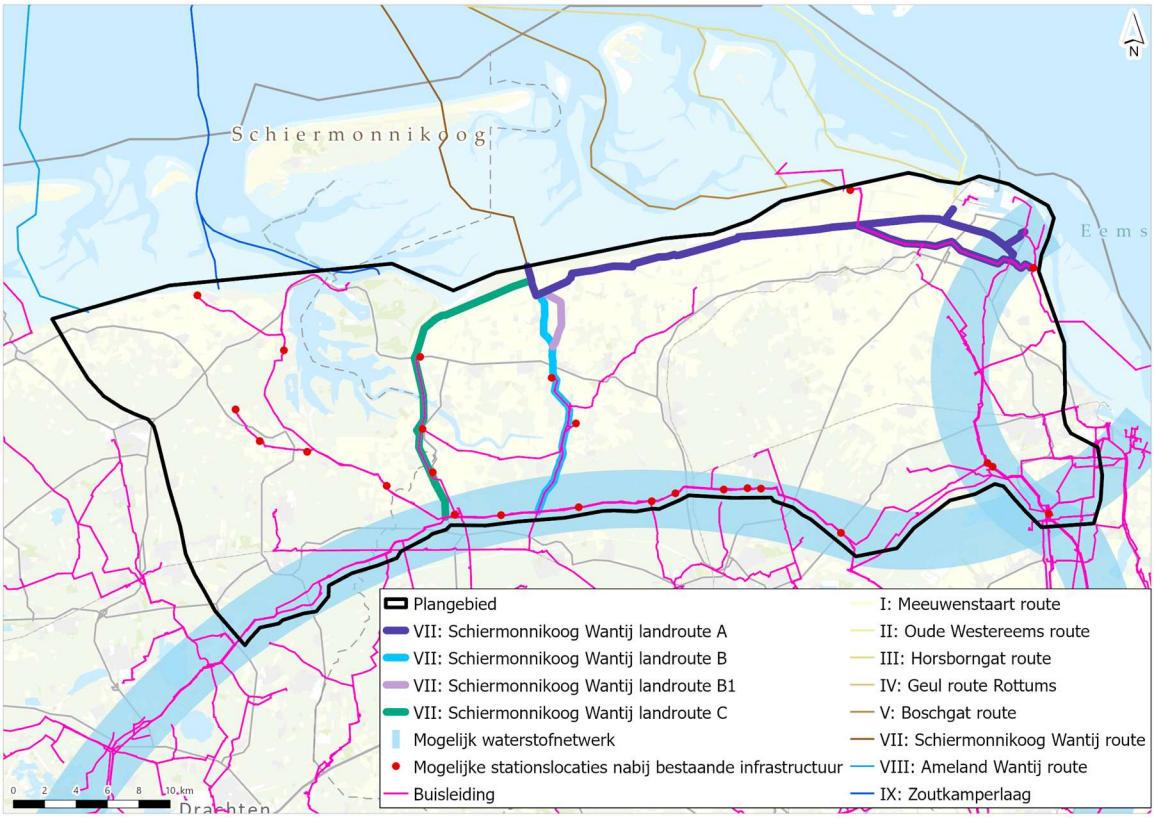


4.4.2 Baseline 1 - Baseline 2

Om van deze indicatieve routes naar vergunbare en technisch uitvoerbare routes te komen en om aan te sluiten op het Waterstofnetwerk Nederland, is tussen Baseline 1 en Baseline 2 een aanvullende studie uitgevoerd. Routes I, III en IV zijn tussen Baseline 1 en 2 afgevallen/getrechterd. Route V is getrechterd/afgevallen voor de ontwikkeling van een waterstofleiding maar wordt nog wel onderzocht voor kabels (zie eerder in deze notitie). De routes voor waterstofleidingen op land zijn aangepast op basis van deze wijzigingen.

Afbeelding 4.5 en Tabel 4.3 geven de ontwikkelde routes aan vanaf de aanlandingszone van de VII-Schiermonnikoog Wantij route. De aanlandingszone van de VII - Schiermonnikoog Wantij route is voor zowel elektriciteit (kabels) als waterstof (leidingen) voorzien. Daarom is ook onderscheid gemaakt in landroutes naar het waterstofnetwerk Nederland naar het zuiden (alleen voor leidingen) en landroutes naar de Eemshaven (voor zowel kabels als leidingen). De tabel geeft per route de totale lengte weer. VII Schiermonnikoog Wantij landroute B heeft twee varianten voor leidingen. Eén langs Kloosterburen en één langs Broek. Naar deze varianten wordt ook verwezen als Schiermonnikoog Wantij landroute B en Schiermonnikoog Wantij landroute B1. Afbeelding 4.5 toont routealternatieven die alleen voor leidingen zijn. Deze sluiten aan op het Waterstofnetwerk Nederland.

Afbeelding 4.5 Landroutes Schiermonnikoog Wantij landroute naar Waterstofnetwerk Nederland



Tabel 4.3 Alternatieven Schiermonnikoog Wantij landroutes

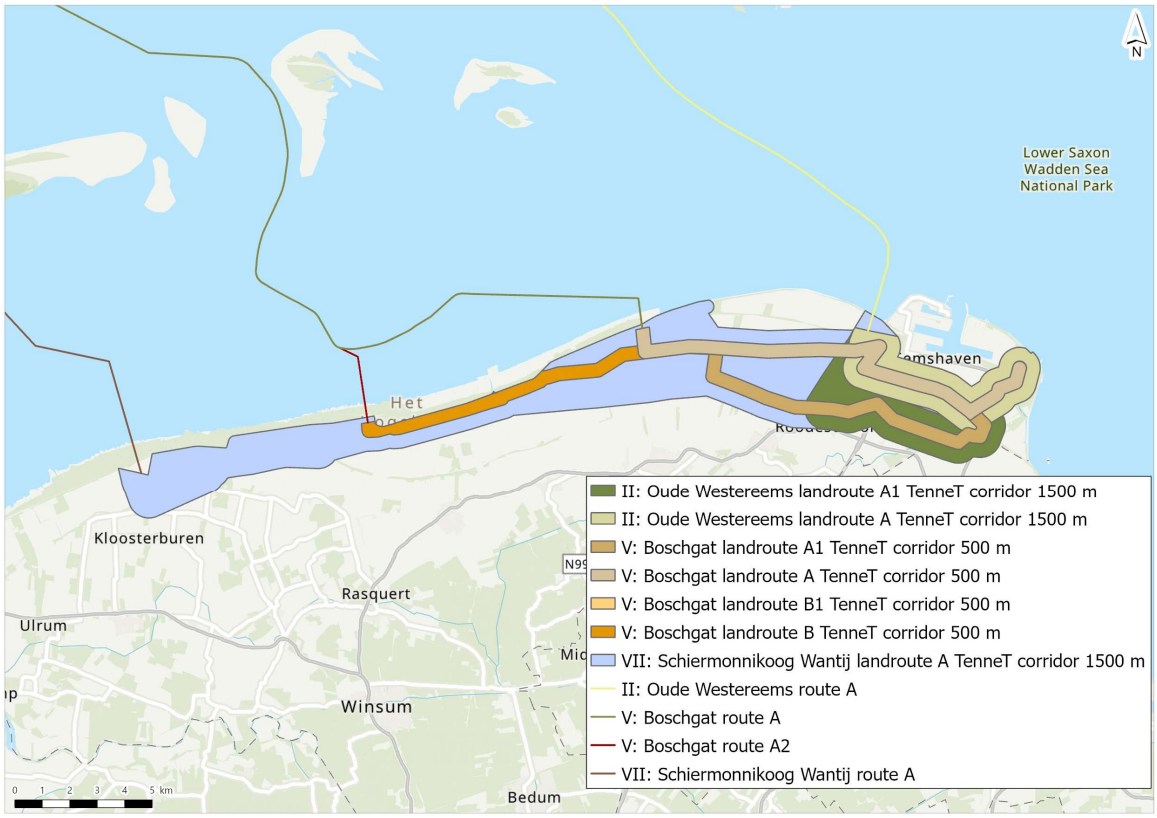
Route	Lengte over land naar Waterstofnetwerk Nederland
VII Schiermonnikoog Wantij landroute A	circa 35,3 km
VII Schiermonnikoog Wantij landroute B en B1	circa 16,5 km circa 17,2 km via Broek
VII Schiermonnikoog Wantij landroute C	circa 20,3 km

Afbeelding 4.6 toont de corridor van VII Schiermonnikoog Wantij landroute A in meer detail die zowel voor kabels als voor leidingen wordt onderzocht. Voor leidingen sluiten de routes aan op het Waterstofnetwerk Groningen in en nabij de Eemshaven. Omdat voor deze route zowel kabels als leidingen worden onderzocht is een corridorbreedte van 1.500 meter gehanteerd. VII - Schiermonnikoog Wantij landroute Eemshaven A ligt deels in de Oostpolder. De landroute weergegeven in Afbeelding 4.6 ligt deels door de Oostpolder. Hier vindt een gebiedsontwikkeling plaats welke invloed heeft op de haalbaarheid van de ontwikkeling van waterstofleidingen ten behoeve van PAWOZ. Zie ook tekstkader 'Gebiedsontwikkeling Oostpolder'.

Gebiedsontwikkeling Oostpolder

De provincie Groningen en de gemeente Het Hogeland hebben plannen om de Eemshaven uit te breiden door een bedrijventerrein te ontwikkelen in de Oostpolder. Het gaat om het gebied direct ten zuiden van de Eemshaven en wordt begrensd door de spoorlijn, de dijk en lintbebouwing van Oudeschip en de provinciale weg N33[1]. Binnen dit gebied wordt gekeken of het mogelijk is ruimte te bieden aan bedrijven die gericht zijn op energie, zoals waterstoffabrieken, batterijfabrieken en datacenters. Deze industrie is energie-intensief en moet aangesloten worden op het elektriciteitsnet en WATERSTOFNETWERK NEDERLAND (WNN). In en rondom de Oostpolder liggen al of komen verschillende hoogspanningsstations en wordt het Waterstofnetwerk Groningen ontwikkeld. De waterstofroutes worden uiteindelijk aangesloten op het Waterstofnetwerk Groningen. De combinatie van bestaande en geplande infrastructuur, aansluitingen op bedrijven en mogelijk aansluiten van PAWOZ routes (elektriciteit en waterstof) maakt de inpassing in de Oostpolder een complex vraagstuk. De komende tijd wordt dit samen met Oostpolder verder bekeken. Voor waterstof zijn twee corridors opgenomen: één in de groenblauwe zone in de Oostpolder en één corridor buiten de Oostpolder langs Roodeschool. Beiden worden meegenomen in het planMER en de IEA omdat het op dit moment niet bekend is of het mogelijk is om leidingen door de Oostpolder of langs Roodeschool aan te leggen.

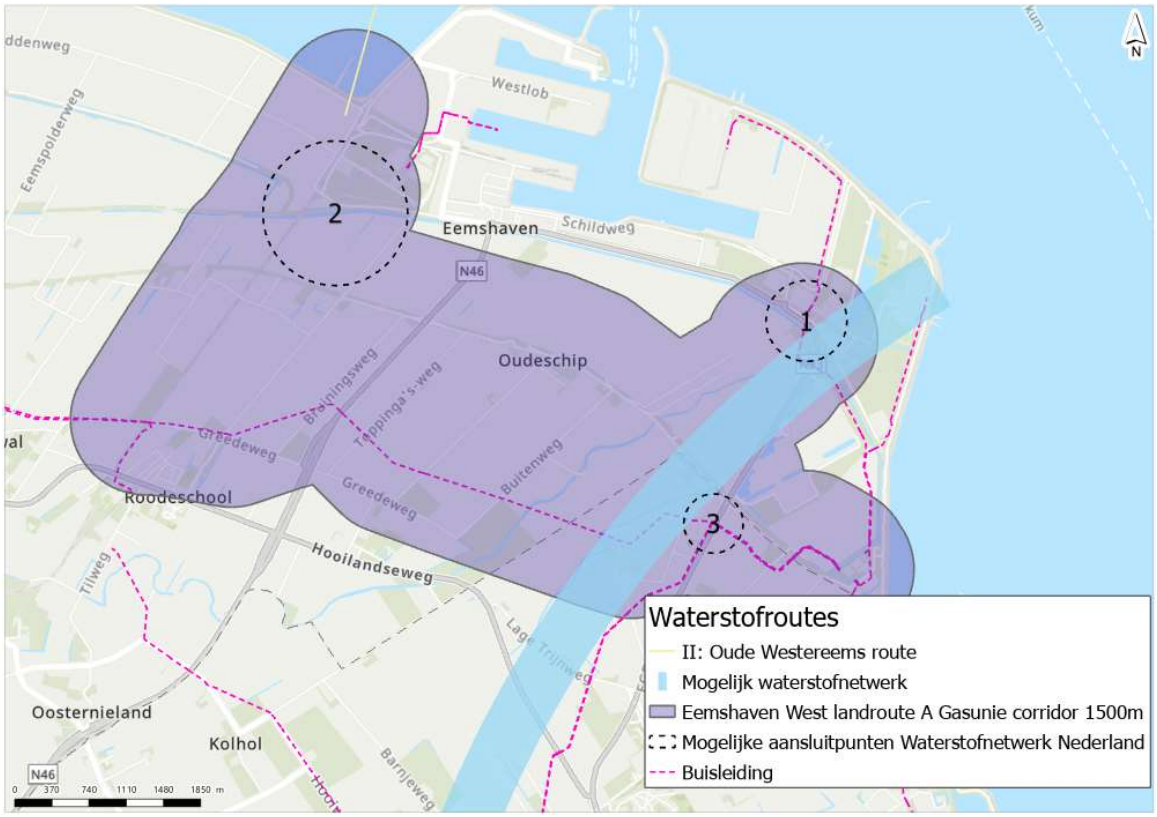
Afbeelding 4.6 VII - Schiermonnikoog Wantij landroute A naar de Eemshaven



[1] Via de website Het Digitale Diggelschip blijft u op de hoogte van alle ontwikkelingen rondom de Oostpolder.

Afbeelding 4.7 geeft de ontwikkelde routes weer vanaf de aanlandingszone Eemshaven West. Deze route ligt binnen de VII - Schiermonnikoog Wantij landroute variant A. De aanlandingszone van de II - Oude Westereems route is voor zowel elektriciteit (kabels) als waterstof (leidingen) voorzien. Deze worden allen aangesloten in of nabij de Eemshaven.

Afbeelding 4.7 Landroute binnen VII - Schiermonnikoog Wantij landroute A vanaf aanlandingszone Eemshaven West (sluit aan op II - Oude Westereems route in het Waddengebied)



4.4.3 Baseline 2 - Baseline 3

De effectenonderzoeken in Baseline 2 hebben voor landroutes rode vlaggen opgeleverd. Daarnaast bevatten sommige routes uit de Baseline 2 onvolkomenheden. Voorbeelden hiervan zijn corridors die niet (goed) aansluiten op de juiste stationslocaties, identieke routedelen in de Eemshaven die niet identiek zijn afgebeeld voor verschillende routes en corridors voor landroutes en zoekgebieden die deels op zee liggen.

In paragraaf 4.2 is toegelicht op welke thema's rode vlaggen zijn opgetreden en welke onvolkomenheden zijn opgelost. In de tabel 1 in Bijlage I is te zien welke rode vlaggen en onvolkomenheden voor de routes VII - Schiermonnikoog Wantij landroute A, B en C zijn gesignaleerd en welke uitgangspunten en optimalisaties zijn voorgesteld.

4.5 VIII - Ameland Wantij landroute A en B

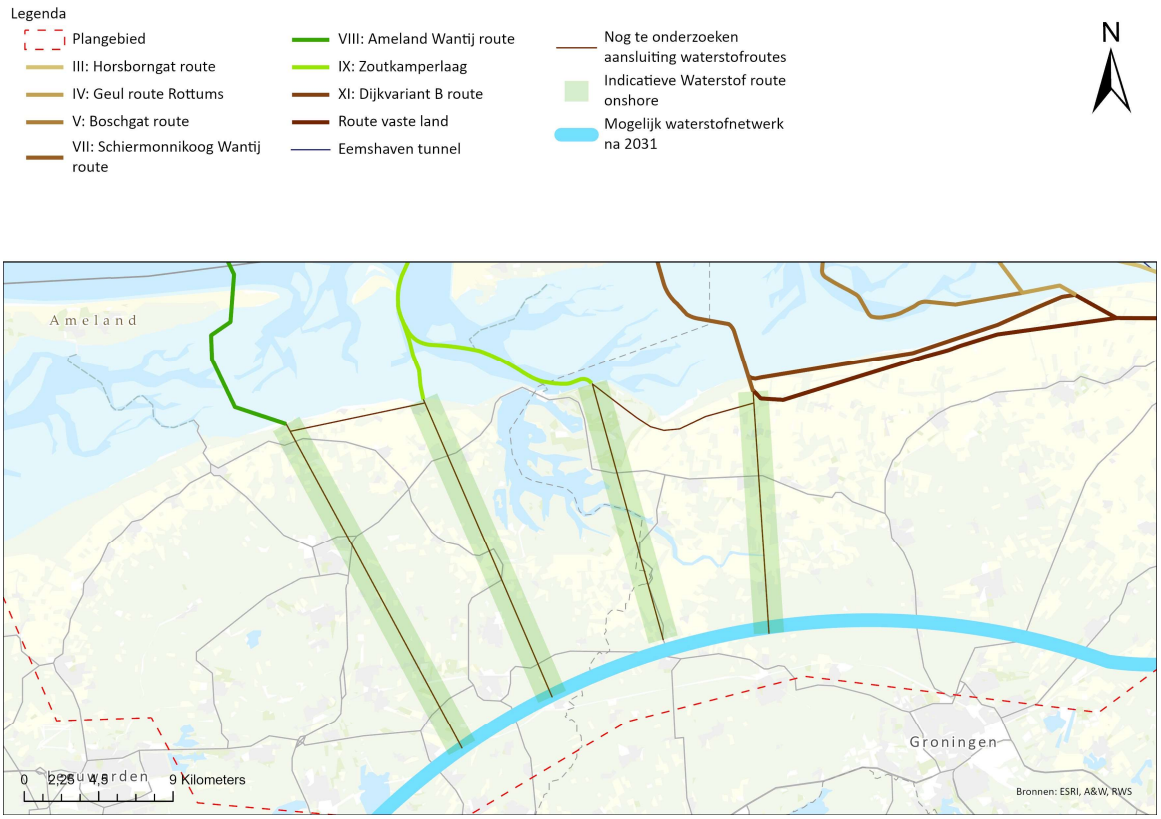
Deze route is beschouwd voor een leiding.

4.5.1 Baseline 0 - Baseline 1

In het NRD is een enkele indicatieve route opgenomen vanaf het aanlandingspunt vanaf VIII - Ameland wantij route naar het Waterstofnetwerk Nederland in Friesland. Om van deze indicatieve route tot vergunbare en technisch uitvoerbare routes te komen, is een aanvullende studie uitgevoerd. Deze studie is uitgevoerd samen met Gasunie en de provincies Fryslân en Groningen, waarbij de volgende stappen zijn doorlopen:

1 vaststellen technische uitgangspunten;
2 gebiedsanalyse;
3 bepalen onderscheidende routes en stationslocaties.

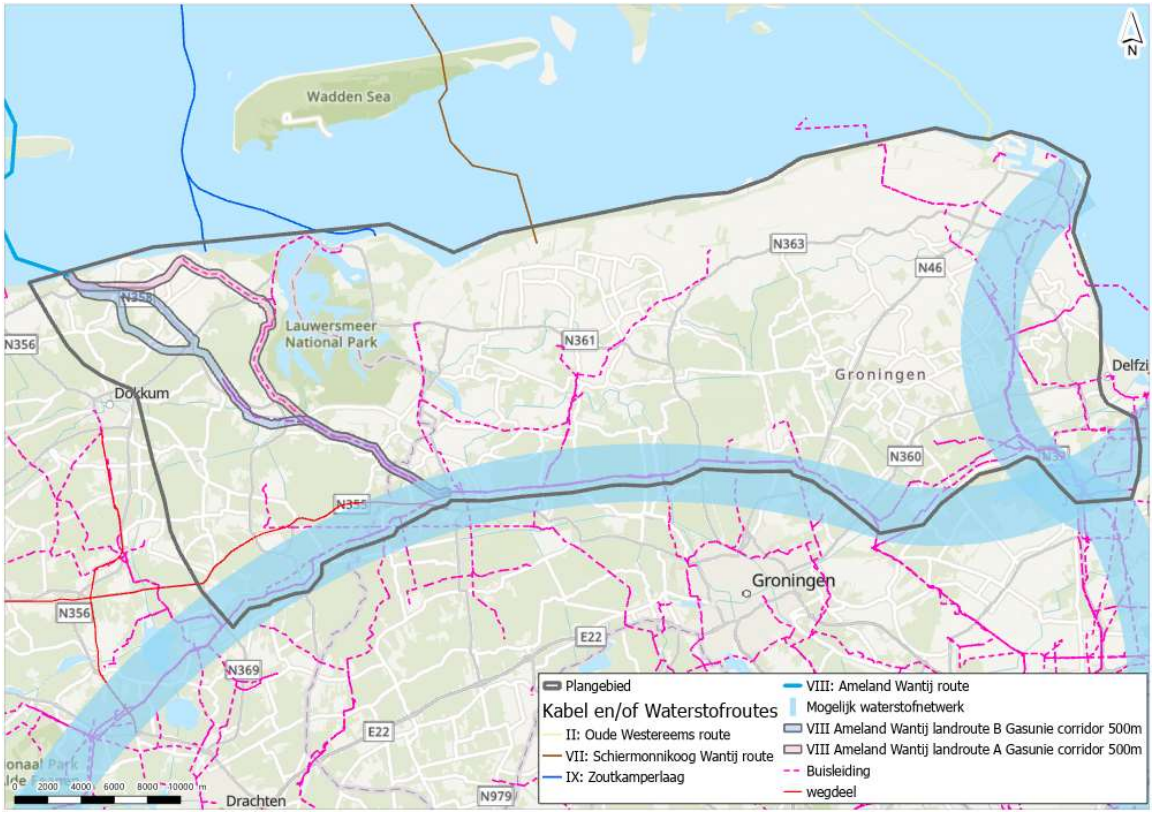
Afbeelding 4.8 Indicatieve routes voor leiding naar het WNN in Friesland, inclusief VIII – Ameland Wantij landroute A en B



4.5.2 Baseline 1 - Baseline 2

In Afbeelding 4.9 zijn de ontwikkelde landroutes opgenomen vanaf de aanlandingszone van de VIII - Ameland Wantij route naar het Waterstofnetwerk Nederland. De routes zijn, net als de Noordzeeroutes, van oost naar west genummerd. Het meest oostelijke alternatief is dus alternatief A, vervolgens B, enzovoort. VIII Ameland Wantij landroute B corridor 500 meter heeft twee varianten voor leidingen. Eén langs de N358 en één iets kortere variant. Naar deze varianten wordt verwezen als VIII Ameland Wantij landroute A corridor 500 meter en VIII Ameland Wantij landroute B corridor 500 meter.

Afbeelding 4.9 VIII - Ameland Wantij landroutes



4.5.3 Baseline 2 - Baseline 3

De effectenonderzoeken in Baseline 2 hebben voor landroutes en voor stationslocaties rode vlaggen opgeleverd. Daarnaast bevatten sommige routes en stationslocaties uit de Notitie Routeontwikkeling Deel 2 onvolkomenheden. Voorbeelden hiervan zijn corridors die niet (goed) aansluiten op de juiste stationslocaties, identieke routedelen in de Eemshaven die niet identiek zijn afgebeeld voor verschillende routes en corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties die deels op zee liggen.

In paragraaf 4.2 is toegelicht op welke thema's rode vlaggen zijn opgetreden en welke onvolkomenheden zijn opgelost. In de tabel 1 in Bijlage I is te zien welke rode vlaggen en onvolkomenheden voor de routes VIII - Ameland Wantij landroute A en B zijn gesignaleerd en welke uitgangspunten en optimalisaties zijn voorgesteld.

4.6 IX - Zoutkamperlaag landroute A en B

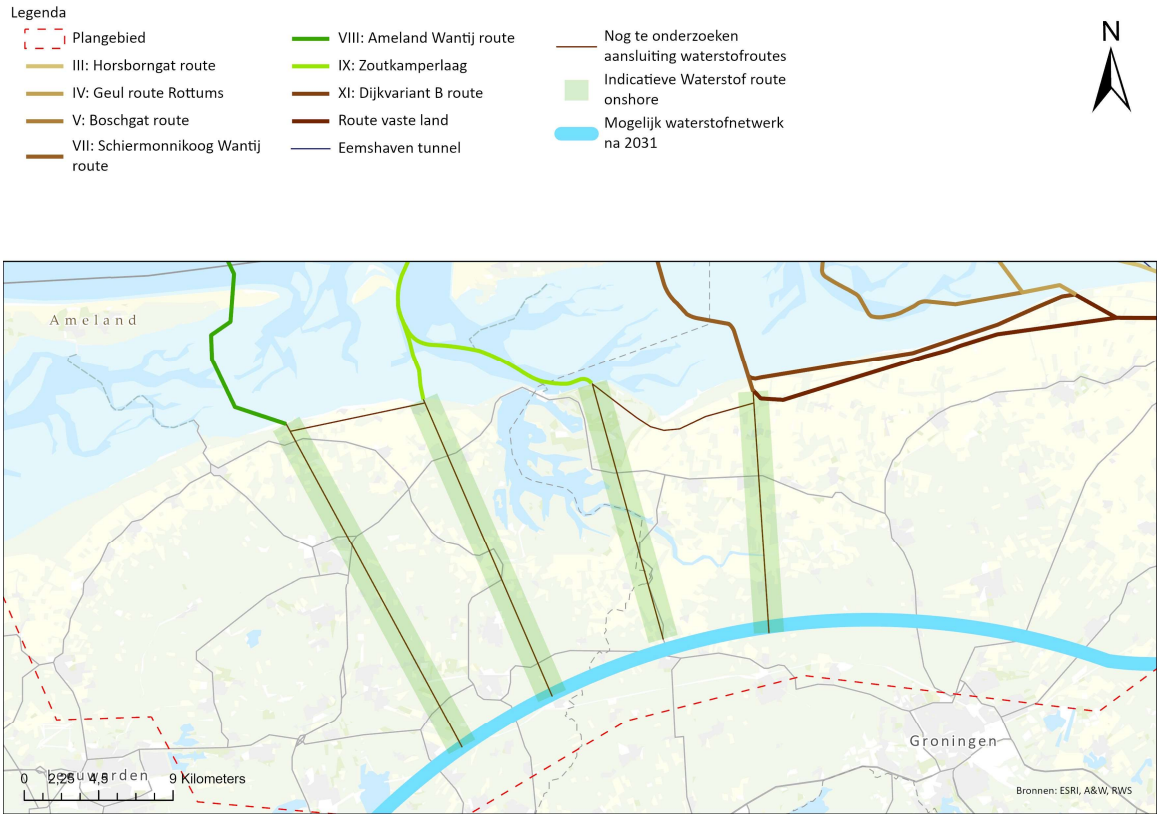
Deze route is beschouwd voor een leiding.

4.6.1 Baseline 0 - Baseline 1

In het NRD is een indicatieve route opgenomen vanaf het aanlandingspunt vanaf IX - Zoutkamperlaag route naar het Waterstofnetwerk Nederland. Om van deze indicatieve route tot een vergunbare en technisch uitvoerbare route te komen, is een aanvullende studie uitgevoerd. Deze studie is uitgevoerd samen met Gasunie en de provincies Fryslân en Groningen, waarbij de volgende stappen zijn doorlopen:

1 vaststellen technische uitgangspunten;
2 gebiedsanalyse;
3 bepalen onderscheidende routes en stationslocaties.

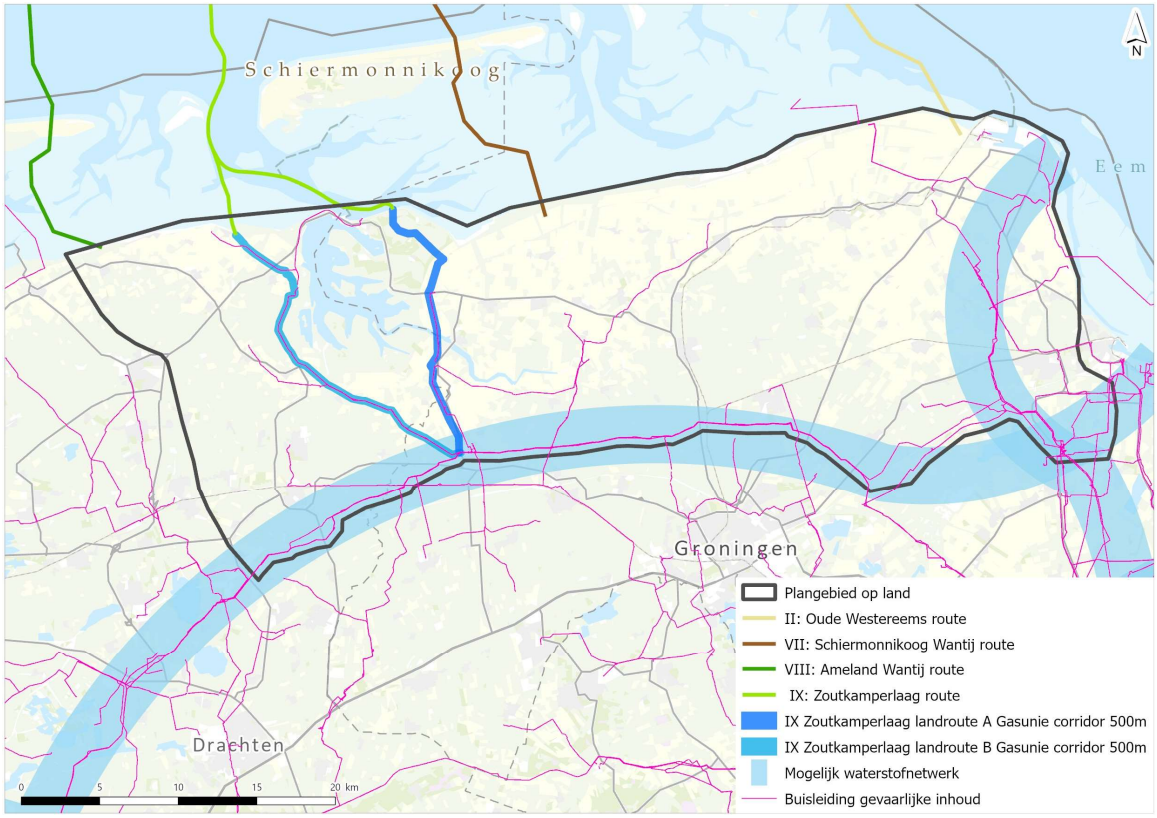
Afbeelding 4.10 Indicatieve routes voor leiding naar het WNN in Friesland, inclusief IX - Zoutkamperlaag landroute A en B



4.6.2 Baseline 1 - Baseline 2

In Afbeelding 4.11 zijn de ontwikkelde landroutes opgenomen vanaf de aanlandingszone van de VIII - Ameland Wantij route naar het Waterstofnetwerk Nederland. De routes zijn, net als de Noordzeeroutes, van oost naar west genummerd. Het meest oostelijke alternatief is dus alternatief A, vervolgens B.

Afbeelding 4.11 IX - Zoutkamperlaag landroutes



4.6.3 Baseline 2 - Baseline 3

De effectenonderzoeken in Baseline 2 hebben voor landroutes en voor stationslocaties rode vlaggen opgeleverd. Daarnaast bevatten sommige routes en stationslocaties uit de Notitie Routeontwikkeling Deel 2 onvolkomenheden. Voorbeelden hiervan zijn corridors die niet (goed) aansluiten op de juiste stationslocaties, identieke routedelen in de Eemshaven die niet identiek zijn afgebeeld voor verschillende routes en corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties die deels op zee liggen.

In paragraaf 4.2 is toegelicht op welke thema's rode vlaggen zijn opgetreden en welke onvolkomenheden zijn opgelost. In de tabel 1 in Bijlage I is te zien welke rode vlaggen en onvolkomenheden voor de routes IX - Zoutkamperlaag landroute A en B zijn gesignaleerd en welke uitgangspunten en optimalisaties zijn voorgesteld.

4.7 Stationslocaties op land

Zowel TenneT als Gasunie maken gebruik van stations om aan te sluiten op het energiesysteem op land. Hieronder is het proces om te komen tot stationslocaties op land toegelicht.

4.7.1 TenneT

4.7.2 Baseline 0 - Baseline 1

In de NRD zijn nog geen locaties voor een aanlandingsstation opgenomen.

4.7.3 Baseline 1 - Baseline 2

Tussen Baseline 1 en 2 is een gezamenlijke verkenning uitgevoerd naar verschillende geschikte locaties in de Eemshaven, de Oostpolder en omgeving voor de aansluiting van wind op zee van (minimaal) 4,7GW en de ontwikkeling van een nieuw 380/110kV-hoogspanningstation. Deze gezamenlijke verkenning is uitgevoerd door provincie Groningen, gemeente Het Hogeland en TenneT TSO. In het Bestuurlijk Overleg CES/Convenant (Cluster Energie Strategie) van 29 september 2022 is besloten dat deze partijen deze verkenning uit zouden voeren.

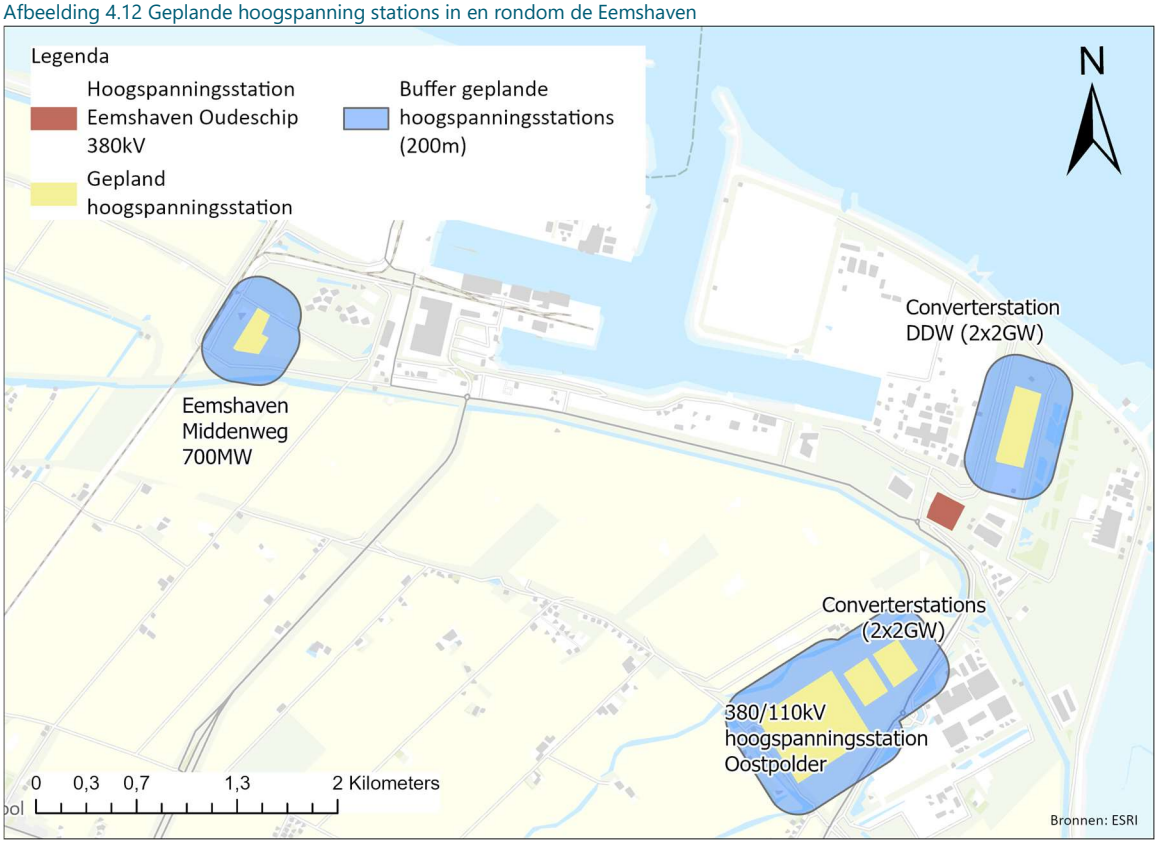
Via een gezamenlijke werkgroep zijn 20 locaties in beeld gebracht en beoordeeld aan de hand van de door de betrokken partijen vastgestelde uitgangspunten en locatie-eisen. De geschikte locaties zijn met een gezamenlijk ambtelijk advies (door provincie Groningen, gemeente Het Hogeland en TenneT) bestuurlijk voorgelegd in het Bestuurlijk Overleg op 9 maart 2023.

4.7.4 Baseline 2 - Baseline 3

Van de 20 in beeld gebrachte locaties zijn er vervolgens drie zoekgebieden (blauwe gebieden in Afbeelding 4.12) in het Bestuurlijk Overleg aangewezen als voorkeursgebieden voor de TenneT-hoogspanningsinfrastructuur voor de aansluiting van 4,7GW. Twee voorkeursgebieden liggen in de Eemshaven (t.b.v. transformator- en converterstations) en een voorkeurslocatie in de Oostpolder (t.b.v. van het nieuwe 380/110kV-hoogspanningsstation).

Hoewel, niet als afwegingscriterium meegewogen in de beoordeling van de onderzochte locaties, is in de verkenning ook gekeken of er extra ruimte is op de betreffende locaties voor eventueel toekomstige ruimteclaims. Op één van de drie locaties, de voorkeurslocatie Oostpolder, blijft ruimte over die benut kan worden voor toekomstige wind op zee ontwikkelingen. D.w.z. dat er in ieder geval voldoende ruimte over blijft voor twee extra converterstations.

Afbeelding 4.12 Geplande hoogspanning stations in en rondom de Eemshaven



4.7.5 Gasunie

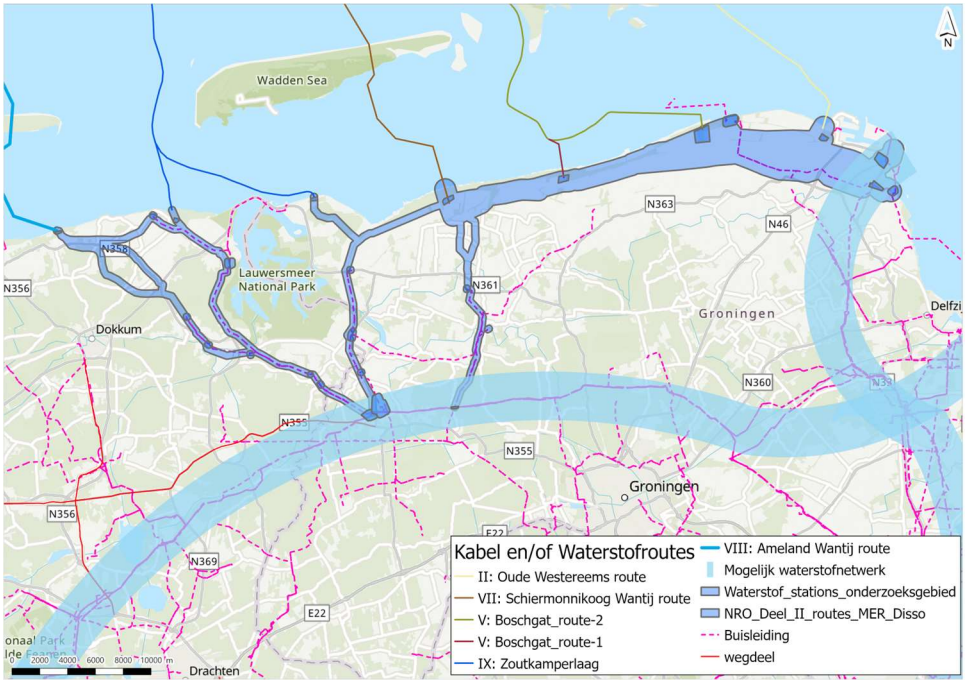
4.7.6 Baseline 0 - Baseline 1

In de NRD zijn nog geen locaties voor een aanlandingsstation opgenomen.

4.7.7 Baseline 1 - Baseline 2

Tussen Baseline 1 en 2 zijn in de 'Gebiedsanalyse en alternatievenontwikkeling onshore waterstofroutes' locaties in beeld gebracht voor de ontwikkeling van een aanlandingsstation. In Afbeelding 4.13 zijn de stationslocaties opgenomen die in de effectenonderzoeken in Baseline 2 zijn onderzocht.

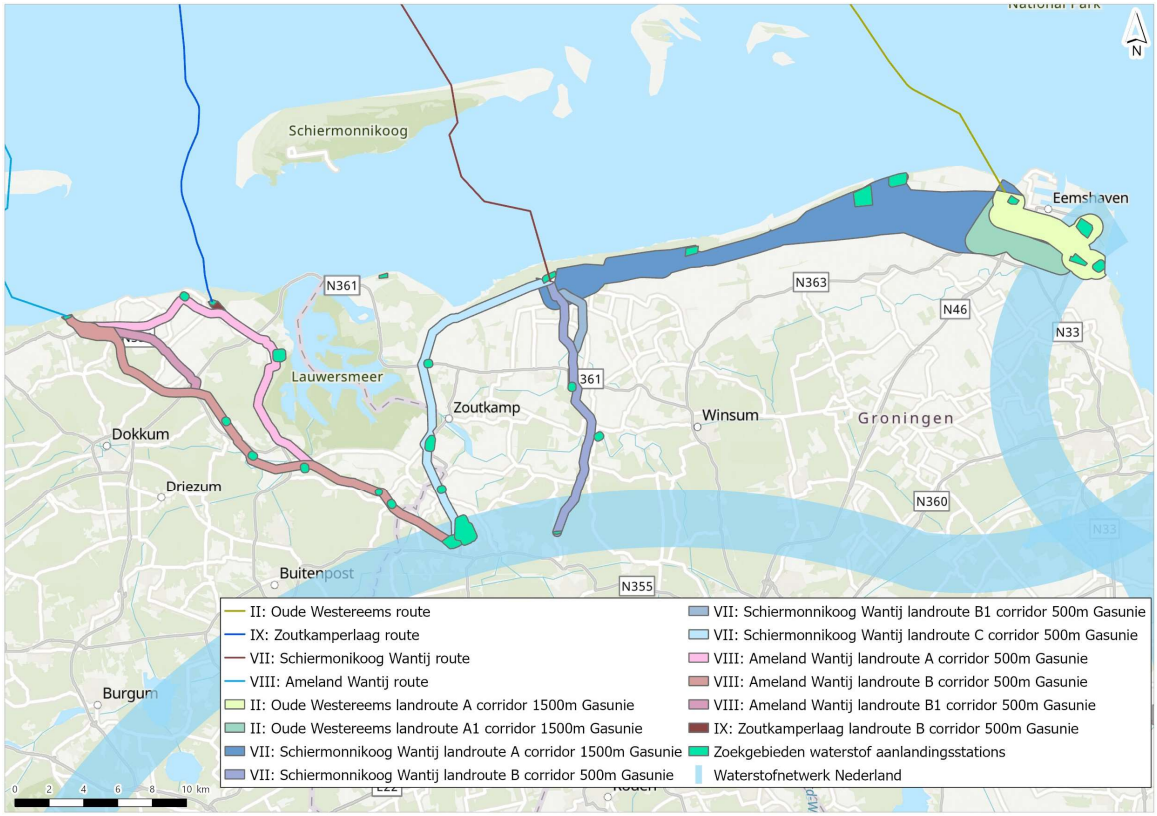
Afbeelding 4.13 Ontwerp Baseline 2 corridors en stationslocaties Gasunie



4.7.8 Baseline 2 - Baseline 3

De effectenonderzoeken in Baseline 2 hebben voor landroutes en voor stationslocaties rode vlaggen opgeleverd. Daarnaast bevatten sommige routes en stationslocaties uit de Notitie Routeontwikkeling Deel 2 onvolkomenheden. Voorbeelden hiervan zijn stationslocaties die deels op zee liggen. In paragraaf 4.2 is toegelicht op welke thema's rode vlaggen zijn opgetreden en welke onvolkomenheden zijn opgelost. In tabel 2 in Bijlage I is te zien welke rode vlaggen en onvolkomenheden voor de stationslocaties voor Gasunie zijn gesignaleerd en welke uitgangspunten en optimalisaties zijn voorgesteld. In Afbeelding 4.14 is het Baseline 3 ontwerp voor stationslocaties voor Gasunie opgenomen.

Afbeelding 4.14 Ontwerp Baseline 3 corridors en stationslocaties Gasunie



Bijlage(n)

BIJLAGE: RODE VLAGGEN, ONVOLKOMENHEDEN EN OPTIMALISATIES OP LAND

Deze Bijlage geeft een overzicht van rode vlaggen en onvolkomenheden voor onderdelen op land: per route, per stationslocatie en per tunnelaanlandingspunt. Per rode vlag/onvolkomenheid zijn optimalisaties en uitgangspunten ontwikkeld. In de volgende tabellen zijn per route de rode vlaggen/onvolkomenheden, optimalisaties en uitgangspunten gecombineerd voor landroutes (tabel I.1), stationslocaties (tabel I.2) en per tunnel-aanlandingspunt (tabel I.3).

Tabel I.1 Overzicht rode vlaggen, onvolkomenheden, optimalisaties en uitgangspunten per landroute

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
II: Oude Westereems landroute A (TenneT en Gasunie)	**RV.II-A.TE&GU.1**	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridor	**UP.II-A.TE&GU.1**	Woningen vermijden en parallelloop kabels en leidingen <1.000 m tussenafstand onderzoeken.
	RV.II-A.TE&GU.2	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridor	**UP.II-A.TE&GU.2**	Archeologische gebieden vermijden. óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.II-A.TE&GU.3	Het kruisen van oude dijken	**UP.II-A.TE&GU.3**	Oude dijken vermijden óf gestuurde boring.
	RV.II-A.TE&GU.4	Diverse geluidsgevoelige gebouwen in de corridor	**UP.II-A.TE&GU.4**	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer) óf loslaten uitgangspunt 1.000 m tussenafstand kabels en leidingen.
	RV.II-A.TE&GU.5	er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	**UP.II-A.TE&GU.5**	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	OV.II-A.TE&GU.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes	**OPT.II-A.TE&GU.1**	Identieke routedelen van II: Oude Westereems landroute A zijn aangepast naar VI: Schiermonnikoog Wantij landroute A.

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
	OV.II-A.TE&GU.2	Routes en corridors sluiten niet altijd aan op de juiste stations	**OPT.II-A.TE&GU.2**	Aangepaste centrelines en corridors. Routes voor zowel kabels als leidingen sluiten aan op waterstof aanlandingstations en converterstations.
	OV.II-A.TE&GU.3	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	**OPT.II-A.TE&GU.3**	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee.
	OV.II-A.TE&GU.4	Corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties liggen deels niet op land	**OPT.II-A.TE&GU.4**	De zoekgebieden en corridors zijn afgesneden op land.
II: Oude Westereems landroute A1 (TenneT en Gasunie)	**RV.II-A1.TE&GU.1**	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridor	**UP.II-A1.TE&GU.1**	Woningen vermijden
	RV.II-A1.TE&GU.2	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridor	**UP.II-A1.TE&GU.2**	Archeologische gebieden vermijden. óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.II-A1.TE&GU.3	Diverse geluidsgevoelige gebouwen in de corridor	**UP.II-A1.TE&GU.3**	Gebouwen vermijden en parallelloop kabels en leidingen <1.000 m tussenafstand onderzoeken.
	RV.II-A1.TE&GU.4	Het kruisen van oude dijken	**OPT.II-A1.TE&GU.1**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.II-A1.TE&GU.5	er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	**UP.II-A1.TE&GU.5**	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	OV.II-A1.TE&GU.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes	**OPT.II-A1.TE&GU.2**	Identieke routedelen van II: Oude Westereems landroute A zijn aangepast naar VI: Schiermonnikoog Wantij landroute A.
	OV.II-A1.TE&GU.2	Routes en corridors sluiten niet altijd aan op de juiste stations	**OPT.II-A1.TE&GU.3**	Aangepaste centrelines en corridors. Routes voor zowel kabels als leidingen sluiten aan op waterstof aanlandingstations en converterstations.

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
	OV.II-A1.TE&GU.3	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	**OPT.II-A1.TE&GU.4**	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
	OV.II-A1.TE&GU.4	Corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties liggen deels niet op land	**OPT.II-A1.TE&GU.5**	De zoekgebieden en corridors zijn afgesneden op land.
V: Boschgat landroute A (TenneT)	**RV.V-A.1**	Het kruisen van oude dijken	**OPT.V-A.1**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.V-A.2	er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	**UP.V-A.1**	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	OV.V-A.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes	**n.v.t.**	De identieke delen van V: Boschgat landroute B zijn aangepast naar V: Boschgat landroute A.
	OV.V-A.2	Routes en corridors sluiten niet altijd aan op de juiste stations	**OPT.V-A.2**	Aangepaste centrelines en corridors. Routes voor zowel kabels als leidingen sluiten aan op waterstof aanlandingstations en converterstations.
	OV.V-A.3	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	**OPT.V-A.3**	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
	OV.V-A.4	Corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties liggen deels niet op land	**OPT.V-A.4**	De zoekgebieden en corridors zijn afgesneden op land.
V: Boschgat landroute A1 (TenneT)	**RV.V-A1.1**	Het kruisen van oude dijken	**OPT.V-A1.1**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.V-A1.2	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	**UP.V-A1.1**	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	OV.V-A1.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes	**OPT.V-A1.2**	De identieke delen van V: Boschgat landroute A1 zijn aangepast naar V: Boschgat landroute B1.
	OV.V-A1.2	Routes en corridors sluiten niet altijd aan op de juiste stations	**OPT.V-A1.3**	Aangepaste centrelines en corridors. Routes voor zowel kabels als leidingen sluiten aan op waterstof

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
				aanlandingstations en converterstations.
	OV.V-A1.3	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	**OPT.V-A1.4**	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
V: Boschgat landroute B (TenneT)	**RV.V-B.1**	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	**UP.V-B.1**	Woningen vermijden
	RV.V-B.2	Diverse geluidsgevoelige gebouwen in de corridor	**UP.V-B.2**	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.V-B.3	Het kruisen van Natura 2000-gebied	**OPT.V-B.1**	Aangepaste corridor
	RV.V-B.4	Het kruisen van oude dijken	**OPT.V-B.2**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.V-B.5	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	**UP.V-B.3**	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	OV.V-B.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes	**OPT.V-B.3**	De identieke delen van V: Boschgat landroute B zijn aangepast naar V: Boschgat landroute A.
	OV.V-B.2	Routes en corridors sluiten niet altijd aan op de juiste stations	**OPT.V-B.4**	Aangepaste centrelines en corridors. Routes voor zowel kabels als leidingen sluiten aan op waterstof aanlandingstations en converterstations.
	OV.V-B.3	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	**OPT.V-B.5**	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
	OV.V-B.4	Corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties liggen deels niet op land	**OPT.V-B.6**	De zoekgebieden en corridors zijn afgesneden op land.
V: Boschgat landroute B1 (TenneT)	**RV.V-B1.1**	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	**UP.V-B1.1**	Woningen vermijden
	RV.V-B1.2	Diverse geluidsgevoelige gebouwen in de corridor	**UP.V-B1.2**	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.V-B1.3	Het kruisen van Natura 2000-gebied	**OPT.V-B1.1**	Aangepaste corridor

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
	RV.V-B1.4	Het kruisen van oude dijken	**OPT.V-B1.2**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.V-B1.5	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	**UP.V-B1.3**	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	OV.V-B1.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes	**n.v.t.**	De identieke delen van V: Boschgat landroute A1 zijn aangepast naar V: Boschgat landroute B1.
	OV.V-B1.2	Routes en corridors sluiten niet altijd aan op de juiste stations	**OPT.V-B1.3**	Aangepaste centrelines en corridors. Routes voor zowel kabels als leidingen sluiten aan op waterstof aanlandingstations en converterstations.
	OV.V-B1.3	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	**OPT.V-B1.3**	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (TenneT en Gasunie)	**RV.VII-A.TE&GU.1**	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	**UP.VII-A.TE&GU.1**	Woningen vermijden
	RV.VII-A.TE&GU.2	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	**UP.VII-A.TE&GU.2**	Archeologische gebieden vermijden óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VII-A.TE&GU.3	Diverse geluidsgevoelige gebouwen in de corridor	**UP.VII-A.TE&GU.3**	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.VII-A.TE&GU.4	Het kruisen van Natura 2000-gebied	**OPT.VII-A.TE&GU.1**	Aangepaste corridor
	RV.VII-A.TE&GU.5	Het kruisen van oude dijken	**OPT.VII-A.TE&GU.2**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.VII-A.TE&GU.6	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	**UP.VII-A.TE&GU.4**	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	OV.VII-A.TE&GU.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes	**OPT.VII-A.TE&GU.3**	De identieke delen van VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A zijn aangepast naar een

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
				combinatie van V: Boschgat landroutes A+B1.
	OV.VII-A.TE&GU.2	Routes en corridors sluiten niet altijd aan op de juiste stations	**OPT.VII-A.TE&GU.4**	Aangepaste centrelines en corridors. Routes voor zowel kabels als leidingen sluiten aan op waterstof aanlandingstations en converterstations.
	OV.VII-A.TE&GU.3	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	**OPT.VII-A.TE&GU.5**	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
	OV.VII-A.TE&GU.4	Corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties liggen deels niet op land	**OPT.VII-A.TE&GU.6**	De zoekgebieden en corridors zijn afgesneden op land.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B (Gasunie)	**RV.VII-B.1**	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	**UP.VII-B.1**	Woningen vermijden
	RV.VII-B.2	Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor	**UP.VII-B.2**	Archeologische gebieden vermijden. óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VII-B.3	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	**UP.VII-B.3**	Archeologisch onderzoek uitvoeren en archeologische gebieden vermijden waar mogelijk óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is
	RV.VII-B.4	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	**UP.VII-B.4**	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	RV.VII-B.5	Diverse geluidsgevoelige gebouwen in de corridor	**UP.VII-B.5**	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.VII-B.6	Het kruisen van oude dijken	**OPT.VII-B.1**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	OV.VII-B.1	Corridors voor landroutes overlappen bij de	**OPT.VII-B.2**	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
		aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.		
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1 (Gasunie)	**RV.VII-B1.1**	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	**UP.VII-B1.1**	Woningen vermijden
	RV.VII-B1.2	Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor	**UP.VII-B1.2**	Archeologische gebieden vermijden óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VII-B1.3	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	**UP.VII-B1.3**	Archeologisch onderzoek uitvoeren en archeologische gebieden vermijden waar mogelijk óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VII-B1.4	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	**UP.VII-B1.4**	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	RV.VII-B1.5	Diverse geluidsgevoelige gebouwen in de corridor	**UP.VII-B1.5**	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer)
	RV.VII-B1.6	Het kruisen van oude dijken	**OPT.VII-B1.1**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	OV.VII-B1.1	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	**OPT.VII-B1.2**	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C (Gasunie)	**RV.VII-C.1**	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	**UP.VII-C.1**	Woningen vermijden
	RV.VII-C.2	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	**UP.VII-C.2**	Archeologisch onderzoek uitvoeren.
	RV.VII-C.3	Ligging van eendenkooien in de corridor	**UP.VII-C.3**	Eendenkooien vermijden óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.

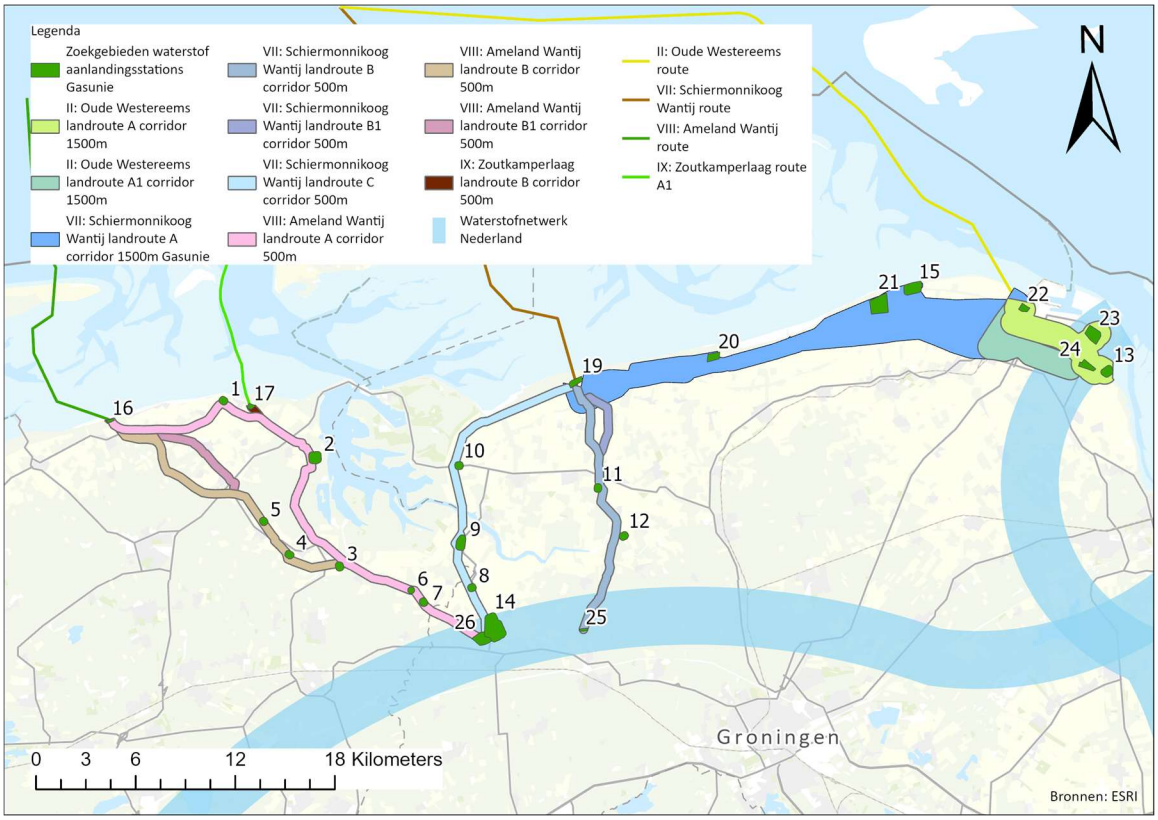
Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
	RV.VII-C.4	Diverse geluidsgevoelige gebouwen in de corridor	**UP.VII-C.4**	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.VII-C.5	Het kruisen van Natura 2000-gebied (Lauwersmeer)	**OPT.VII-C.1**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.VII-C.6	Het kruisen van oude dijken	**OPT.VII-C.2**	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.VII-C.7	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	**UP.VII-C.5**	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	OV.VII-C.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes.	**OPT.VII-C.3**	De identieke delen van VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C zijn aangepast naar de VIII: Ameland Wantij landroute B.
	OV.VII-C.2	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	**OPT.VII-C.4**	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
VIII: Ameland Wantij landroute A (Gasunie)	**RV.VIII-A.1**	Het kruisen van weidevogelgebied	**UP.VIII-A.1**	Weidevogelgebied vermijden. Nader onderzoek naar mogelijke mitigerende maatregelen.
	RV.VIII-A.2	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	**UP.VIII-A.2**	Woningen vermijden
	RV.VIII-A.3	Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor	**UP.VIII-A.3**	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VIII-A.4	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	**UP.VIII-A.4**	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VIII-A.5	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	**UP.VIII-A.5**	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
	RV.VIII-A.6	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	**UP.VIII-A.6**	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.VIII-A.7	Het kruisen van Natura 2000-gebied	**OPT.VIII-A.1**	Gestuurde boring
	OV.VIII-A.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes.	**OPT.VIII-A.2**	De identieke delen van VIII: Ameland Wantij landroute A zijn aangepast naar de VIII: Ameland Wantij landroute B.
	OV.VIII-A.2	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	**OPT.VIII-A.3**	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
VIII: Ameland Wantij landroute B (Gasunie)	**RV.VIII-B.1**	Het kruisen van weidevogelgebied	**UP.VIII-B.1**	Weidevogelgebied vermijden. Nader onderzoek naar mogelijke mitigerende maatregelen.
	RV.VIII-B.2	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	**UP.VIII-B.2**	Woningen vermijden
	RV.VIII-B.3	Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor	**UP.VIII-B.3**	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VIII-B.4	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	**UP.VIII-B.4**	Archeologisch onderzoek uitvoeren en archeologische gebieden vermijden waar mogelijk; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VIII-B.5	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	**UP.VIII-B.5**	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	RV.VIII-B.6	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	**UP.VIII-B.6**	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	OV.VIII-B.1	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	**OPT.VIII-B.1**	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
VIII: Ameland Wantij landroute B1 (Gasunie)	**RV.VIII-B1.1**	Het kruisen van weidevogelgebied	**UP.VIII-B1.1**	Weidevogelgebied vermijden. Nader onderzoek naar mogelijke mitigerende maatregelen.
	RV.VIII-B1.2	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	**UP.VIII-B1.2**	Woningen vermijden
	RV.VIII-B1.3	Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor	**UP.VIII-B1.3**	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VIII-B1.4	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	**UP.VIII-B1.4**	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VIII-B1.5	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	**UP.VIII-B1.5**	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	RV.VIII-B1.6	Woningen bevinden zich binnen de significante geluid scontouren tijdens de aanlegfase	**UP.VIII-B1.6**	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	OV.VIII-B1.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes.	**OPT.VIII-B1.1**	De identieke delen van VIII: Ameland Wantij landroute B1 zijn aangepast naar de VIII: Ameland Wantij landroute B.
	OV.VIII-B1.2	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	**OPT.VIII-B1.2**	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
IX: Zoutkamperlaag landroute A (Gasunie)	**RV.IX-A.1**	Ligging in defensiegebied Marnerwaard	**AR.IX-A.1**	Route vervalt
IX: Zoutkamperlaag landroute B (Gasunie)	**RV.IX-B.1**	Het kruisen van weidevogelgebied	**UP.IX-B.1**	Weidevogelgebied vermijden. Nader onderzoek naar mogelijke mitigerende maatregelen.
	RV.IX-B.2	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	**UP.IX-B.2**	Woningen vermijden
	RV.IX-B.3	Ligging van gebieden met een hoge beschermde	**UP.IX-B.3**	Archeologische gebieden vermijden;

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
		archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor		óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.IX-B.4	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	**UP.IX-B.4**	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.IX-B.5	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	**UP.IX-B.5**	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	RV.IX-B.6	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	**UP.IX-B.6**	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.IX-B.6	Het kruisen van Natura 2000-gebied	**OPT.IX-B.1**	Gestuurde boring
	OV.IX-B.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes.	**OPT.IX-B.2**	De identieke delen van IX: Zoutkamperlaag landroute B zijn aangepast naar de VIII: Ameland Wantij landroute B.
	OV.IX-B.2	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	**OPT.IX-B.3**	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee

Afbeelding I.1 Overzicht waterstof aanlandingsstations



Tabel I.2 Overzicht rode vlaggen, onvolkomenheden, optimalisaties en uitgangspunten per station

Stations	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
Waterstof aanlandingsstation 1	RV.WS1.1	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS1.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Waterstof aanlandingsstation 2	RV.WS2.1	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.WS2.1	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
	RV.WS2.2	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.WS2.2	Archeologische gebieden vermijden; óf archeologisch onderzoek uitvoeren.
Waterstof aanlandingsstation 4	RV.WS4.1	Het kruisen van weidevogelgebied	UP.WS4.1	Nader onderzoek naar mogelijke mitigerende maatregelen.
Waterstof aanlandingsstation 5	RV.WS5.1	Het kruisen van weidevogelgebied	UP.WS5.1	Nader onderzoek naar mogelijke mitigerende maatregelen.
	RV.WS5.2	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS5.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer)

Stations	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
Waterstof aanlandingsstation 6	RV.WS6.1	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS6.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Waterstof aanlandingsstation 7	RV.WS7.1	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS7.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Waterstof aanlandingsstation 10	RV.WS10.1	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.WS10.1	Archeologisch onderzoek uitvoeren
	RV.WS10.2	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS10.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Waterstof aanlandingsstation 11	RV.WS11.1	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.WS11.1	Archeologisch onderzoek uitvoeren.
Waterstof aanlandingsstation 12	RV.WS12.1	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.WS12.1	Archeologische gebieden vermijden; óf archeologisch onderzoek uitvoeren
	RV.WS12.2	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS12.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Waterstof aanlandingsstation 13	RV.WS13.1	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.WS13.1	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
	OV.WS13.1	Corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties liggen deels niet op land	OPT.WS13.1	Aangepaste zoekgebied
Waterstof aanlandingsstation 15	RV.WS15.1	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.WS15.1	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
	OV.WS15.1	Corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties liggen deels niet op land	OPT.WS15.1	Aangepaste zoekgebied
Waterstof aanlandingsstation 16	RV.WS16.1	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.WS16.1	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
	RV.WS16.2	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS16.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).

Stations	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
Waterstof aanlandingsstation 17	RV.WS17.1	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.WS17.1	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
	RV.WS17.2	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS17.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Waterstof aanlandingsstation 19	RV.WS19.1	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.WS19.1	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
Waterstof aanlandingsstation 20	RV.WS20.1	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.WS20.1	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
Waterstof aanlandingsstation 21	RV.WS21.1	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.WS21.1	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
Waterstof aanlandingsstation 22	RV.WS22.1	Waarschijnlijk onvoldoende geluidsruimte binnen gezoneerd bedrijventerrein Eemshaven	UP.WS22.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Waterstof aanlandingsstation 24	RV.WS24.1	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS24.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Waterstof aanlandingsstation 25	RV.WS25.1	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.WS25.1	Archeologische gebieden vermijden; óf archeologisch onderzoek uitvoeren
Toekomstige converterstations Oostpolder (converter 3)	RV.CS3.1	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.CS3.1	Geluidscontouren ontwijken; óf uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.CS3.2	Waarschijnlijk onvoldoende geluidsruimte binnen gezoneerd bedrijventerrein Eemshaven	UP.CS3.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Toekomstige converterstations Oostpolder (converter 4)	RV.CS4.1	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.CS4.1	Geluidscontouren ontwijken óf uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.CS4.2	Waarschijnlijk onvoldoende geluidsruimte binnen gezoneerd bedrijventerrein Eemshaven	UP.CS4.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Toekomstige converterstations Oostpolder (converter 5)	RV.CS5.1	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.CS5.1	Geluidscontouren ontwijken óf uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).

Stations	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
	RV.CS5.2	Waarschijnlijk onvoldoende geluidsruimte binnen gezoneerd bedrijventerrein Eemshaven	UP.CS5.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
mogelijk Transformatorstation TNW (Middenweg)	RV.TNW.1	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.TNW.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).

Tabel I.3 Overzicht optimalisaties per tunnel-aanlandingspunt

Tunnel aanlandingspunt	**Code rode vlag**	**Rode vlag**	**Code uitgangspunt**	**Uitgangspunt**
Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven	RV.AT1.1	Waarschijnlijk onvoldoende geluidsruimte binnen gezoneerd bedrijventerrein Eemshaven	UP.AT1.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.AT1.2	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.AT1.2	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Oostpolder	RV.AT2.1	Waarschijnlijk onvoldoende geluidsruimte binnen gezoneerd bedrijventerrein Eemshaven	UP.AT2.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.AT2.2	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.AT2.2	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Ten westen van Eemshaven	RV.AT3.1	Waarschijnlijk onvoldoende geluidsruimte binnen gezoneerd bedrijventerrein Eemshaven	UP.AT3.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.AT3.2	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	RV.AT3.2	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.

BIJLAGE: MORFOLOGISCHE EFFECTEN EN ECOLOGISCHE EFFECTEN AFGEVALLEN ROUTES

PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

Morfologische en ecologische effecten getrechterde routes Baseline 1 en 2

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

11 OKTOBER 2024

Witteveen + Bos

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Project	Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) - Eemshaven
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Titel	Morfologische en ecologische effecten getrechterde routes Baseline 1 en 2
Organisatie	RHW - Combi RHDHV & W+B
Wekpakket	4.4 Notitie Routeontwerp
Onderdeel	GEN - General
Soort	RP - Report
Discipline	MD - Multi disciplines
Status	S4 - For Client approval
Voortgangspercentage	100%
Projectnummer	BI9148
Document Referentie	BI9148------053184
Datum	11 oktober 2024

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Koningin Julianaplein 10, 12e etage
Postbus 85948
2508 CP Den Haag
+31 (0)70 370 07 00
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Royal HaskoningDHV Nederland B.V.

Postbus 1132
3818 EX Amersfoort
Nederland
www.royalhaskoningdhv.nl

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1 **INLEIDING** **4**

2 **AANPAK** **5**

2.1 NRD en advies van de Commissie voor de milieueffectenrapportage 5

2.2 Baselines 6

2.3 Beoordeling 6

2.4 Technische uitgangspunten 7

3 **GETRECHTERDE ROUTES** **8**

3.1 I - Meeuwenstaart route 8

3.1.1 Toelichting op kritische werkzaamheden 8

3.1.2 Onderbouwing voor route trechtering 9

3.2 III - Horsborngat route 14

3.2.1 Toelichting op kritische werkzaamheden 14

3.2.2 Onderbouwing voor route trechtering 15

3.3 IV - Geul route Rottums 19

3.3.1 Toelichting op kritische werkzaamheden 19

3.3.2 Onderbouwing voor route trechtering 20

3.4 V – Boschgat route 24

3.4.1 Toelichting op kritische werkzaamheden 24

3.4.2 Onderbouwing voor route trechtering 24

4 **CONCLUSIE** **28**

5 **REFERENTIES** **29**

Laatste pagina 29

1

INLEIDING

In deze notitie worden de morfologische en ecologische effecten onderbouwd voor de routes die zijn afgevallen tussen Baseline 1 en Baseline 2. In deze stap zijn routes getrechterd waarvan vastgesteld kan worden dat deze niet technisch uitvoerbaar en/of vanwege de grote te verwachten effecten niet vergunbaar zullen zijn. Deze conclusie wordt getrokken op basis van de informatie die beschikbaar is door uitwerking van Baseline 1 en 2 en op basis van expert judgement. Daarbij worden voorwaarden voor de uitvoering, waarvan zeker is dat deze opgenomen moeten worden in een eventuele vergunningsaanvraag, meegenomen bij het beoordelen van de uitvoerbaarheid. Deze notitie vormt een bijlage van de Notitie Routeontwikkeling Deel 2 (het 'hoofddocument').

De notitie start met de aanpak (hoofdstuk 2), vervolgens geeft hoofdstuk 3 de onderbouwing voor het niet meenemen van een route in de effectonderzoeken (na Baseline 2). Tot slot zijn in hoofdstuk 4 de conclusies gepresenteerd.

2

AANPAK

2.1 Advies van de Commissie voor de milieueffectenrapportage en Waddenacademie

Advies na NRD
Op 30 januari 2023 is de NRD voor PAWOZ, de onderzoeksagenda, na een uitgebreid omgevingsproces gepubliceerd. Naar aanleiding van de NRD heeft de Commissie voor de milieueffectrapportage[1] advies uitgebracht. Een van deze adviezen gaat in op het inbouwen van een tussenstap in het programma, welke relevant is voor deze notitie. Dit advies staat in onderstaand kader.

Advies Commissie voor de milieueffectenrapportage
De Commissie adviseert om een tussenstap in te bouwen. Beoordeel allereerst de maximale ruimte per Waddenroute op de gevolgen voor de natuurwaarden die betrokken zijn bij de instandhoudingsdoelstellingen voor Natura 2000-gebieden. Zij verwacht dat dit het grootste knelpunt kan zijn in de realisatie van het energietransport in het Waddengebied, vanwege de bijzondere natuurwaarden. Uit deze beoordeling per route kan blijken:
1) In hoeverre significante gevolgen (na mitigatie) voor Natura 2000-gebieden zijn uit te sluiten.
2) In hoeverre al een duidelijke ordening is aan te brengen in de ernst van de gevolgen voor Natura 2000-gebieden.

Om aan te sluiten bij het advies van de Commissie voor de milieueffectenrapportage is er voor een aanpak gekozen waarbij de vergunbaarheid in het kader van morfologische en ecologische effecten is beoordeeld vanuit het perspectief van de Wet natuurbescherming (Wnb). Daarbij is specifiek gekeken naar effecten op het Natura 2000-gebied Waddenzee. Deze keuzes worden in de volgende paragraaf toegelicht.

Advies na Notitie Routeontwikkeling Deel 1
Op 22 juni 2023 is Notitie Routeontwikkeling Deel 1 gepubliceerd. Naar aanleiding van die notitie hebben de Commissie voor de milieueffectrapportage[2] en de Waddenacademie[3] een advies uitgebracht. De Commissie adviseert om duidelijker te beargumenteren waarom routes op 'rood staan. Ten opzichte van de vorige versie van deze notitie zijn daarom de morfologische en ecologische effecten in meer detail beschreven.

[1] https://www.commissiemer.nl/docs/mer/p36/p3660/a3660rd.pdf
[2] https://www.commissiemer.nl/docs/mer/p36/p3660/a3660tts.pdf
[3] https://www.rvo.nl/sites/default/files/2023-08/Advies-Waddenacademie-PAWOZ.pdf

2.2 Baselines

De routeontwikkeling tijdens PAWOZ is een proces waarbij van grof naar fijn wordt gewerkt. Dit betekent dat om tot robuuste ontwerpen te komen, routes gedurende PAWOZ worden geoptimaliseerd en waar nodig worden getrechterd. Dit gebeurt op basis van de informatie die op dat moment beschikbaar is. Daarmee is de Notitie Routeontwikkeling een 'levend' document. Gedurende het project PAWOZ zijn een aantal 'bevriesmomenten' van de routeontwerpen voorzien. Deze bevriesmomenten noemen we Baselines (zie tekstkader in paragraaf 2.3 in het hoofddocument).

2.3 Beoordeling

De uitwerking van de routes door TenneT en Gasunie en de Challenge Sessies (zie paragraaf 2.3.1), heeft als doel om tot robuuste ontwerpen te komen (paragraaf 2.2 uit hoofddocument). Onder robuust ontwerp verstaan we routeontwerpen die zowel technisch uitvoerbaar (op basis van beschikbare en bewezen technieken) als vergunbaar[1] zijn. Daartoe zijn de routeontwerpen beschouwd aan de hand van de volgende drie deelaspecten:

- te verwachten morfologische effecten (vergunbaarheid);
- te verwachten ecologische effecten (vergunbaarheid);
- De technische uitvoerbaarheid.

Vergunbaarheid in het kader van morfologische en ecologische effecten is, conform het advies van de Commissie voor de milieueffectenrapportage, beoordeeld vanuit het perspectief van de Wet natuurbescherming (Wnb). Daarbij is specifiek gekeken naar effecten op het Natura 2000-gebied Waddenzee. Wanneer significante negatieve effecten door installatie van elektriciteitskabels (hierna: kabels[2]) of waterstofleidingen (hierna: leidingen)[3] op de instandhoudingsdoelstellingen (doelen voor soorten of habitattypen) of kernopgaven niet uitgesloten kunnen worden, en deze effecten ook niet gemitigeerd of gecompenseerd kunnen worden, kan er geen vergunning worden verleend. De effecten van de ingrepen zijn gebaseerd op reeds uitgevoerd studies en gebiedskennis.

Er is gekozen om de routeontwerpen tussen Baseline 1 en Baseline 2 op basis van ecologische effecten, morfologische effecten en technische uitvoerbaarheid te beschouwen. Dit zijn deelaspecten die in de Waddenzee een belangrijke rol spelen wanneer wordt onderzocht of een route zowel vergunbaar als technisch uitvoerbaar is.

Op basis van de technische uitwerking van de routes in Baseline 1 kan voor een deel van de routes al worden onderbouwd dat deze niet vergunbaar[4] of technisch uitvoerbaar zijn. Voor deze routes geldt:

1. dat nu al zeker is dat significant negatieve effecten door aanlegwerkzaamheden op instandhoudingsdoelstellingen of de kernopgaven voor de Waddenzee niet uit te sluiten zijn. De effecten zijn niet mitigeerbaar en het doorlopen van een zogenaamde ADC-toets met een positieve uitkomst is niet mogelijk (zie tekstkader hieronder). Een nadere technische uitwerking en verdere beoordeling in

---

[1] Andere onderwerpen, zoals bijvoorbeeld de doorkruising van het EDV gebied en vergunningverlening door GWDS, eisen in een waterwetvergunning of nadere ecologische en morfologische studies kunnen ook de vergunbaarheid van een route bepalen. Deze onderwerpen komen aan bod in de PlanMER en IEA. In deze notitie wordt, zoals eerder vermeld, gefocust op de Wet Natuurbescherming. Een compleet overzicht van onderwerpen waarop de routes beoordeeld worden staat in de NRD.

[2] Wanneer wordt verwezen naar kabels die geen elektriciteitskabels zijn worden deze voluit geschreven (bijvoorbeeld telecom kabels).

[3] Wanneer wordt verwezen naar leidingen die geen waterstofleidingen zijn worden deze voluit geschreven (bijvoorbeeld: gasleidingen).

[4] Voor route III, IV en V geldt dat deze deels door volgens art. 2.5 Wnb gesloten gebieden lopen. Activiteiten mogen hier alleen plaatsvinden indien hiervoor een Wnb vergunning is verleend. Bij het beslissen op een vergunningaanvraag voor werkzaamheden in deze gebieden zal het ministerie van LNV het feit dat deze gebieden gesloten zijn, zwaar laten meewegen. Dat betekent dat het verkrijgen van een vergunning van werkzaamheden in deze gebieden sowieso al minder haalbaar is dan een vergunningaanvraag voor dergelijke werkzaamheden in niet gesloten gebieden.

Baseline 2 is dan overbodig, mits zeker is dat er geen verdere optimalisatie mogelijk is om de effecten voldoende te beperken. Bij de beoordeling van routes wordt bij iedere route beoordeeld of significante effecten naar verwachting optreden. Indien dit het geval is, wordt tevens beoordeeld of er alternatieven zijn (de 'A' in de ADC-toets) en/of er compenserende mogelijkheden zijn (de 'C' in de ADC-toets). De dwingende redenen van openbaar belang (de 'D' in de ADC-toets) worden vooralsnog niet meegenomen in deze notitie, maar kunnen in een later stadium van PAWOZ aan de orde komen;

2. dat routes waarvoor de beperkingen vanuit het perspectief van natuur(wetgeving) of andere wetgeving dusdanig groot zijn dat deze technisch onuitvoerbaar worden beoordeeld.

De ADC-toets

Als uit de effectbeoordeling blijkt dat mogelijk significante negatieve effecten op Natura 2000-gebieden niet uit te sluiten zijn, kan het zijn dat een ADC-toets doorlopen moet worden. Hierdoor kan een project alsnog doorgaan. Dit kan alleen als het project voldoet aan de volgende eisen:
A: er zijn geen reële alternatieven met minder gevolgen voor de natuurlijke kenmerken;
D: er is sprake van een dwingende reden van groot openbaar belang;
C: de nodige compenserende maatregelen worden genomen om ervoor te zorgen dat de algehele samenhang van het Natura 2000-gebied bewaard blijft.

2.4 Technische uitgangspunten

In deze paragraaf staan technische uitgangspunten benoemd die bepalend zijn voor de te verwachten morfologische en ecologische effecten. Een uitgebreide beschrijving van de werkzaamheden voor de aanleg van kabels en leidingen is te vinden in Bijlage I en Bijlage II van het hoofddocument.

Breedte toegangsgeul voor installatievaartuig Waddengebied

Voor de installatie van kabels en leidingen in het Waddengebied wordt gebruik gemaakt van een drijvende bak. Voor de toegangsgeul van een drijvende bak voor de kabelinstallatie is uitgegaan van een breedte van 60 m en voor de leidinginstallatie van een breedte van 40 m. Deze breedte volgt uit de breedte van een bak (Bijlage I en Bijlage II van hoofddocument) en een overbreedte van 15 m aan weerszijden (voor manoeuvreerbaarheid). Voor de toegangsgeul wordt uitgegaan van een vereiste waterdiepte van LAT -6 m voor kabels en een waterdiepte van LAT -7 m voor leidingen.

Talud van toegangsgeul

Voor het talud van een gebaggerde geul in de Waddenzee en de Noordzeekustzone is uitgegaan van talud van 1:6 tot 1:7.

Aanzanding

In Baseline 1 is voor het bepalen van de benodigde baggervolumes voor de aanleg van de routes geen rekening gehouden met aanzanding in de periode tussen de baggerwerkzaamheden en het plaatsen van de kabels of leidingen. De hiervoor benodigde onderhoudsbaggerwerkzaamheden zullen ertoe leiden dat de totale baggervolumes (en effecten) voor de verschillende routes groter zijn dan in dit document is beschouwd. Deze aanpak leidt ertoe dat de baggervolumes waarop de afweging is gemaakt of routes worden meegenomen naar Baseline 2 of worden getrechterd een ondergrens zijn van de daadwerkelijke baggervolumes die nodig zijn om de routes te realiseren.

3

MORFOLOGISCHE EN ECOLOGISCHE EFFECTEN GETRECHTERDE ROUTES

Tabel 3.1 toont een overzicht van de routes die niet worden opgenomen in Baseline 2 vanwege de effecten op morfologie en ecologie en daarmee ook niet worden meegenomen in de effectonderzoeken.

Tabel 3.1 Overzicht van routes met significant negatieve morfologische en/of ecologische effecten.

Route	Type verbinding
I - Meeuwenstaart route	leidingen en kabels
III – Horsborngat route	leidingen en kabels
IV – Geul Rottums route	leidingen en kabels
V- Boschgat route	leidingen

3.1 I - Meeuwenstaart route

3.1.1 Toelichting op kritische werkzaamheden

Deze alinea licht de werkzaamheden toe waarvan de effecten ertoe leiden dat een route niet vergunbaar wordt geacht.

Vanwege het materieel dat nodig is voor een kabel of leiding installatie is een bepaalde minimale waterdiepte nodig. Om deze waterdiepte te behalen, is het noodzakelijk om de Meeuwenstaart over een lengte van circa 7 km te vergraven. De benodigde waterdiepte is afhankelijk van het type materieel dat wordt ingezet. In het geval van de installatie langs de I - Meeuwenstaart route is materieel met een dynamisch positioneringssysteem (DP) en met ankerlijnen beschouwd. In onderstaande alinea's is toegelicht waarom twee verschillende technieken om voort te bewegen zijn beschouwd.

Voortbeweging met dynamische positionering
Voor materieel dat zich voortbeweegt met een dynamisch positioneringssysteem (DP) is een bodemhoogte van ten minste LAT -12 m vereist. Voor de toegang van dit schip langs de route zijn baggerwerkzaamheden noodzakelijk, onder andere ter hoogte van de Meeuwenstaart. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig is voor het schip zijn: een bodemhoogte van LAT -12 m over een breedte van 60 m, met een talud van 1:7. Hieruit volgt een baggervolume van circa 9 miljoen m^3 (zonder aanzanding). Door met een schip op DP te werken wordt de hinder voor scheepvaart beperkt omdat geen ankers nodig zijn.

Voortbeweging met ankers
Vanwege de grote baggervolumes die nodig zijn voor de toegang van een DP schip, is de installatie op een bak, voortbewogen door ankers, onderzocht. Ook voor de toegang van deze bak langs de route zijn baggerwerkzaamheden ter hoogte van de Meeuwenstaart noodzakelijk. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig is voor de bak zijn als volgt: een bodemhoogte van LAT -6 m over een breedte van 60 m, met een talud van 1:7. Hieruit volgt een baggervolume van circa 4 miljoen m^3 (zonder aanzanding).

3.1.2 Onderbouwing voor route trechtering

Deze paragraaf beschrijft waarom deze route zowel voor kabels als leidingen niet nader wordt onderzocht in PAWOZ.

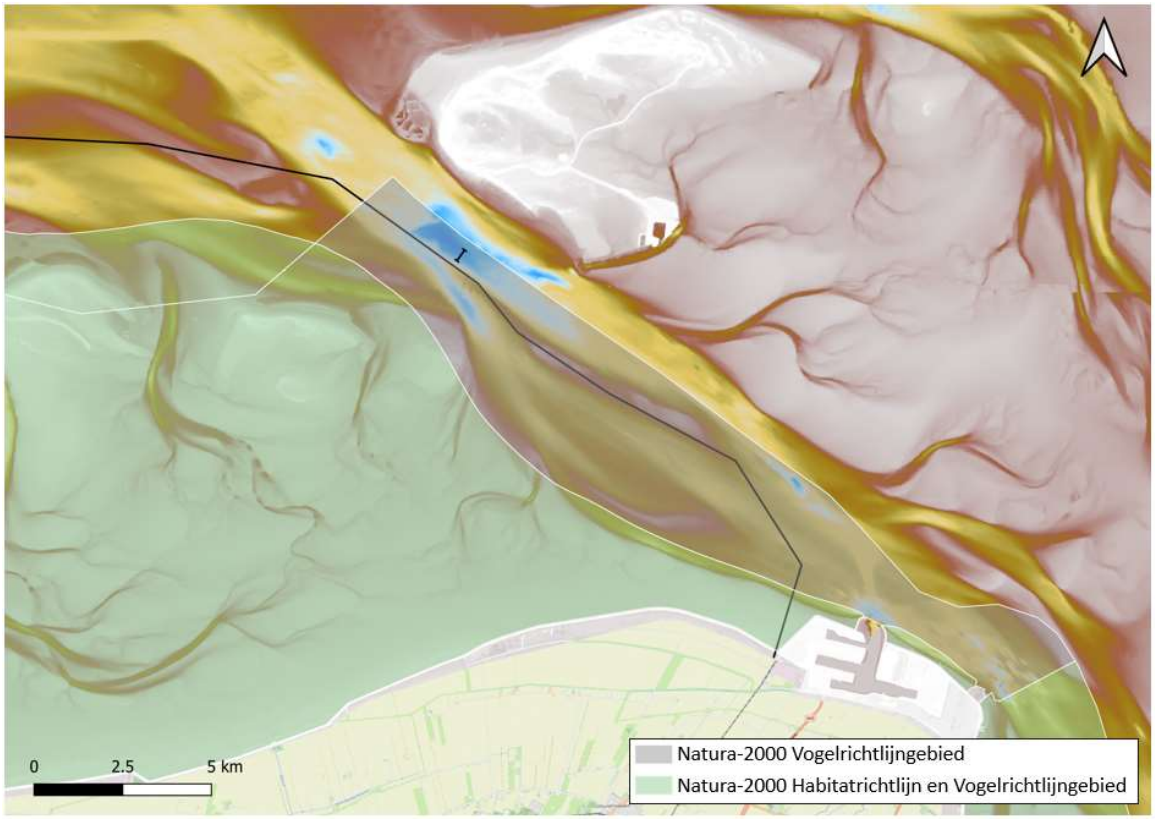
Inleiding

De Meeuwenstaart is een ondiepe plaat met een maximale bodemhoogte rond NAP -2,0 m en heeft momenteel een oppervlakte van ongeveer 300 ha. De ondiepe plaat vormt een natuurlijke scheiding tussen de twee grootste geulen in het gebied tussen Borkum en Eemshaven: de Oude Westereems en het Randzelgat. De aanwezigheid van de Meeuwenstaart tussen de beide geulen is al lange tijd kenmerkend voor dit deel van het Eems estuarium[1]. Deze bodemligging is reeds zichtbaar op zeekaarten uit 1833, gepubliceerd in Gerritsen (1955) en opgenomen in [Ref. 1]. Delen van de Meeuwenstaart vallen bij (zeer) laagwater droog. In de afgelopen decennia is de Meeuwenstaart richting het noordoosten gemigreerd en smaller geworden. Dat de Meeuwenstaart migreert, wijst erop dat de ondiepte bestaat uit erodeerbaar sediment.

Het gebied waar de Meeuwenstaart in ligt maakt als Vogelrichtlijngebied onderdeel uit van het Natura 2000-gebied Waddenzee (zie afbeelding 3-1). Voor dit Natura 2000-gebied gelden naast specifieke doelen voor verschillende vogelsoorten, ook de algemene doelen voor het Natura 2000-gebied Waddenzee, waaronder: ‘behoud en indien van toepassing herstel van de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied, inclusief de samenhang van de structuur en functies van de habitattypen en van de soorten waarvoor het gebied is aangewezen’ [Ref. 2]. Een van de kernopgaven voor het Natura 2000-gebied Waddenzee is: ‘behoud of herstel van de ruimtelijke samenhang tussen geulen, platen en kwelders (of schorren) en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen’ [Ref. 3]. De Meeuwenstaart bevindt zich ook in de buurt van het Duitse Habitatrichtlijngebied Niedersächsisches Wattenmeer, waardoor er sprake kan zijn van externe werking.

[1] Een estuarium is het benedenstroomse deel van een riviersysteem dat onder invloed staan van zeewater en de werking van getijden.

Afbeelding 3-1 I - Meeuwenstaart route in het Vogelrichtlijngebied (lichtgrijs) dat onderdeel uitmaakt van het Natura 2000-gebied Waddenzee.



Morfologie

Vanuit het perspectief van 'Bodem en water op zee' is de aanleg van kabels of leidingen langs de I - Meeuwenstaart route niet wenselijk. De reden hiervoor zijn de grote vergravingen die nodig zijn voor toegang van het materieel ter plaatse van de ondiepe plaat die bekend staat als de Meeuwenstaart. Afbeelding 3.2 toont de vergraving voor de toegang van het materieel.

Om kabels of leidingen op de gewenste diepte aan te leggen langs de I - Meeuwenstaart route, dient er een diepe geul gegraven te worden door de Meeuwenstaart. Dit heeft verschillende nadelige effecten en risico's:

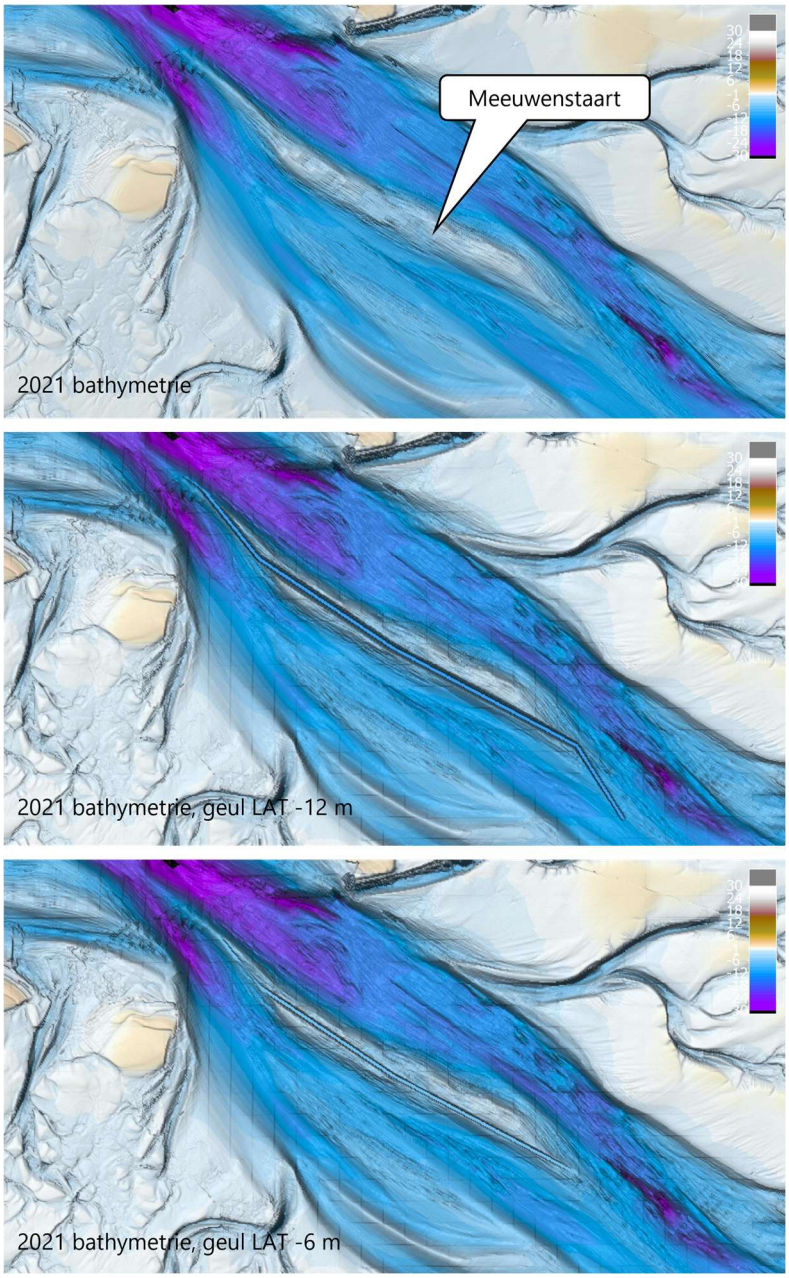
1 het graven van een geul door de Meeuwenstaart leidt tot directe schade aan deze ondiepe plaat. De kenmerken van het gebied waar de geul komt, worden permanent aangetast. Waar nu een plaat ligt, die bij laagwater nagenoeg droogvalt, ligt dan een diepe geul met ongeveer 6 m tot 12 m waterdiepte bij laagwater;
2 het is niet onwaarschijnlijk dat de geul die gegraven wordt voor de aanleg, door erosie groter wordt na aanleg. Het groter worden van de aanleggeul leidt dan tot verdere erosie van de Meeuwenstaart. Een aanwijzing dat een nieuwe geul hydraulisch efficiënt kan zijn, is dat de Oude Westereems in de afgelopen decennia naar het noordoosten is gemigreerd, waardoor de Meeuwenstaart kleiner geworden is;
3 de nieuwe geul door de Meeuwenstaart zal een deel van het water wegtrekken dat momenteel door de Oude Westereems en het Randzelgat stroomt. Daardoor neemt de afvoer door deze geulen af. Het resultaat daarvan is dat er extra sedimentatie zal plaatsvinden in de natuurlijke geulen. Het baggerbezwaar in het Randzelgat zal daardoor naar verwachting toenemen. Dit leidt tot negatieve effecten voor de natuur als gevolg van extra vertroebeling en bodemberoering;
4 zowel het sediment dat vergraven wordt voor de aanleg (afhankelijk van de techniek, maar minimaal 4 miljoen m^3), als het sediment dat daarna (mogelijk) uit de geul erodeert, moet ergens naar toe. In verband met zeespiegelstijging en het doel om de natuurlijke kenmerken van het gebied te behouden, is het wenselijk dat het sediment binnen het Eems estuarium blijft. Immers geldt dat om in het gebied dezelfde gemiddelde bodemhoogte te houden er netto sediment geïmporteerd moet worden om de

stijging van de zeespiegel te compenseren. Het is waarschijnlijk dat een deel van het verplaatste sediment als gevolg van natuurlijk sediment transport in de bestaande vaargeul door het Randzelgat belandt. Dat zou naar verwachting daar tot een groter baggerbezwaar leiden.

Gezien de hierboven benoemde effecten en risico's is een vergraving van de Meeuwenstaart voor de aanleg van kabels en leidingen niet wenselijk. Het leidt namelijk naar verwachting tot een permanente verandering van de morfologische kenmerken van een gebied, waarvoor als kernopgave conform het Natura 2000-gebied Waddenzee is gesteld om de ruimtelijke samenhang van onder meer geulen en platen te behouden.

Er is gekeken of het mogelijk is om de werkgeul die nodig is voor de aanleg van kabels of leidingen door de Meeuwenstaart na aanleg terug te vullen. Daarmee kunnen de effecten op morfologie mogelijk worden beperkt. Daarbij geldt dat het teruggeplaatste sediment mogelijk minder erosiebestendig is waardoor (een deel van) dit sediment op termijn weer erodeert. Om de Meeuwenstaart in oorspronkelijke staat te herstellen dient voor het opvullen van de werkgeul gebruik gemaakt te worden van het sediment dat is verwijderd om de werkgeul aan te leggen. Gezien de grote volumes sediment die hiervoor opgeslagen moeten worden (voor het opslaan van een volume van 4 miljoen m^3 sediment, moet dit tot een hoogte van 10 m worden verspreid over een oppervlak van 40 ha), wordt dit als een niet realistische optimalisatie van de aanlegtechniek beschouwd. Bovendien zou een dergelijke aanlegtechniek betekenen dat het totale baggervolume tweemaal moet worden verplaatst en de vertroebeling die het gevolg is van de baggerwerkzaamheden tweemaal optreedt.

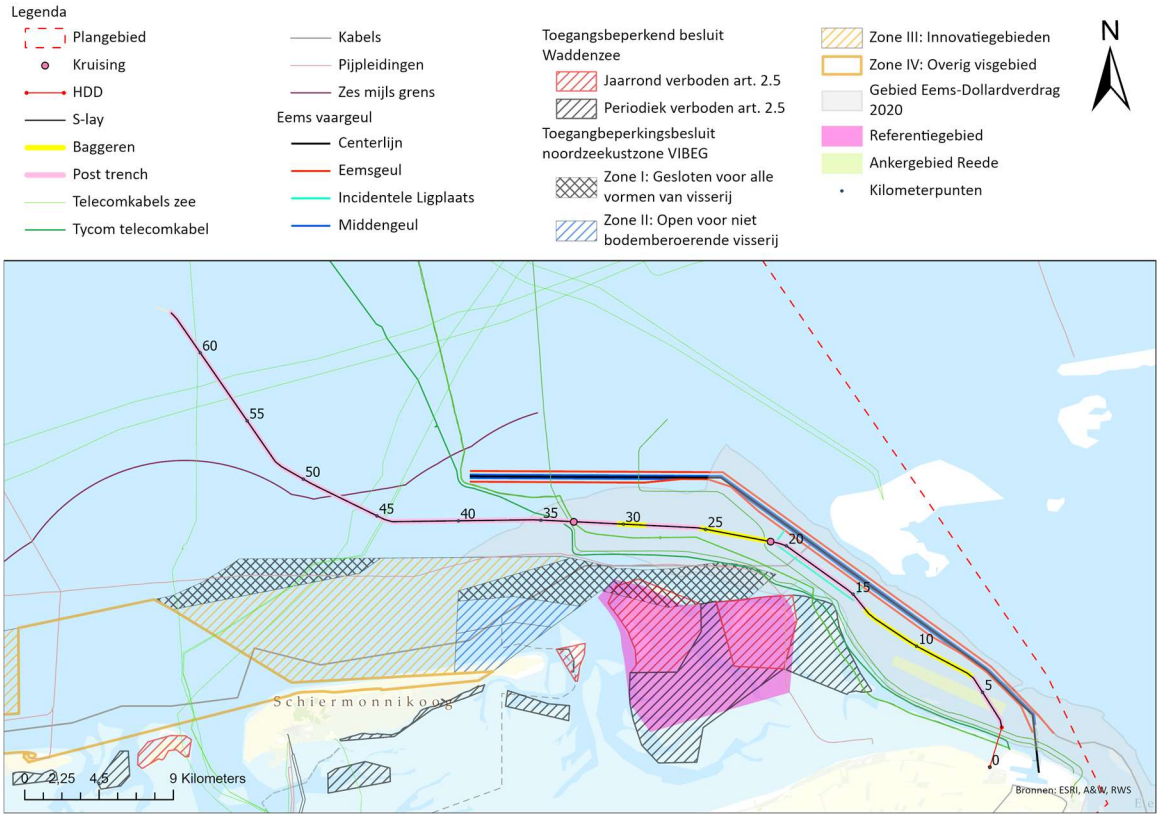
Afbeelding 3.2 Bovenste paneel: meest recent beschikbare bodemligging t.o.v. NAP. Met daarin de geul die nodig is voor aanleg op DP (middelste paneel) en de geul die nodig is voor de aanleg met ankers (onderste paneel)



Ecologie

Kenmerken. Deze ondiepe plaat valt voor een deel droog bij (zeer) laag water.

Afbeelding 3.3 Routeontwerp leiding, I - Meeuwenstaart route



Waarde. Vogelrichtlijngebied, morfologisch element in de samenhang tussen geulen en platen. Het gebied wordt gebruikt door eidereenden tijdens de ruiperiode en is een foerageergebied/leefgebied voor diverse vogelsoorten, zeehonden en bruinvissen.

Effecten van de aanleg van kabels/leidingen

- Permanente verstoring van de samenhang tussen geulen en platen
- Verhoogde troebelheid met effect op primaire productie en voedselbeschikbaarheid
- Vernietiging foerageergebied en rustgebied voor vogels en zeehonden
- Verstoring ruigebied eidereenden
- Verstoring leefgebied zeehonden en bruinvissen
- Verstoring/vernietiging beschermd habitattype in Duits Natura 2000-gebied

Consequenties

- Door het vergraven van de Meeuwenstaart wordt de samenhang tussen de geulen in het gebied permanent verstoord. Daarmee is deze activiteit in strijd met de kernopgave ‘behoud of herstel van de ruimtelijke samenhang tussen geulen, platen en kwelders (of schorren) en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen”.
- Door de grootschalige werkzaamheden treedt een verhoging van de troebelheid op, wat mogelijk een effect heeft op de primaire productie en daarmee de voedselbeschikbaarheid voor vogels en zeezoogdieren. Significante effecten op vogels kunnen niet worden uitgesloten omdat niet alle soorten makkelijk kunnen uitwijken naar een ander gebied (broedende vogels, schelpdieretende vogels). Zeezoogdieren kunnen makkelijk uitwijken.
- Het gebied wordt gebruikt door de eidereend tijdens de ruiperiode (juli – september). Dat duidt erop dat er voedsel aanwezig is, aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Het gebied zal na het vergraven van de Meeuwenstaart niet meer geschikt zijn als ruigebied.. De soort stelt specifieke eisen aan het ruigebied (rust, voldoende voedsel) en kan niet zomaar uitwijken naar andere locaties. De staat van instandhouding van de eider is bovendien zeer ongunstig en het doelaantal wordt bij lange na niet gehaald. Significante effecten op de eidereend kunnen niet worden uitgesloten.

- Door de grootschalige werkzaamheden en de morfologische veranderingen die erop volgen is de kans groot dat het naastgelegen Duitse Natura 2000-gebied Niedersächsisches Wattenmeer ook beïnvloed wordt (externe werking). Afhankelijk van de mate van beïnvloeding kunnen significante effecten op de habitattypen H1110 permanent overstroomde zandbanken en H1140 droogvallende platen optreden.

Mitigatie. Het is niet de verwachting dat bovengenoemde significante effecten voldoende gemitigeerd kunnen worden zodat negatieve effecten kunnen worden uitgesloten. Er zijn geen aanlegtechnieken voorhanden met minder effecten op de algehele samenhang tussen geulen en platen, natuurwaarden kunnen in dit geval niet vermeden worden.

ADC-toets. Wanneer significante effecten niet kunnen worden uitgesloten dient een ADC-toets te worden doorlopen. Er zijn meerdere routes nodig om alle kabels en leidingen aan te kunnen leggen, het is dus niet waarschijnlijk dat er alternatieve routes met minder effecten beschikbaar zijn. Compensatie van de significant negatieve effecten is alleen mogelijk als de algehele samenhang van Natura 2000 volledig hersteld wordt[1]. Dat betekent dat de ruimtelijke samenhang van de geulen en platen dient te worden hersteld. Compensatie op een andere plek in de Waddenzee of buiten de Waddenzee is niet mogelijk. Het kunstmatig terugbrengen van de plaat in het gebied van de Meeuwenstaart na afloop van de werkzaamheden levert geen volledig herstel op van de samenhang omdat het sediment op termijn weer erodeert. Daarnaast zal het terugbrengen van de plaat ook weer negatieve effecten met zich meebrengen. Ook het terugbrengen van een vergelijkbaar gebied dat gebruikt kan worden voor de eidereend als ruigebied is heel lastig omdat daarvoor een vergelijkbaar gebied nodig is met voldoende voedsel en rust.

Conclusie
De effecten door de aanleg van kabels en leidingen langs deze route in de Waddenzee zijn grootschalig en permanent. Hierdoor worden de ruimtelijke samenhang tussen geulen en platen en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen verstoord en zijn significant negatieve effecten niet uit te sluiten. Mitigatie en compensatie van deze effecten zijn niet volledig mogelijk. De route wordt daarom niet vergunbaar geacht voor zowel de kabel als de leiding en niet verder onderzocht in dit Programma.

3.2 III - Horsborngat route

3.2.1 Toelichting op kritische werkzaamheden

Kabels
Ten noordoosten van Rottumeroog kruist de route de NGT-leiding. Deze leiding wordt gekruist door middel van een HDD boring, dit is een complexe operatie, de verwachting is dat deze operatie circa 4 maanden duurt, de opeenvolgende activiteiten voor de boring zijn als volgt:
- voorbereiding en mobilisatie van materieel;
- bouw van droge putten met damwanden (in- en uittredepunt van boring);
- uitvoeren van boring;
- intrekken van de buis en de kabel door de boring;
- ingraven van de kabel uiteinden;
- verwijderen van damwanden;
- demobilisatie.

De kabel die door de HDD heen wordt getrokken wordt aangevoerd vanaf zee, direct nadat de kabel door de HDD is getrokken wordt de rest van de kabel met behulp van een vertical injector op diepte gebracht. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig is voor het ponton zijn als volgt: een bodemhoogte van LAT -6 m over een breedte van 60 m, met een talud van 1:7. Ten noorden van Rottumeroog en Rottemerplaat is de waterdiepte niet toereikend. Er worden daarom baggerwerkzaamheden uitgevoerd om de toegangsgeul te realiseren. Hieruit volgt een baggervolume van circa 2 miljoen m^3.

[1] https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/NL_art_6_guide_jun_2019.pdf

Leidingen

Voor de aanleg van een leiding met een pijplegschip is vanwege het robuuste materieel dat nodig is, een bepaalde minimale waterdiepte nodig. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig is voor het schip zijn als volgt: een bodemhoogte van LAT -6 m over een breedte van 60 m, met een talud van 1:7.

Een van de opties is om op de droogvallende wadplaten over een lengte van 16 km een toegangsgeul voor de aanleg van een leiding met een pijplegschip te graven. Een alternatieve aanlegmethode die hier is wordt voorgesteld is een serie van HDD boringen. De maximale lengte van een boring is 1,7 km. Op de droogvallende wadplaten zijn naar verwachting circa 11 opeenvolgende HDD boringen nodig. Per boring wordt een periode van 4 weken gerekend. Daarnaast wordt voor een serie aan boringen gerekend op een mobilisatie en demobilisatieperiode van ieder 3 weken per seizoen. In totaal zou een periode van 44 weken nodig zijn, echter wanneer vanwege beperkingen (gevoelige periodes voor bepaalde soorten) enkel in een beperkt aantal maanden gewerkt kan worden kunnen de werkzaamheden tot wel 10 jaar duren.
Bij zowel het in- als het uittredepunt van de boring wordt een droge put gebouwd door damwanden te plaatsen in de wadplaten. Vervolgens wordt met een boormachine een voldoende ruime boring gemaakt om de leiding in te brengen. De leiding wordt ingedreven tijdens hoogwater en met een kraan op een circa 9 m hoge stellage geplaatst, dit om de leiding onder de juiste hellingshoek in de boring te brengen. Nadat de pijpleiding is ingebracht worden de damwanden en de stellage weer verwijderd. De boringen hoeven niet binnen één seizoen te worden uitgevoerd, met behulp van een flens[1] kan een stuk leiding worden afgesloten. Op een later moment kan de aanleg vervolgt worden.

3.2.2 Onderbouwing voor route trechtering

Inleiding

De droogvallende platen, waar de route doorheen loopt, maken onderdeel uit van het Vogel- en Habitatrichtlijngebied Waddenzee (Natura 2000-gebied). Een kernopgave van dit gebied is: “behoud of herstel van de ruimtelijke samenhang tussen geulen, platen en kwelders (of schorren) en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen” [Ref. 3]. De Waddenzee is het belangrijkste gebied voor het habitattype slik- en zandplaten, getijdengebied (H1140 subtype A) in Nederland. Wat de kwaliteit betreft is enerzijds het behoud van de morfologische variatie van belang (de afwisseling tussen platen met een verschillende hoogteligging, mate van dynamiek en sedimentsamenstelling) en anderzijds de overgangen daartussen en de overgangen naar diepere geulen [Ref. 2]. De route gaat ook door gesloten gebieden, zie de paragraaf ecologie en bijlage 1.

Morfologie

De aanleg van een pijpleiding langs de III - Hornsborngat route met een pijplegschip is vanuit morfologisch perspectief een onwenselijk voornemen. De reden hiervoor is de toegangsgeul, die voor de aanleg gegraven moet worden, in de droogvallende platen gelegen tussen Eemshaven en Rottumeroog. Hiervoor moet in totaal 22 miljoen m^3 worden vergraven. Het aanleggen van een diepe geul door dit gebied verandert de zandplaten in een geul en zou daarom vanuit morfologisch perspectief alleen acceptabel zijn als deze geul na aanleg in zijn geheel wordt gedicht. Gezien de grote volumes zand die hiervoor moeten worden opgeslagen, is een dergelijke aanlegmethode niet aannemelijk. Het verspreiden van het sediment dat vrijkomt bij het graven van de geul voor de aanleg van een leiding langs ‘route III - de Horsborngat route’ heeft naar verwachting grote gevolgen voor de morfologische ontwikkeling van het omliggende gebied. Afhankelijk van waar het sediment wordt verspreid, kan dit leiden tot het dempen van geulen of het vormen van nieuwe of hogere zandplaten. De natuurlijke ontwikkeling van geulen, platen en kwelders in het gebied zal hierdoor voor langere tijd verstoord zijn.

Voor de aanleg van de pijpleiding met een HDD zijn de morfologische effecten beperkt. Ditzelfde geldt voor de aanleg van een kabel met een trencher.

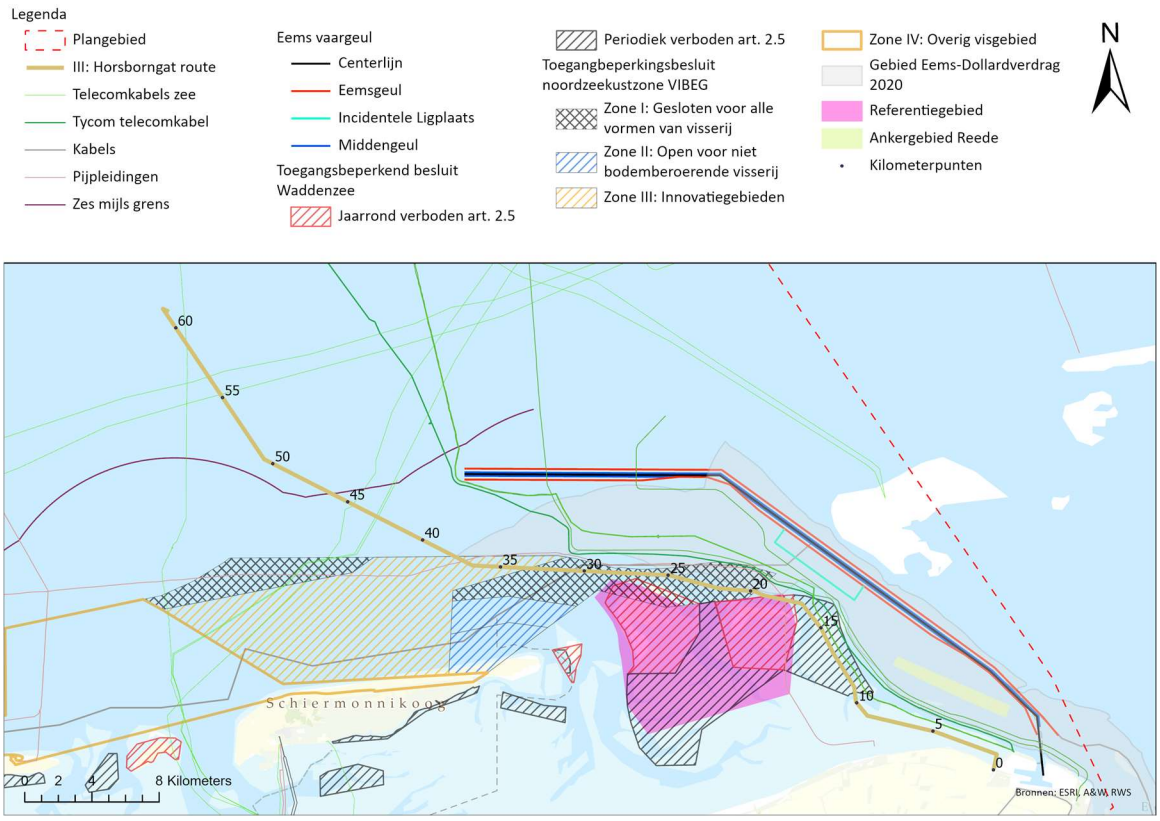
[1] Een afsluiter die kan worden toegepast op het uiteinde van een pijpleiding.

Ecologie

Waddenzee

Kenmerken. Route III gaat in de Waddenzee door het periodiek gesloten gebied Sparregat-Horsborngat (artikel 2.5) en voor een klein deel door het permanent gesloten gebied Rottumeroog (artikel 2.5, zie Afbeelding 3.4 en bijlage 1). Dit gebied bestaat uit droogvallende platen (habitattype H1140), geulen en kreken.

Afbeelding 3.4 Routeontwerp kabel, III - Horsborngat route



Waarde. Het periodiek gesloten gebied Sparregat-Horsborngat is gesloten in de periode 15 mei – 1 september omdat het een belangrijk foerageergebied is voor vogels en zeehonden en een belangrijk rustgebied voor zeehonden. Het permanent gesloten gebied Rottumeroog is een belangrijk broed-, rust- en foerageergebied voor vogels, met hoogwatervluchtplaatsen. Voor habitattype H1140 geldt een behoudsdoelstelling voor het oppervlakte en een verbeterdoelstelling voor de kwaliteit. Typische soorten die op dit habitattype voorkomen zijn mossel, zeegras en diverse worm- en vissoorten.

Effecten kabel. De HDD voor de kabel dient te worden uitgevoerd in het tijdelijk gesloten gebied. Daarbij is er sprake van vernietiging van habitattype H1140 op de plek waar de droge putten worden aangelegd. Er treedt verstoring op van vogels en zeehonden tijdens alle werkzaamheden, vanaf de mobilsatie tot en met de demobilisatie (gedurende 4 maanden). Daarnaast treedt verstoring op van habitattype H1140, vogels en zeehonden in het deels gesloten gebied tijdens het ingraven van de kabel met een wadtrencher (gedurende meerdere maanden).

Consequenties kabel.

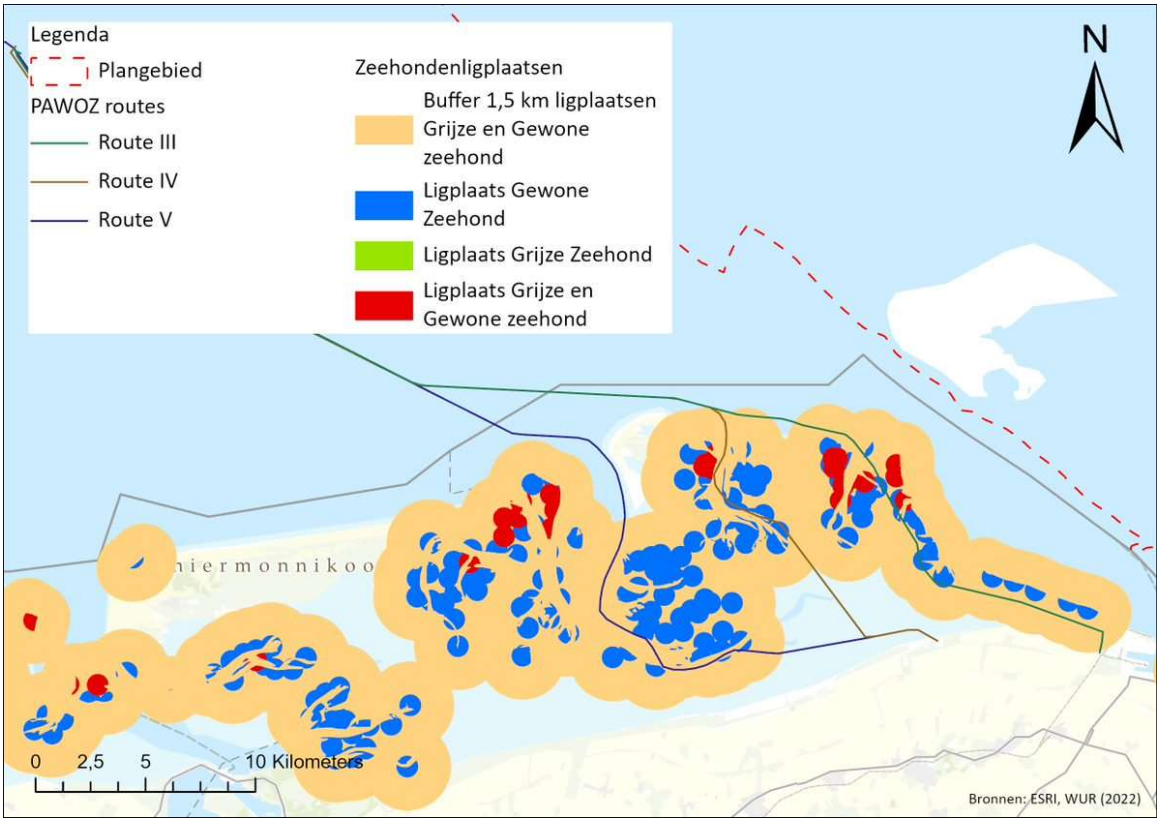
- Het oppervlak en de kwaliteit van habitattype H1140 nemen door het geheel aan verstorende factoren af. De effecten op dit habitattype door de aanleg van de kabel zijn klein en tijdelijk, significante effecten kunnen daardoor waarschijnlijk worden uitgesloten.
- De hoogwatervluchtplaatsen (HVPs) in het gebied worden jaarrond gebruikt door een groot aantal vogelsoorten. De verstoringsafstand voor HVPs is verschillend per soort maar is maximaal 2 km. Route III ligt op een afstand van minder dan 2 km van HVPs waardoor deze minder of helemaal niet bruikbaar

zullen zijn. Significante effecten door de aanleg van de kabel op vogelsoorten die afhankelijk zijn van de HVPs kunnen niet worden uitgesloten.
- Het gebied is belangrijk voor foeragerende vogels, niet-broedvogels kunnen overal in het gebied foerageren en rusten. Dit betekent dat er het gehele jaar sprake kan zijn van effecten door verstoring. Tijdens de broedperiode is het van belang dat broedvogels in de buurt van hun broedgebied voldoende voedsel kunnen vinden. In de periode maart – augustus zijn ze extra kwetsbaar, omdat het succesvol opgroeien van de jongen mede gelinkt is aan het foerageersucces. Significante effecten op foeragerende niet-broedvogels kunnen gedurende het gehele jaar niet worden uitgesloten en op broedvogels in de periode maart-augustus.
- De route loopt vlak langs hotspots van rustende gewone zeehonden (gebieden waar in de periode 2012-2022 veel rustende zeehonden zijn geteld). De meest gevoelige periode van gewone zeehonden is de voortplantings- en verharingsperiode (mei t/m augustus). Wanneer er in deze periode wordt gewerkt, is met zekerheid sprake van significante verstoring. Gewone zeehonden maken het hele jaar door gebruik van ligplaatsen. Ook als er verstoring optreedt buiten de meest kwetsbare periode kan dit leiden tot significante effecten, omdat het ertoe kan leiden dat de zeehonden de ligplaatsen gaan mijden. Verstoring van deze ligplaatsen kan dus ook buiten de meest gevoelige periode leiden tot significante effecten op het gebiedsgebruik en de omvang van het leefgebied.

Effecten leiding. Bij het graven van een geul door de wadplaten voor de aanleg van de leiding is er sprake van vernietiging van habitattype H1140 en een toename van de vertroebeling. Daarnaast is er sprake van een langdurige verstoring van vogels en zeehonden. Wanneer er geen geul wordt gegraven maar gebruik wordt gemaakt van HDD om de leiding aan te leggen is er ook sprake van vernietiging van H1140, maar in mindere mate dan bij de eerste aanlegmethode. Daarnaast is er sprake van verstoring van vogels en zeezoogdieren.

Consequenties leiding.
- Het oppervlak en de kwaliteit van habitattype H1140 nemen door het geheel aan verstorende factoren af, waardoor de instandhoudingsdoelstellingen (behoud oppervlak en verbetering kwaliteit) niet worden bereikt. Significante effecten op habitattype H1140 door aanleg van de leiding (graven van een geul) kunnen niet worden uitgesloten. Bij gebruik van HDD is het verstoorde oppervlak kleiner en waarschijnlijk niet significant.
- Het gebied is belangrijk voor foeragerende vogels, niet-broedvogels kunnen overal in het gebied foerageren en rusten. Dit betekent dat er het gehele jaar sprake kan zijn van effecten door verstoring. Tijdens de broedperiode is het van belang dat broedvogels in de buurt van hun broedgebied voldoende voedsel kunnen vinden. In de periode maart – augustus zijn ze extra kwetsbaar, omdat het succesvol opgroeien van de jongen mede gelinkt is aan het foerageersucces. Significante effecten door aanleg van de leiding (graven van een geul en HDD) op foeragerende niet-broedvogels kunnen gedurende het gehele jaar niet worden uitgesloten en op broedvogels in de periode maart-augustus.
- Door de grootschalige vernietiging van habitattype H1140 (bij het graven van een geul) en de toename van de troebelheid door de aanleg van de leiding zal de voedselbeschikbaarheid voor vogels afnemen. Significante effecten door aanleg van de leiding (graven van een geul) op foeragerende niet-broedvogels en broedvogels kunnen gedurende het gehele jaar niet worden uitgesloten.
- De hoogwatervluchtplaatsen (HVPs) in het gebied worden jaarrond gebruikt door een groot aantal vogelsoorten. De verstoringsafstand voor HVPs is verschillend per soort maar is maximaal 2 km. Route III ligt op een afstand van minder dan 2 km van HVPs waardoor deze minder of helemaal niet bruikbaar zullen zijn. Significante effecten door de aanleg van de leiding (bij het graven van een geul en HDD) op vogelsoorten die afhankelijk zijn van de HVPs kunnen niet worden uitgesloten.
- De route gaat vlak langs hotspots van rustende gewone zeehonden (gebieden waar in de periode 2012-2022 veel rustende zeehonden zijn geteld, zie Afbeelding 3-5). Wanneer er in de voortplantings- en verharingsperiode (mei t/m augustus) wordt gewerkt, is met zekerheid sprake van significante verstoring. Ook als er verstoring optreedt buiten deze meest kwetsbare periode kan dit leiden tot significante effecten, omdat het ertoe kan leiden dat de zeehonden de ligplaatsen gaan mijden. Verstoring van deze ligplaatsen kan dus ook buiten de meest gevoelige periode leiden tot significante effecten op het gebiedsgebruik en de omvang van het leefgebied.

Afbeelding 3-5 Ligplaatsen waar tijdens monitoringsvluchten van Wageningen Marine Research in 2022 gewone zeehonden (blauw) en gewone en grijze zeehonden (rood) zijn waargenomen. De gele bufferzone duidt de wettelijke verstoringsafstand van 1500 m aan.



Mitigatie. Het is niet de verwachting dat bovengenoemde significante effecten voldoende gemitigeerd kunnen worden en negatieve effecten kunnen worden uitgesloten. Er zijn geen aanlegtechnieken voorhanden met minder effecten, natuurwaarden kunnen in de meeste gevallen niet vermeden worden en er zal niet geheel buiten de gevoelige periodes gewerkt kunnen worden omdat het aantal soorten dat het gebied gebruikt zeer groot is.

ADC-toets. Wanneer significante effecten niet kunnen worden uitgesloten en mitigatie niet mogelijk is dient een ADC-toets te worden doorlopen. Er zijn meerdere routes nodig om alle kabels en leidingen aan te kunnen leggen, het is dus niet waarschijnlijk dat er alternatieve routes met minder effecten beschikbaar zijn. Compensatie van de significant negatieve effecten is alleen mogelijk als de algehele samenhang van Natura 2000 volledig hersteld wordt[1]. Dat betekent dat de ruimtelijke samenhang van de geulen en platen dient te worden hersteld, het verloren oppervlak aan H1140 moet worden gecompenseerd en de kwaliteit van H1140 moet worden hersteld. Een groot deel van de effecten wordt veroorzaakt door verstoring, ook dit effect moet worden gecompenseerd. Compensatie van de effecten wordt niet mogelijk geacht omdat:

- Bij het graven van een geul voor de leiding. De ruimtelijke samenhang tussen platen en geulen kan niet kunstmatig worden terug gebracht op deze locatie omdat de geul die wordt gegraven voor de aanleg van een leiding zodanig groot is dat het sediment zich anders zal gedragen en het gebied morfologisch gezien er anders uit zal zien.
- Bij het graven van een geul voor de leiding. Dat betekent ook dat het vernietigde oppervlak van H1140 niet kan worden terug gebracht en dat de kwaliteit niet kan worden hersteld. Het is ook niet mogelijk om dit op een andere locatie in de Waddenzee te doen omdat deze geheel uit beschermde habitattypen bestaat waarvoor al een doelstelling geldt. Buiten de Waddenzee is het niet mogelijk om

[1] https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/NL_art_6_guide_jun_2019.pdf

hetzelfde habitat te creëren vanwege de afwezigheid van de benodigde hydromorfologische omstandigheden.

- Bij het graven van een geul en HDD voor de leiding en aanleg kabel. Om de effecten van de verstoring van vogels en zeehonden te compenseren zou een vergelijkbaar gebied gesloten moeten worden. Vanwege het unieke karakter van dit gebied (een groot aantal soorten maakt gebruik van het gebied door de morfologie en het gesloten karakter) is dit niet mogelijk binnen en buiten de Waddenzee.

Conclusie

Significant negatieve effecten door de aanleg van kabels en leidingen in de Waddenzee en de Noordzeekustzone kunnen niet worden uitgesloten. Mitigatie van de effecten in de Noordzeekustzone is waarschijnlijk mogelijk. Mitigatie en compensatie van deze effecten zijn in de Waddenzee niet volledig mogelijk. Buiten de gevoelige periodes voor vogels en zeehonden aanleggen is niet mogelijk. De route wordt daarom niet vergunbaar geacht voor zowel de kabel als de leiding en niet verder onderzocht in dit Programma.

3.3 IV - Geul Rottums route

3.3.1 Toelichting op kritische werkzaamheden

Kabels

Op de droogvallende wadplaten wordt de kabel aangelegd middels een wadtrencher. De kabel voor de wadtrencher wordt aangevoerd op een ponton vanaf de Eemshaven door het Sparregat (geul tussen Rottumeroog en Rottumerplaat), en vervolgens op de wadtrencher overgehaspeld. Het ponton dient een aantal keer op en neer te varen tussen Eemshaven en de projectlocatie om kabel op te halen, er passen namelijk geen grote lengtes kabel op de haspel van de trencher.

Het Sparregat heeft lokaal niet voldoende waterdiepte voor de toegang van het ponton. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig is voor het ponton zijn als volgt: een bodemhoogte van LAT -6 m over een breedte van 60 m, met een talud van 1:7. Er worden daarom baggerwerkzaamheden uitgevoerd om de toegangsgeul te realiseren. Hieruit volgt een baggervolume van circa 1 miljoen m^3 (zonder aanzanding).

In het Sparregat wordt de kabel aangelegd met een vertical injector, hiervoor is een zelfde toegangsgeul nodig zoals beschreven in voorgaande alinea. Vervolgens wordt met de vertical injector de kabel op diepte gebracht. Daarnaast is in het Sparregat een verbindingsmof tussen 2 kabelstukken nodig is. De verwachting is dat de werkzaamheden voor de aanleg van de kabel in het Sparregat circa 8 weken duren (baggeren, aanleg kabel, mofverbinding). De aanleg van de kabel en het maken van de mofverbinding in het Sparregat kunnen pas starten wanneer de kabel voor het deel over het wad door het Sparregat is aangevoerd. De verwachting is dat voor de aanvoer van de kabelstukken circa 3 weken nodig is.

Leidingen

Voor de aanleg van een leiding met een pijplegschip is vanwege het robuuste materieel dat nodig is, een bepaalde minimale waterdiepte nodig. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig is voor het schip zijn als volgt: een bodemhoogte van LAT -6 m over een breedte van 60 m, met een talud van 1:7.

Een van de opties is om op de droogvallende wadplaten over een lengte van 16 km een toegangsgeul voor de aanleg van een leiding met een pijplegschip te graven. Een alternatieve aanlegmethode die hier is wordt voorgesteld is een serie van HDD boringen. De maximale lengte van een boring is 1,7 km. Op de droogvallende wadplaten zijn naar verwachting circa 7 opeenvolgende HDD boringen nodig. De activiteiten en de duur van de werkzaamheden per boring zijn gelijk aan de werkzaamheden zoals beschreven in paragraaf 3.2.1.

In het Sparregat is het niet mogelijk om de leiding aan te leggen met HDD boringen en wordt de leiding aangelegd met een pijplegschip. Het Sparregat heeft lokaal niet voldoende waterdiepte voor de toegang van het pijplegschip, er worden daarom baggerwerkzaamheden uitgevoerd om de toegangsgeul te realiseren. Hieruit volgt een baggervolume van circa 1 miljoen m^3 (zonder aanzanding). Zodra de toegangsgeul gebaggerd is wordt de leiding met een pijplegschip aangelegd. De verwachting is dat de werkzaamheden in het Sparregat minimaal 3 maanden duren.

3.3.2 Onderbouwing voor route trechtering

Inleiding

De droogvallende platen, waar de route doorheen loopt, maken onderdeel uit van het Vogel- en Habitatrichtlijngebied Waddenzee (Natura 2000-gebied). Een kernopgave van dit gebied is: "behoud of herstel van de ruimtelijke samenhang tussen geulen, platen en kwelders (of schorren) en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen" [Ref. 3]. De Waddenzee is het belangrijkste gebied voor het habitattype slik- en zandplaten, getijdengebied (H1140 subtype A) in Nederland. Wat de kwaliteit betreft is enerzijds het behoud van de morfologische variatie van belang (de afwisseling tussen platen met een verschillende hoogteligging, mate van dynamiek en sedimentsamenstelling) en anderzijds de overgangen daartussen en de overgangen naar diepere geulen [Ref. 2]. De route gaat ook door gesloten gebieden, zie de paragraaf ecologie en bijlage 1.

Morfologie

Aanleg met een pijplegschip - De aanleg van een pijpleiding langs de route IV - geul route Rottums met een pijplegschip is vanuit morfologisch perspectief een onwenselijk voornemen. De reden hiervoor is de toegangsgeul, die voor de aanleg gegraven moet worden, in de droogvallende platen gelegen tussen Rottemerplaat en Rottemeroog (Schildt en Reepriel). Hiervoor moet in totaal 19 miljoen m^3 worden vergraven (dit is meer dan voor de aanleg van kabels vanwege de baggerwerkzaamheden op het wad). Het aanleggen van een diepe geul door dit gebied verandert de zandplaten in een geul en zou daarom vanuit morfologisch perspectief alleen acceptabel zijn als deze geul na aanleg in zijn geheel wordt gedicht. Gezien de grote volumes zand die hiervoor moeten worden opgeslagen, is een dergelijke aanlegmethode niet aannemelijk. Het aanleggen van een diepe geul door dit gebied verandert de zandplaten in een geul en zou daarom vanuit morfologisch perspectief alleen acceptabel zijn als deze geul na aanleg in zijn geheel wordt gedicht. Gezien de grote volumes zand die hiervoor moeten worden opgeslagen, is een dergelijke aanlegmethode niet aannemelijk. Het verspreiden van het sediment dat vrijkomt bij het graven van de geul voor de aanleg van een leiding langs de route heeft naar verwachting grote gevolgen voor de morfologische ontwikkeling van het omliggende gebied. Afhankelijk van waar het sediment wordt verspreid , kan dit leiden tot het dempen van geulen of het vormen van nieuwe of hogere zandplaten. De natuurlijke ontwikkeling van geulen, platen en kwelders in het gebied zal hierdoor voor langere tijd verstoord zijn. Het verspreiden van het sediment dat vrijkomt bij het graven van de geul voor de aanleg van een leiding langs 'route IV - geul route Rottums' heeft naar verwachting grote gevolgen voor de morfologische ontwikkeling van het omliggende gebied. Afhankelijk van waar het sediment verspreid wordt, kan dit leiden tot het dempen van geulen of het vormen van nieuwe of hogere zandplaten. De natuurlijke ontwikkeling van geulen, platen en kwelders in het gebied zal hierdoor voor langere tijd verstoord zijn.

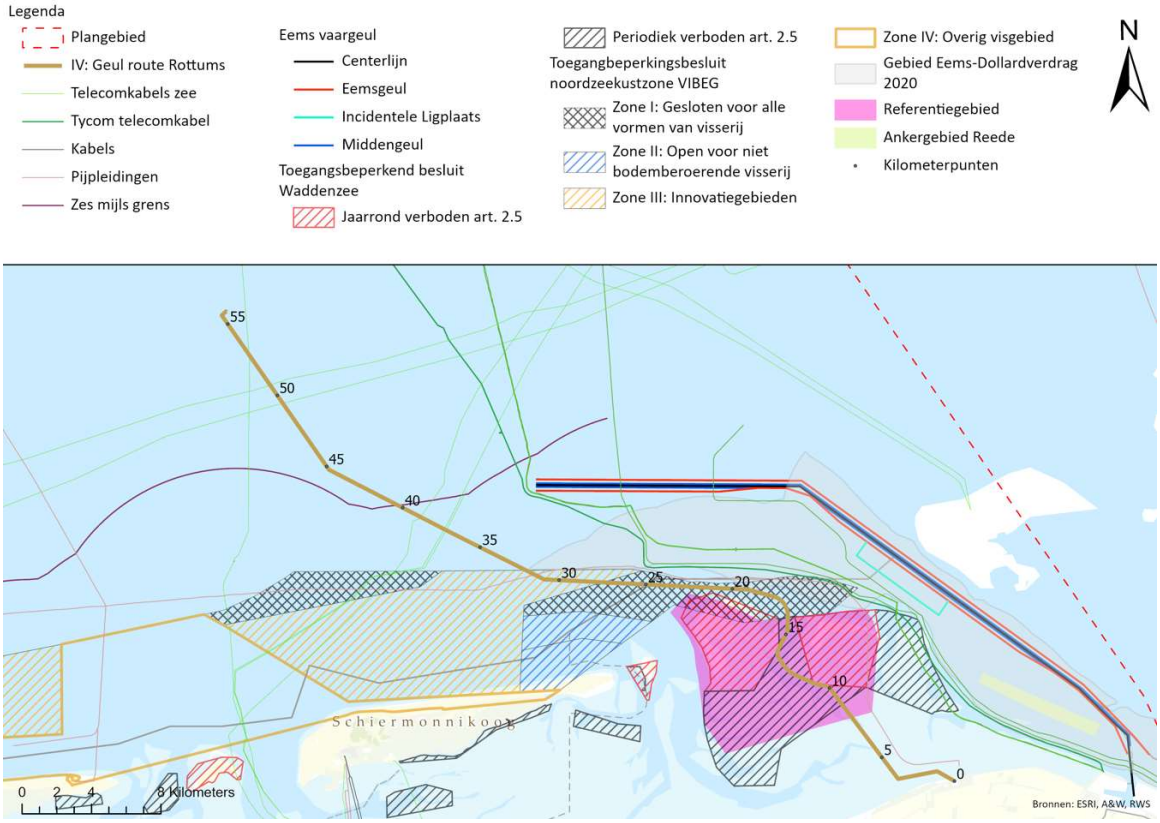
Aanvullend daarop is het vanuit morfologisch perspectief onacceptabel om baggerwerkzaamheden uit te voeren binnen het referentiegebied Rottum, dat Rottumerplaat, Rottumeroog en Zuiderduin inclusief de tussenliggende geulen en platen. Indien in dit gebied baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd, dan wordt de natuurlijke ontwikkeling voor langere tijd (zeker meerdere jaren) verstoord. Daarmee kan het doel van het referentiegebied niet worden gerealiseerd.

Ecologie

Waddenzee

Kenmerken. Route IV gaat in de Waddenzee langs het periodiek gesloten gebied Sparregat-Horsborngat (artikel 2.5) en tussen de permanent gesloten gebieden Rottumeroog en Rottumerplaat door (artikel 2.5, zie Afbeelding 3.6 en bijlage 1, waarbij er mogelijk activiteiten plaatsvinden in de gesloten gebieden). Dit gebied bestaat uit droogvallende platen (habitattype H1140), geulen en kreken.

Afbeelding 3.6 IV - Geul Rottums route



Waarde. Het periodiek gesloten gebied Sparregat-Horsborngat is gesloten in de periode 15 mei – 1 september omdat het een belangrijk foerageergebied is voor vogels en zeehonden en een belangrijk rustgebied voor zeehonden. De permanent gesloten gebieden Rottumeroog en Rottumerplaat zijn belangrijke broed-, rust- en foerageergebieden voor vogels, met hoogwatervluchtplaatsen. Voor habitattype H1140 geldt een behoudsdoelstelling voor het oppervlakte en een verbeterdoelstelling voor de kwaliteit. Typische soorten die op dit habitattype voorkomen zijn mossel, zeegras en diverse worm- en vissoorten.

Effecten kabel. Er dient deels gebaggerd te worden om de kabel aan te kunnen leggen, daarbij vindt vernietiging van habitattype H1140 plaats. Er treedt verstoring op van vogels en zeehonden tijdens alle werkzaamheden, vanaf de mobilisatie tot en met de demobilisatie (gedurende 4 maanden). Daarnaast treedt verstoring op van habitattype H1140, vogels en zeehonden in het deels gesloten gebied tijdens het ingraven van de kabel met een wadtrencher (gedurende meerdere maanden).

Consequenties kabel.

- Het oppervlak en de kwaliteit van habitattype H1140 nemen door het geheel aan verstorende factoren af. De effecten op dit habitattype door de aanleg van de kabel zijn substantieel (1 miljoen m^3 baggeren), significante effecten kunnen daardoor niet worden uitgesloten.
- De hoogwatervluchtplaatsen (HVPs) in het gebied worden jaarrond gebruikt door een groot aantal vogelsoorten. De verstoringsafstand voor HVPs is verschillend per soort maar is maximaal 2 km. Route III ligt op een afstand van minder dan 2 km van HVPs waardoor deze minder of helemaal niet bruikbaar zullen zijn. Significante effecten door de aanleg van de kabel op vogelsoorten die afhankelijk zijn van de HVPs kunnen niet worden uitgesloten.
- Het gebied is belangrijk voor foeragerende vogels, niet-broedvogels kunnen overal in het gebied foerageren en rusten. Dit betekent dat er het gehele jaar sprake kan zijn van effecten door verstoring. Tijdens de broedperiode is het van belang dat broedvogels in de buurt van hun broedgebied voldoende voedsel kunnen vinden. In de periode maart – augustus zijn ze extra kwetsbaar, omdat het succesvol opgroeien van de jongen mede gelinkt is aan het foerageersucces. Significante effecten op foeragerende niet-broedvogels kunnen gedurende het gehele jaar niet worden uitgesloten en op broedvogels in de periode maart-augustus.
- De route gaat vlak langs hotspots van rustende gewone zeehonden (gebieden waar in de periode 2012-2022 veel rustende zeehonden zijn geteld, zie Afbeelding 3-5). De meest gevoelige periode van gewone zeehonden is de voortplantings- en verharingsperiode (mei t/m augustus). Wanneer er in deze periode wordt gewerkt, is met zekerheid sprake van significante verstoring. Gewone zeehonden maken het hele jaar door gebruik van ligplaatsen. Ook als er verstoring optreedt buiten de meest kwetsbare periode kan dit leiden tot significante effecten, omdat het ertoe kan leiden dat de zeehonden de ligplaatsen gaan mijden. Verstoring van deze ligplaatsen kan dus ook buiten de meest gevoelige periode leiden tot significante effecten op het gebiedsgebruik en de omvang van het leefgebied. De zeehonden in dit gebied zijn daarnaast zeer gevoelig voor verstoring, omdat in dit gebied vrijwel geen activiteiten en vaarverkeer plaatsvinden waardoor er geen gewenning is opgetreden. Significante effecten door de aanleg van de kabel op de gewone zeehond kunnen niet worden uitgesloten.

Effecten leiding. Bij het graven van een geul door de wadplaten voor de aanleg van de leiding is er sprake van vernietiging van habitattype H1140 en een toename van de vertroebeling. Daarnaast is er sprake van een langdurige verstoring van vogels en zeehonden. Wanneer er geen geul wordt gegraven maar gebruik wordt gemaakt van HDD om de leiding aan te leggen is er ook sprake van vernietiging van H1140, maar in mindere mate dan bij de eerste aanlegmethode. Daarnaast is er sprake van verstoring van vogels en zeezoogdieren.

Consequenties leiding.

- Het oppervlak en de kwaliteit van habitattype H1140 nemen door het geheel aan verstorende factoren af, waardoor de instandhoudingsdoelstellingen (behoud oppervlak en verbetering kwaliteit) niet worden bereikt. Significante effecten op habitattype H1140 door aanleg van de leiding (graven van een geul) kunnen niet worden uitgesloten. Bij gebruik van HDD is het verstoorde oppervlak kleiner en waarschijnlijk niet significant.
- Het gebied is belangrijk voor foeragerende vogels, niet-broedvogels kunnen overal in het gebied foerageren en rusten. Dit betekent dat er het gehele jaar sprake kan zijn van effecten door verstoring. Tijdens de broedperiode is het van belang dat broedvogels in de buurt van hun broedgebied voldoende voedsel kunnen vinden. In de periode maart – augustus zijn ze extra kwetsbaar, omdat het succesvol opgroeien van de jongen mede gelinkt is aan het foerageersucces. Significante effecten door aanleg van de leiding (graven van een geul en HDD) op foeragerende niet-broedvogels kunnen gedurende het gehele jaar niet worden uitgesloten en op broedvogels in de periode maart-augustus.
- Door de grootschalige vernietiging van habitattype H1140 (bij het graven van een geul) en de toename van de troebelheid door de aanleg van de leiding zal de voedselbeschikbaarheid voor vogels afnemen. Significante effecten door aanleg van de leiding (graven van een geul) op foeragerende niet-broedvogels en broedvogels kunnen gedurende het gehele jaar niet worden uitgesloten.

- De hoogwatervluchtplaatsen (HVPs) in het gebied worden jaarrond gebruikt door een groot aantal vogelsoorten. De verstoringsafstand voor HVPs is verschillend per soort maar is maximaal 2 km. Route III ligt op een afstand van minder dan 2 km van HVPs waardoor deze minder of helemaal niet bruikbaar zullen zijn. Significante effecten door de aanleg van de leiding (bij het graven van een geul en HDD) op vogelsoorten die afhankelijk zijn van de HVPs kunnen niet worden uitgesloten.
- De route gaat vlak langs hotspots van rustende gewone zeehonden (gebieden waar in de periode 2012-2022 veel rustende zeehonden zijn geteld, zie Afbeelding 3-5). De meest gevoelige periode van gewone zeehonden is de voortplantings- en verharingsperiode (mei t/m augustus). Wanneer er in deze periode wordt gewerkt, is met zekerheid sprake van significante verstoring. Gewone zeehonden maken het hele jaar door gebruik van ligplaatsen. Ook als er verstoring optreedt buiten de meest kwetsbare periode kan dit leiden tot significante effecten, omdat het ertoe kan leiden dat de zeehonden de ligplaatsen gaan mijden. Verstoring van deze ligplaatsen kan dus ook buiten de meest gevoelige periode leiden tot significante effecten op het gebiedsgebruik en de omvang van het leefgebied. De zeehonden in dit gebied zijn daarnaast zeer gevoelig voor verstoring, omdat in dit gebied vrijwel geen activiteiten en vaarverkeer plaatsvinden waardoor er geen gewenning is opgetreden. Significante effecten door de aanleg van de leiding (bij het graven van een geul en HDD) op de gewone zeehond kunnen niet worden uitgesloten.

Mitigatie. Het is niet de verwachting dat bovengenoemde significante effecten voldoende gemitigeerd kunnen worden en negatieve effecten kunnen worden uitgesloten. Er zijn geen aanlegtechnieken voorhanden met minder effecten, natuurwaarden kunnen in de meeste gevallen niet vermeden worden en er zal niet geheel buiten de gevoelige periodes gewerkt kunnen worden omdat het aantal soorten dat het gebied gebruikt zeer groot is.

ADC-toets. Wanneer significante effecten niet kunnen worden uitgesloten en mitigatie niet mogelijk is dient een ADC-toets te worden doorlopen. Er zijn meerdere routes nodig om alle kabels en leidingen aan te kunnen leggen, het is dus niet waarschijnlijk dat er alternatieve routes met minder effecten beschikbaar zijn. Compensatie van de significant negatieve effecten is alleen mogelijk als de algehele samenhang van Natura 2000 volledig hersteld wordt[1]. Dat betekent dat de ruimtelijke samenhang van de geulen en platen dient te worden hersteld, het verloren oppervlak aan H1140 moet worden gecompenseerd en de kwaliteit van H1140 moet worden hersteld. Een groot deel van de effecten wordt veroorzaakt door verstoring, ook dit effect moet worden gecompenseerd. Compensatie van de effecten wordt niet mogelijk geacht omdat:

- Bij het graven van een geul voor de leiding. De ruimtelijke samenhang tussen platen en geulen kan niet kunstmatig worden terug gebracht op deze locatie omdat de geul die wordt gegraven voor de aanleg van een leiding zodanig groot is dat het sediment zich anders zal gedragen en het gebied morfologisch gezien er anders uit zal zien.
- Bij het graven van een geul voor de leiding. Dat betekent ook dat het vernietigde oppervlak van H1140 niet kan worden terug gebracht en dat de kwaliteit niet kan worden hersteld. Het is ook niet mogelijk om dit op een andere locatie in de Waddenzee te doen omdat deze geheel uit beschermde habitattypen bestaat waarvoor al een doelstelling geldt. Buiten de Waddenzee is het niet mogelijk om hetzelfde habitat te creëren vanwege de afwezigheid van de benodigde hydromorfologische omstandigheden.
- Bij het graven van een geul en HDD voor de leiding en aanleg kabel. Om de effecten van de verstoring van vogels en zeehonden te compenseren zou een vergelijkbaar gebied gesloten moeten worden. Vanwege het unieke karakter van dit gebied (een groot aantal soorten maakt gebruik van het gebied door de morfologie en het gesloten karakter) is dit niet mogelijk binnen en buiten de Waddenzee.

Conclusie

Significant negatieve effecten door de aanleg van kabels en leidingen in de Waddenzee en Noordzeekustzone kunnen niet worden uitgesloten. Mitigatie van de effecten in de Noordzeekustzone is waarschijnlijk mogelijk. Mitigatie en compensatie van deze effecten zijn in de Waddenzee niet volledig mogelijk. De route wordt daarom niet vergunbaar geacht voor zowel de kabel als de leidig en niet verder onderzocht in dit Programma.

[1] https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/NL_art_6_guide_jun_2019.pdf

3.4 V – Boschgat route

3.4.1 Toelichting op kritische werkzaamheden

Deze alinea licht de werkzaamheden toe waarvan de effecten ertoe leiden dat deze route niet vergunbaar wordt geacht.

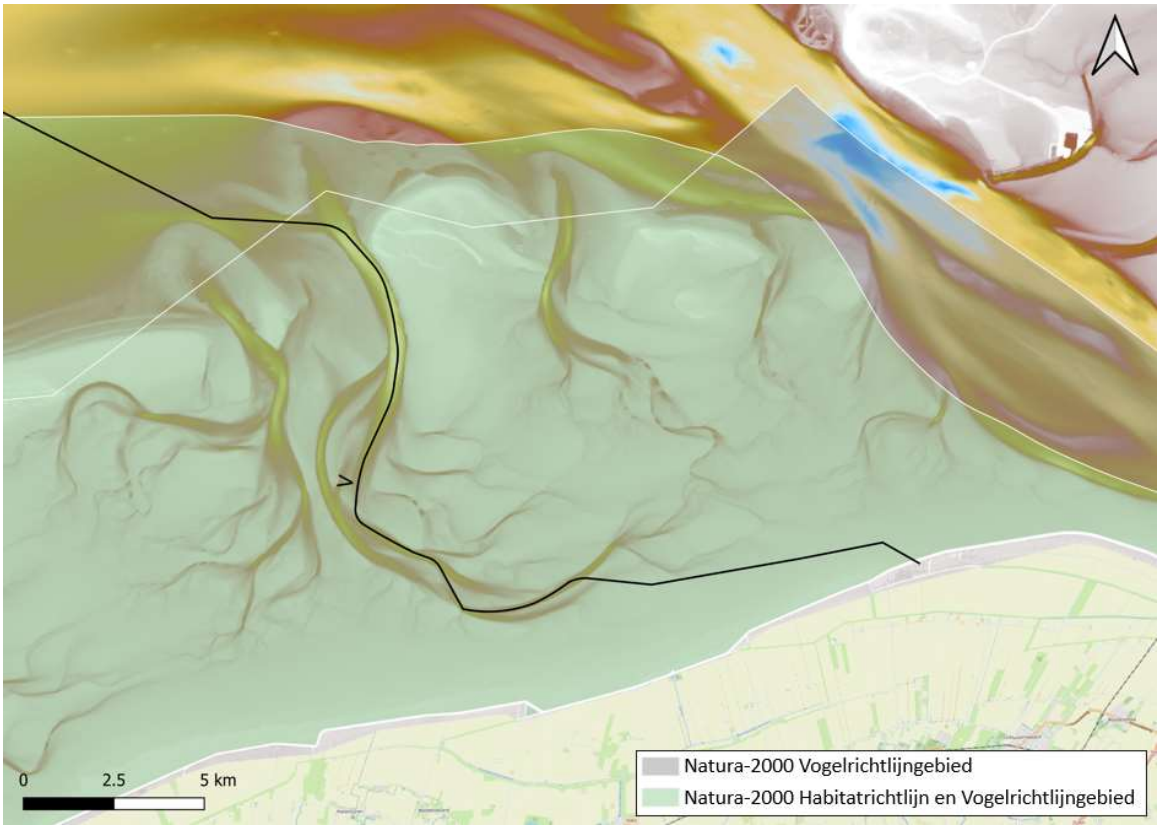
Vanwege het materieel dat nodig is voor de installatie van leidingen is een bepaalde minimale waterdiepte nodig. Om deze waterdiepte te behalen wordt de wadplaat ten zuiden van Rottumerplaat en Rottumeroog en de buitendelta's ten noorden van Rottumerplaat en Rottumeroog vergraven en wordt de Boschgat getijdegeul verbreed en verdiept. De benodigde waterdiepte is afhankelijk van het type materieel dat wordt ingezet. Er wordt hier materieel ingezet dat zich voortbeweegt met ankers. Hiervoor is een waterdiepte van LAT -6 m vereist. Voor de toegang van het materieel langs de route worden baggerwerkzaamheden uitgevoerd. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig is voor het schip zijn als volgt: een bodemhoogte van LAT -6 m over een breedte van 60 m, met een talud van 1:7. Hieruit volgt een totaal baggervolume van circa 21 miljoen m^3 (zonder aanzanding), hiervan komt circa 15 miljoen m^3 uit de wadplaten en circa 6 miljoen m^3 uit het Boschgat.

3.4.2 Onderbouwing voor route trechtering

Inleiding

De droogvallende platen, waar de route doorheen loopt, maken onderdeel uit van het Vogel- en Habitatrichtlijngebied Waddenzee (Natura 2000-gebied). Een kernopgave van dit gebied is: "behoud of herstel van de ruimtelijke samenhang tussen geulen, platen en kwelders (of schorren) en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen" [Ref. 3]. De Waddenzee is het belangrijkste gebied voor het habitattype slik- en zandplaten, getijdengebied (H1140 subtype A) in Nederland. Wat de kwaliteit betreft is enerzijds het behoud van de morfologische variatie van belang (de afwisseling tussen platen met een verschillende hoogteligging, mate van dynamiek en sedimentsamenstelling) en anderzijds de overgangen daartussen en de overgangen naar diepere geulen [Ref. 2]. De route gaat ook door gesloten gebieden, zie de paragraaf ecologie en bijlage 1.

Afbeelding 3-7 V – Boschgat route (V) in het Vogel- en Habitatrichtlijngebied (lichtgroen) dat onderdeel uitmaakt van het Natura 2000-gebied Waddenzee

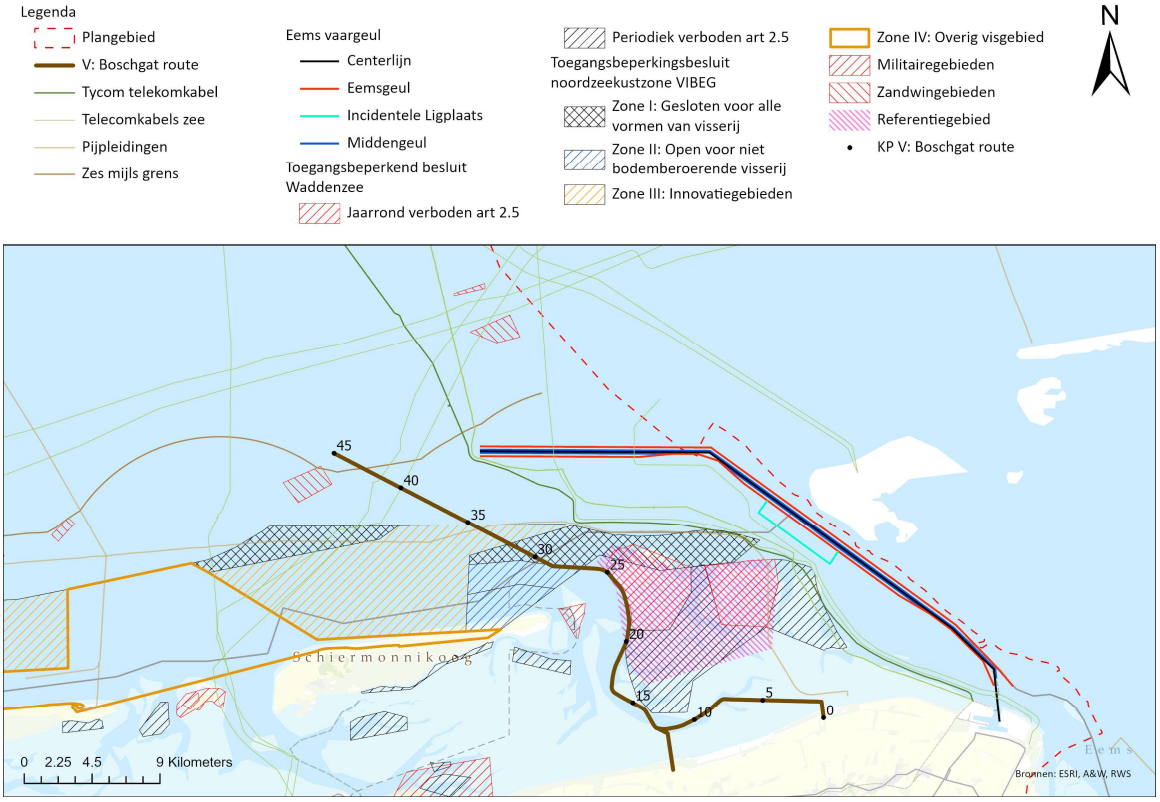


Ecologie

Waddenzee

Kenmerken. Route V gaat in de Waddenzee vlak langs het periodiek gesloten gebied Sparregat-Horsborngat en het permanent gesloten gebied Rottumerplaat (artikel 2.5, zie Afbeelding 3.8). Dit gebied bestaat uit droogvallende platen (habitattype H1140), geulen en kreken.

Afbeelding 3.8 Routeontwerp leiding, V - Boschgat route



Waarde. Het permanent gesloten gebied Rottumerplaat is een belangrijk broed-, rust- en foerageergebied voor vogels, met hoogwatervluchtplaatsen. Voor habitattype H1140 geldt een behoudsdoelstelling voor het oppervlakte en een verbeterdoelstelling voor de kwaliteit. Typische soorten die op dit habitattype voorkomen zijn mossel, zeegras en diverse worm- en vissoorten.

Effecten leiding. Bij de aanleg van een leiding vindt significante vernietiging plaats habitattype H1140 en de bodemdieren, schelpdierbanken en zeegrasvelden die zich daar bevinden. Daarnaast treedt er een toename op van de troebelheid. Ook vindt er verstoring plaats van vogels.

Consequenties.

- Het oppervlak en de kwaliteit van habitattype H1140 nemen door het geheel aan verstorende factoren af, waardoor de instandhoudingsdoelstelling (behoud oppervlak en verbetering kwaliteit) niet wordt bereikt. Significante effecten op habitattype H1140 door aanleg van de leiding kunnen niet worden uitgesloten.
- In het MER van Ten Noorden van de Wadden is aangegeven dat de aanlegwerkzaamheden van Vierverlaten oost bij Rottumeroog (vergelijkbaar met route V) leiden tot grote omvang en duur van vertroebeling die leidt tot negatieve effecten op de kwaliteit van habitattypen H1110 en H1140 en op schelpdieren, die de basis van de voedselketen vormen in de Waddenzee. In het kader van instandhoudingsdoelstellingen voor deze habitattypen, die gericht zijn op verbetering van de kwaliteit kunnen significante effecten voor deze route niet worden uitgesloten. Het volume dat voor route V moet worden gebaggerd is groter dan dat voor Vierverlaten oost. Dat betekent dat significante effecten van route V op H1110 en H1140 zeker niet kunnen worden uitgesloten.
- Door de grootschalige vernietiging van habitattype H1140 door de toename van de troebelheid (zie vorige bullets) door de aanleg van de leiding zal de voedselbeschikbaarheid voor vogels afnemen. Significante effecten door de aanleg van de leiding op vogelsoorten kunnen niet worden uitgesloten.

Mitigatie. Het is niet de verwachting dat bovengenoemde significante effecten voldoende gemitigeerd kunnen worden en negatieve effecten kunnen worden uitgesloten. Er zijn geen aanlegtechnieken voorhanden met minder effecten, natuurwaarden kunnen in de meeste gevallen niet vermeden worden en er zal niet geheel buiten de gevoelige periodes gewerkt kunnen worden omdat het aantal soorten dat het gebied gebruikt zeer groot is.

ADC-toets. Wanneer significante effecten niet kunnen worden uitgesloten en mitigatie niet mogelijk is dient een ADC-toets te worden doorlopen. Er zijn meerdere routes nodig om alle leidingen aan te kunnen leggen, het is dus niet waarschijnlijk dat er alternatieve routes met minder effecten beschikbaar zijn. Compensatie van de significant negatieve effecten is alleen mogelijk als de algehele samenhang van Natura 2000 volledig hersteld wordt[1]. Dat betekent dat de ruimtelijke samenhang van de geulen en platen dient te worden hersteld, het verloren oppervlak aan H1140 moet worden gecompenseerd en de kwaliteit van H1140 moet worden hersteld. Een groot deel van de effecten wordt veroorzaakt door verstoring, ook dit effect moet worden gecompenseerd. Compensatie van de effecten wordt niet mogelijk geacht omdat:

- De ruimtelijke samenhang tussen platen en geulen kan niet kunstmatig worden terug gebracht op deze locatie omdat de geul die wordt gegraven voor de aanleg van een leiding zodanig groot is dat het sediment zich anders zal gedragen en het gebied morfologisch gezien er anders uit zal zien.
- Dat betekent ook dat het vernietigde oppervlak van H1140 niet kan worden terug gebracht en dat de kwaliteit (die is afgenomen door een verhoogde vertroebeling) niet kan worden hersteld. Het is ook niet mogelijk om dit op een andere locatie in de Waddenzee te doen omdat deze geheel uit beschermde habitattypen bestaat waarvoor al een doelstelling geldt. Buiten de Waddenzee is het niet mogelijk om hetzelfde habitat te creëren vanwege de afwezigheid van de benodigde hydromorfologische omstandigheden.

Conclusie

Significant negatieve effecten door de aanleg leidingen kunnen niet worden uitgesloten. Mitigatie en compensatie van de effecten zijn in de Waddenzee niet volledig mogelijk. De route wordt daarom niet vergunbaar geacht voor zowel de kabel als de leidig en niet verder onderzocht in dit Programma.

[1] https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/NL_art_6_guide_jun_2019.pdf

4

CONCLUSIE

Onderstaande tabel toont een overzicht met routes die niet worden opgenomen in Baseline 2 en daarmee niet worden meegenomen in de effectenstudies.

Tabel 4.1 Overzicht van routes die niet worden opgenomen in Baseline 2

kabels/leidingen	getrechterde routes	Toelichting op morfologische en ecologische effecten
Leidingen	I - Meeuwenstaart route	te verwachten morfologische en ecologische effecten veroorzaakt door de doorgraving van de Meeuwenstaart
Kabels		
Leidingen	III - Horsborngat route	te verwachten ecologische effecten veroorzaakt door vernietiging van H1140 en verstoring van vogels en zeehonden
Kabels		
Leidingen	IV- Geul Rottums route	te verwachten ecologische effecten veroorzaakt door vernietiging van H1140 en verstoring van vogels en zeehonden
Kabels		
Leidingen	V - Boschgat route	te verwachten ecologische effecten veroorzaakt door vernietiging van H1140 en vertroebelingseffecten die worden veroorzaakt door baggerwerkzaamheden in het Boschgat

5

REFERENTIES

1 Arcadis (2013) Hydromorfologisch Eems-Dollard estuarium. Achtergrondstudie t.b.v. MER Vaarweg Eemshaven. 077141772:D - Definitief, B02047.000031.0100.

2 Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2008) Definitief Aanwijzingsbesluit Natura 2000-gebied Waddenzee. DRZO/2008-001.

3 Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2006), Natura 2000 Doelendocument, juni 2006, versie 1.1.

4 Witteveen+Bos (2020) Milieueffectenrapportage Net op zee Ten noorden van de Waddeneilanden. 22 mei 2020.

BIJLAGE

Nr.	Gebied	Beschermingsegime	Route			Gesloten periode	Restricties	Functie	Soortgroep
			III	IV	V				
1	Rottum oost - Zone 1	VIBEG-gebied	X	X		permanent	Gesloten voor alle vormen van visserij.	• rustgebied • foerageer-gebied	• vogels • vogels, zeezoog-dieren
2	Schiermonnikoog - Zone 2	VIBEG-gebied			X	permanent	Gesloten voor bodemberoeren de visserij. Open voor andere vormen van visserij.	• rustgebied • foerageer-gebied	• vogels • vogels, zeezoog-dieren
3	Schiermonnikoog - Zone 3	VIBEG-gebied	X	X		permanent	Gesloten voor bodemberoeren de visserij. Open voor het testen van innovatieve technieken.	• rustgebied • foerageer-gebied	• vogels • vogels, zeezoog-dieren
4	Rottumeroog	Wnb Artikel 2.5	X	X		permanent*	Gesloten voor alle activiteiten	• hoogwater vlucht-plaatsen • broed-gebied • foerageer-gebied • rustgebied	• vogels
5	Rottumerplaat	Wnb Artikel 2.5		X	X	permanent*	Gesloten voor alle activiteiten	• rustgebied • foerageer-gebied • broed-gebied • pupperiode	• vogels
6	Boschwad-Schild	Wnb Artikel 2.5		X	X	15 mei – 1 september*	Gesloten voor alle activiteiten	• verharings-periode • foerageer-gebied • pupperiode	• gewone zeehond • vogels, zeezoog-dieren • gewone zeehond
7	Sparregat-Hors-bornzand	Wnb Artikel 2.5	X			15 mei – 1 september*	Gesloten voor alle activiteiten.	• verharings-periode • foerageer-gebied	• gewone zeehond • vogels, zeezoog-dieren

BIJLAGE: GEBIEDSANALYSE EN ALTERNATIEVENONTWIKKELING ONSHORE WATERSTOFROUTES

PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

Gebiedsanalyse en alternatievenontwikkeling onshore waterstofroutes

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

24 OKTOBER 2023

Witteveen + Bos

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Project	Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) - Eemshaven
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Titel	Gebiedsanalyse en alternatievenontwikkeling onshore waterstofroutes
Organisatie	WBO - Witteveen+Bos
Werkpakket	4.4 Notitie Routeontwerp
Onderdeel	LAN - Land
Soort	RP - Report
Discipline	MR - MER
Status	S0 - WIP
Voortgangspercentage	90%
Projectnummer	BI9148
Document Referentie	BI9148-WBO-4.4-LAN-RP-MR-053627
Datum	24 oktober 2023

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Postbus 24087
3511 SW Utrecht
Nederland
www.witteveenbos.com

Royal HaskoningDHV Nederland B.V.
Postbus 1132
3818 EX Amersfoort
Nederland
www.royalhaskoningdhv.nl

INHOUDSOPGAVE

1 AANLEIDING EN DOEL 5

1.1 Aanleiding 5
1.2 Doel 6
1.3 Lijst met begrippen 7

2 PLANGEBIED 9

3 METHODE 11

3.1 Werkwijze ontwikkeling routes 11
3.2 Aannames routeontwikkeling 11
3.2.1 Aanlandingszones 12
3.2.2 Aansluitpunten 13
3.3 Ruimtebeslag projectonderdelen 15
3.4 Traceerprincipes routes 16

4 GEBIEDSANALYSE 17

4.1 Wonen en werken 17
4.2 Infrastructuur 18
4.3 Water 19
4.4 Natuur 20
4.5 Archeologie en aardkunde 21
4.6 Veiligheid 22

5 ROUTEONTWIKKELING 24

5.1 Omschrijving routes 24
5.1.1 Ameland Wantij 24
5.1.2 Zoutkamperlaag 26
5.1.3 Schiermonnikoog Wantij 27
5.1.4 Ten Westen van de Eemshaven 29
5.2 Stationslocaties 31
5.3 Samenvatting waterstofroutes 32

5.4 Onderzoeksgebied MER 33

6 AANLEGTECHNIEK VAN WATERSTOFROUTES 34

6.1 Uitgangspunten 34
6.2 Gestuurde boring per aanlandingszone 34
6.3 Ameland Wantij 35
6.4 Zoutkamperlaag 36
6.5 Schiermonnikoog Wantij 37
6.6 Ten westen van de Eemshaven 38

Laatste pagina 39

Bijlage(n) Aantal pagina's

1

AANLEIDING EN DOEL

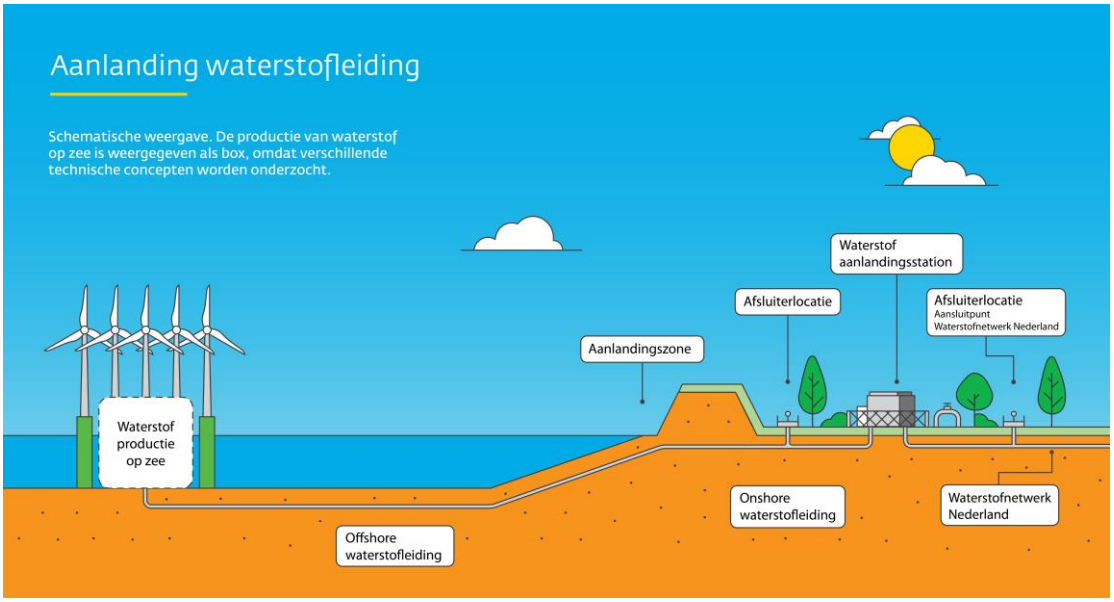
Voorliggend document is een bijlage van de notitie routeontwikkeling deel II en beschrijft de totstandkoming (en onderbouwing) van de waterstofroutes op land. Dit inleidende hoofdstuk (hoofdstuk 1) beschrijft de aanleiding en het doel van dit rapport. Hoofdstuk 2 beschrijft het plangebied waarbinnen naar de waterstofroutes is gezocht. Hoofdstuk 3 beschrijft de methode waarmee binnen het plangebied naar routes is gezocht. Hoofdstuk 4 beschrijft een gebiedsanalyse van het plangebied. Hoofdstuk 5 onderbouwt de routeontwikkeling en omschrijft de ontwikkelde waterstofroutes op basis van de methode in hoofdstuk 3 en de gebiedsanalyse van hoofdstuk 4. Ten slotte beschrijft hoofdstuk 6 de aanlegmethodes voor waterstofleidingen op land.

1.1 Aanleiding

Het Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven (hierna: PAWOZ) onderzoekt en prioriteert verschillende routes voor het transporteren van energie van windparken op zee naar aansluitpunten op land. Deze routes bestaan uit elektriciteitskabels en/of waterstofleidingen. Daarom wordt de aansluiting gezocht op het landelijke hoogspanningsnet en/of op het Waterstofnetwerk Nederland in Eemshaven.

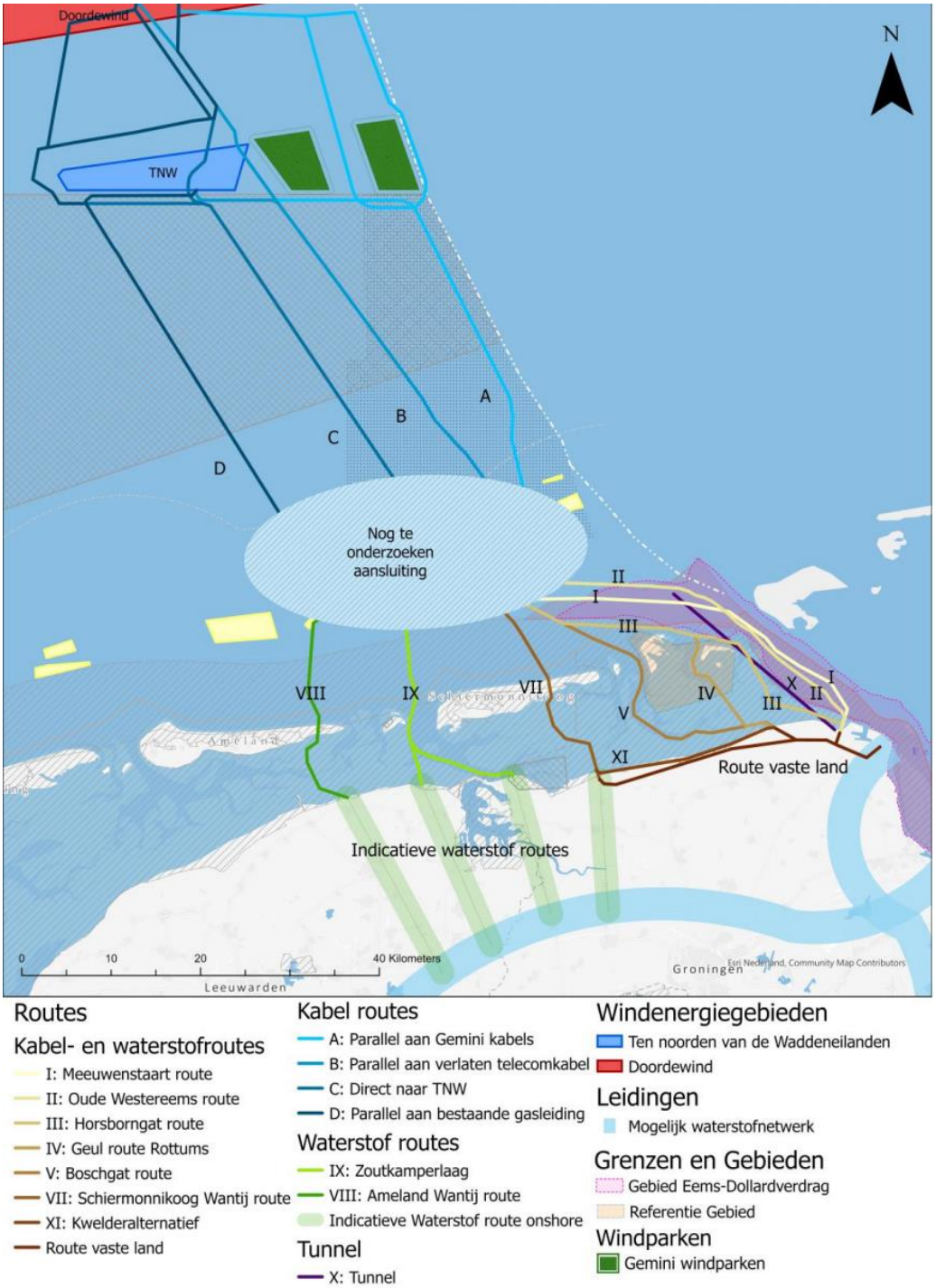
De waterstofleidingen lopen vanaf de windparken op zee tot aan het onshore Waterstofnetwerk Nederland. De offshore waterstofleidingen liggen tussen het platform op zee en de afsluiterlocatie. De onshore waterstofleiding beginnen op de afsluiterlocatie . De zone waar de offshore waterstofleidingen het land op komen is het aanlandingszone, zie onderstaande afbeelding.

Afbeelding 1.1 Schematisch overzicht onderdelen waterstofleidingen en bijbehorende infrastructuur



Afbeelding 1.2 toont verschillende kabel en leidingroutes zoals in de NRD ingetekend. Voor de waterstofleidingen op land zijn alleen ‘groene vingers’ ingetekend in de NRD. In dit document zijn deze groene waterstofroutes verder uitgewerkt.

Afbeelding 1.2 Routes uit de NRD van PAWOZ



1.2 Doel

Het doel van PAWOZ is om energie van windparken op zee aan te sluiten op het netwerk op land. Dit kan het hoogspanningsnetwerk van TenneT zijn (voor elektriciteit) of het Waterstofnetwerk Nederland van

Gasunie (voor waterstof). Voor deze aansluiting worden routes onderzocht waar voldoende fysieke- en milieuruimte is om kabels en/of leidingen aan te leggen. Deze routes lopen tussen de toekomstige windparken op zee, door het Waddengebied via de Waddenkust naar het landelijke hoogspanningsnet en/of het Waterstofnetwerk Nederland op het vasteland. De windparken TNW en Doordewind zijn volgens planning in 2031 operationeel. Dat betekent dat de aansluiting op het netwerk in 2031 gereed moet zijn. PAWOZ kijkt verder dan alleen deze windparken en onderzoekt ook aansluitingen op andere toekomstige windparken. PAWOZ resulteert in een programma waarin routes worden geprioriteerd. Deze prioritering is op basis van (milieu)informatie uit het milieueffectrapport (MER) en de Integrale Effectenanalyse (IEA). De routes die in het MER worden onderzocht zijn onderbouwd en uitgewerkt in de notitie routeontwikkeling. Deze notitie is een bijlage aan de notitie route ontwikkeling.

Het doel van voorliggend document is om de waterstofroutes op land verder uit te werken tot op hetzelfde detailniveau van offshore routes en onshore elektriciteitskabels. Daarmee ontstaan onderbouwde routes die met besluitvormers en bewoners gedeeld worden. Zij worden in de gelegenheid gesteld om vragen te stellen en met ideeën of alternatieve opties van (deel tracés) te komen. De onshore waterstofroutes worden samen met de andere routes onderzocht op verschillende thema's in het MER.

1.3 Lijst met begrippen

Tabel 1.1 bevat een lijst met termen die in dit document gebruikt worden.

Tabel 1.1 Lijst met begrippen

Term	Definitie
Aanlandingszone	Zone waar de kabels voor elektriciteitstransport en waterstofleidingen voor waterstoftransport op zee aan het vaste land komen en de (primaire) zeewering kruisen.
Aansluitpunt	Punt van een (bestaand) hoogspanningsstation of het Waterstofnetwerk Nederland waarop respectievelijk kabels voor elektriciteitstransport of waterstofleidingen worden aangesloten.
Afsluiterlocatie	Omheinde installaties waar bedienbare afsluiters zitten die de gasstroom in de ondergrondse leiding kunnen regelen.
Gasunie	Gasunie is een netwerkbedrijf voor energie. Via Hynetwork Services (een 100% dochteronderneming van Gasunie) ontwikkelt Gasunie het waterstofnetwerk op land, Waterstofnetwerk Nederland. En Gasunie maakt zich klaar om ook het waterstofnetwerk op zee te ontwikkelen.
Route	Een mogelijke ligging voor de elektriciteitskabels en/of waterstofleidingen van het platform in een windenergiegebied naar een aansluitlocatie op het landelijk hoogspannings- en/of waterstofnetwerk.
Waterstof	Waterstof is een veelvoorkomend chemisch element. Waterstof is een energiedrager, dat betekent dat duurzaam opgewekte elektriciteit wordt omgezet naar waterstof in gasvorm. Dit kan opgeslagen en via leidingen getransporteerd worden, vergelijkbaar met aardgas. Waterstof heeft een belangrijke rol in de energietransitie en kan gebruikt worden voor bijvoorbeeld zware industrie, brandstof voor grote voertuigen of energieopslag.
Waterstof aanlandingsstation	Dit station bevat de noodzakelijke functies voor het invoeden van waterstof op het Waterstofnetwerk Nederland. Deze functies zijn nog niet vastgesteld. Voorbeelden zijn het meten en eventueel regelen van

	de druk, meten van de kwaliteit van het waterstofgas en faciliteiten die nodig zijn om de leiding intern te kunnen inspecteren.
Waterstofleiding	Leidingen waarin waterstofgas kan worden getransporteerd. Dit kunnen hergebruikte leidingen zijn of nieuw aan te leggen leidingen.
Waterstofnetwerk Nederland	Het netwerk van waterstofleidingen door Nederland die ontwikkeld en beheerd worden door Gasunie dochter HyNetwork Services (HNS). Dit netwerk is nog in ontwikkeling en zal bestaan uit nieuw aan te leggen leidingen en het (her-)gebruik van bestaande leidingen. De waterstofleidingen van PAWOZ-Eemshaven sluiten aan op het noordelijke deel van dit te ontwikkelen netwerk (Waterstofnetwerk Groningen).

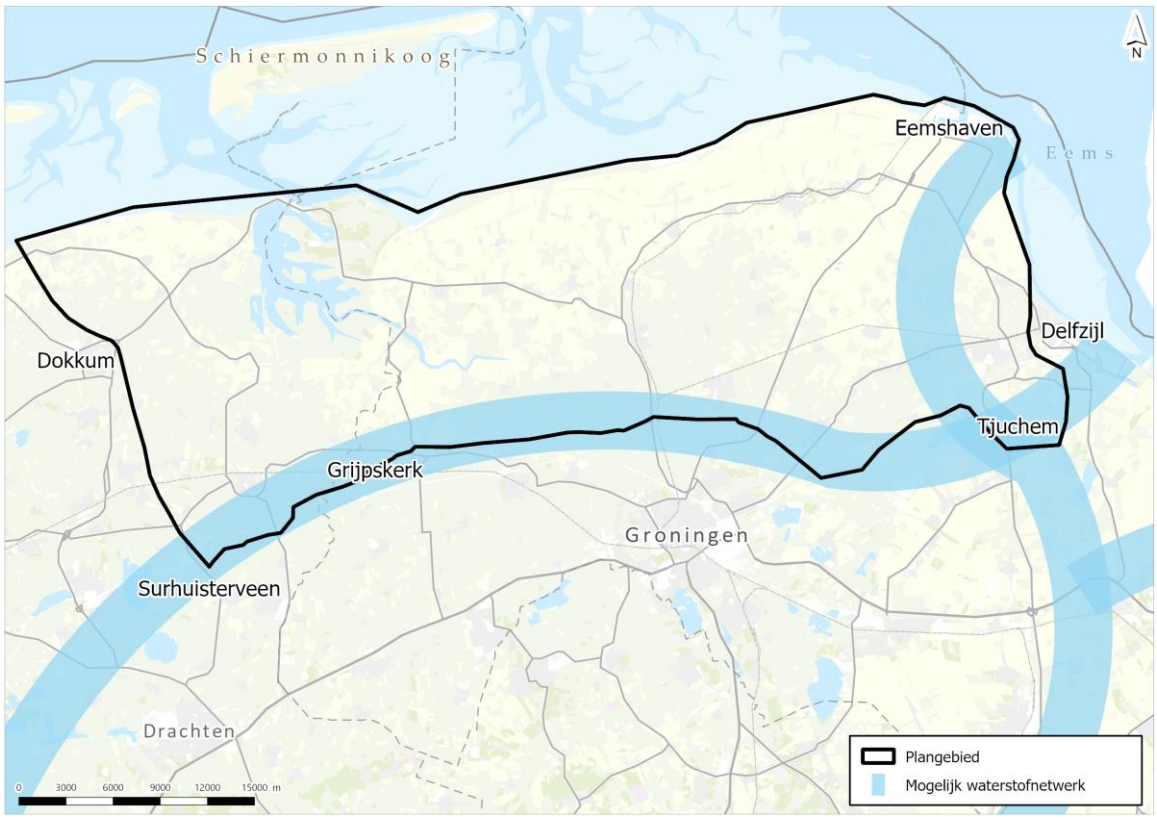
2

PLANGEBIED

Afbeelding 2.1 geeft het plangebied (het gebied waarbinnen naar oplossingen wordt gezocht) weer voor de onshore waterstofroutes voor PAWOZ. De blauwe stroken geven aan waar mogelijk het Waterstofnetwerk Nederland wordt ontwikkeld, waar de waterstofleidingen van PAWOZ op aansluiten. Als onderdeel van het Waterstofnetwerk Nederland wordt het Waterstofnetwerk Groningen gerealiseerd. Waterstofnetwerk Groningen komt tussen Eemshaven - Tjuchem - Delfzijl te liggen en voor 2031 operationeel. Afbeelding 2.1 laat vanaf de Eemshaven via Tjuchem naar het zuidwesten een mogelijk waterstofnetwerk zien. Deze route loopt naar het Noordzeekanaalgebied en verder. Dit heet de IJsselmeerroute. De IJsselmeerroute wordt na 2030 gerealiseerd. Voor PAWOZ is het uitgangspunt dat de IJsselmeerroute komt te liggen in de SVB-strook (Structuurvisie Buisleidingen - Dit is ruimte die de Rijksoverheid heeft gereserveerd voor buisleidingen om gevaarlijke stoffen te transporteren.).

Het plangebied voor PAWOZ wordt begrensd door de kust in het noorden en oosten tot aan Tjuchem en Delfzijl. Het plangebied loopt oostelijker dan de indicatieve blauwe stroken van het Waterstofnetwerk Groningen. Daarom wordt de kust tot aan Delfzijl gevolgd en ligt de grens tussen Delfzijl en Appingedam. Oostelijker is zodanig veel bebouwing van Delfzijl dat hier geen ruimte is voor de PAWOZ routes.

Afbeelding 2.1 Onshore plangebied voor PAWOZ waterstofroutes



Het zuiden van het plangebied loopt boven Groningen stad langs tot Surhuisterveen en ligt, met 500 m afstand, parallel aan de eerder genoemde SVB-strook. Het uitbreiden van het plangebied brengt de belemmeringen daar al in kaart. Bij Tjuchem liggen de bestaande buisleidingen van de SVB-strook noordelijker dan de indicatieve blauwe strook weergeeft (zie bijvoorbeeld afbeelding 5.2). Het plangebied wijkt hier af omdat de Waterstofnetwerk Nederland zeer waarschijnlijk niet zo zuidelijk komt te liggen. Vanaf Surhuisterveen loopt de grens van het plangebied richting het noorden. Deze blijft ten oosten van de woonkernen van Dokkum.

Het gebied ten westen van Dokkum is niet meegenomen om de volgende redenen:

- het Waterstofnetwerk Nederland buigt af naar het zuidwesten bij Burgum. Dit betekent dat de routes voor waterstofleidingen die in het noorden aanlanden relatief langer zijn dan de mogelijkheden verder naar het oosten. Dit wijkt af van het uitgangspunt van het volgen van een zo kort mogelijke route;
- in PAWOZ is de Eemshaven gekozen als uitgangspunt voor het aansluiten van de waterstofleidingen. Verder onderzoek ten westen van Dokkum gaat tegen deze beslissing in;
- het gebied ten zuiden en westen van Dokkum kent veel dorpen en lintbebouwing waardoor er meer interactie is met woningen. Tussen Damwâld en Rinsumageast kan op weinig locaties worden voldaan aan de benodigde ruimte voor de werkstrook van de waterstofleidingen. Om deze lintbebouwing te vermijden zou de route meer dan 3 km naar het westen moeten worden verplaatst;
- in het algemeen zijn er meer ruimtelijke belemmeringen aanwezig ten zuiden en westen van Dokkum vergeleken met het eerder onderzochte zoekgebied ten oosten van Dokkum, waardoor de waterstofroutes relatief complex zouden worden;
- in het midden van het gebied liggen een paar veen- en moerasgebieden die onder het Natuurnetwerk Nederland vallen. Deze kunnen niet vermeden worden waardoor hier een boring nodig zou zijn. Dit is een ingewikkeldere techniek en daarmee een duurder alternatief, waar wel andere alternatieven mogelijk zijn. Het Burgemer Mar en nabijgelegen natuurgebied in het zuiden beperken de mogelijkheden voor de route in dit onderdeel van het gebied;
- de routes ten westen van Dokkum lossen geen planologische belemmeringen op die de oostelijke routes hebben. De westelijke routes zijn langer, kruisen natuurgebieden over een langere afstand, lopen in drukker woongebied en gaan door grondwaterbeschermingsgebied. Daarnaast hebben ze geen duidelijke, positieve onderscheidende eigenschappen ten opzichte van de routes ten oosten van Dokkum.

3

METHODE

Leeswijzer hoofdstuk 3
Dit hoofdstuk beschrijft de werkwijze en uitgangspunten die zijn gehanteerd bij het ontwikkelen van de routes voor de onshore waterstofleidingen binnen het plangebied van het project PAWOZ. Paragraaf 3.1 beschrijft de werkwijze om routes te ontwikkelen. Paragraaf 3.2 beschrijft de aannames voor de routeontwikkeling en paragraaf 3.3 beschrijft het ruimtebeslag van de projectonderdelen. Paragraaf 3.4 somt de traceerprincipes van de routes op.

3.1 Werkwijze ontwikkeling routes

De waterstofroutes op land zijn tot stand gekomen in de volgende drie stappen:
1 het plangebied is begrensd door natuurlijke barrières (zoals de zee), bebouwde gebieden (Delfzijl, Groningen, Dokkum), de aanlandingszones en de verwachte locatie van het Waterstofnetwerk;
2 binnen het plangebied zijn relevante belemmeringen in kaart gebracht. Dit zijn belemmeringen voor zowel de waterstofleidingen als het waterstof aanlandingsstation. Voor deze gebiedsanalyse zijn veiligheidsaspecten, milieuaspecten, wonen en werken en bestaande infrastructuur meegenomen;
3 op basis van de belemmeringen, het ruimtebeslag, aannames en traceerprincipes zijn onderscheidende routes ontwikkeld. Deze routes zijn weergegeven met een strook van totaal 500 m breed. Deze 500 m brede strook biedt ruimte om te optimaliseren op basis van de bevindingen in het MER. Binnen deze 500 m worden de milieueffecten onderzocht om de routes te detailleren in het planMER.

Breedte van de routes
De voorgestelde waterstofroutes op land zijn 500 m breed weergegeven (250 m aan weerszijde). De routes worden in het MER onderzocht met deze breedte. De totstandkoming van deze breedte is toegelicht in hoofdstuk 17.3 in de NRO deel II. Op basis van de uitkomsten van het MER worden deze routes geoptimaliseerd. Het uitgangspunt is om zo dicht mogelijk tegen bestaande infrastructuur te bundelen. Mocht het nodig zijn vanuit het MER om hiervan af te wijken dan is de aanname dat 500 m voldoende ruimte om hierin te optimaliseren.

3.2 Aannames routeontwikkeling

Voor de routeontwikkeling op land gelden de volgende aannames:
- de onshore waterstofroutes liggen tussen de afsluiterlocatie en het Waterstofnetwerk Nederland (zie afbeelding 1.1);
- eén route heeft maximaal 3 waterstofleidingen of maximaal drie3 routes hebben maximaal elk één waterstofleiding;
- wanneer op één route meerdere waterstofleidingen mogelijk blijken dan worden deze drie waterstofleidingen gefaseerd in tijd aangelegd;
- de onshore waterstofroutes sluiten aan op het Waterstofnetwerk Nederland (tussen Grijpskerk en Tjuchem) of het Waterstofnetwerk Groningen (tussen Tjuchem en de Eemshaven);
- het Waterstofnetwerk Nederland komt in één van de blauwe stroken in afbeelding 3.1;
- het Waterstofnetwerk Nederland is gerealiseerd voordat PAWOZ daar leidingen op aansluit;

- het Waterstofnetwerk Nederland heeft capaciteit om maximaal 3 waterstofleidingen op aan te sluiten;
- de onshore waterstofleidingen kunnen overal op het Waterstofnetwerk Nederland aansluiten;
- het aansluitpunt op het Waterstofnetwerk Nederland wordt om deze reden niet meegenomen als mogelijke belemmering in de routeontwikkeling;
- in de routeontwikkeling is rekening gehouden met mogelijke locaties voor het waterstof aanlandingsstation;
- de afsluiterlocatie is voldoende klein dat deze niet maatgevend is voor de routeontwikkeling.

De ontwikkeling van het Waterstofnetwerk Nederland is een apart project en ligt daarmee buiten de scope van dit document.

3.2.1 Aanlandingszones

Deze notitie beschouwt alleen de waterstofroutes op land. De waterstofroutes op land zijn ontwikkeld op basis van de punten waartussen ze komen te liggen, namelijk de aanlandingszones en aansluitpunten. De aanlandingszones uit de NRD vormen de basis voor de waterstofroutes. Tabel 3.1 toont deze aanlandingszones (van west naar oost) met de bijbehorende offshore waterstofroutes. Het onderliggende document (de Notitie Routeontwikkeling) toont de routes die zijn afgevallen omdat ze niet uitvoerbaar en/of vergunbaar zijn.

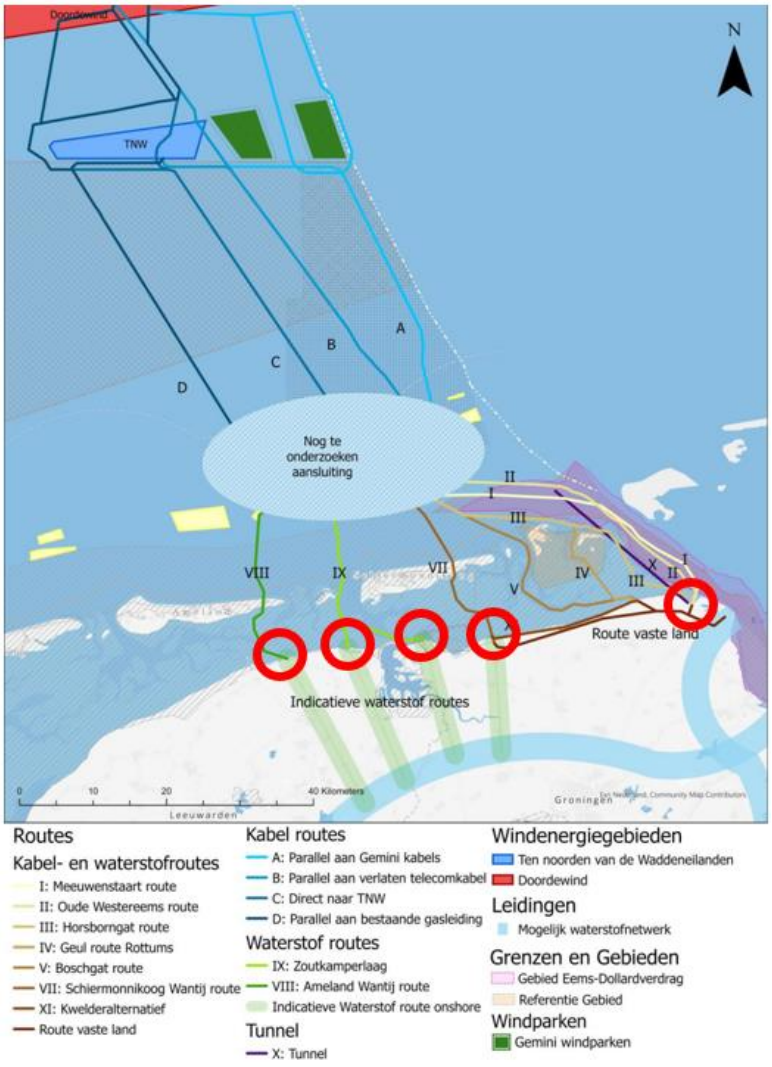
Tabel 3.1 Overzicht van de aanlandingszones (van west naar oost) en bijbehorende offshore waterstofroutes

Aanlandingszone	Ligging nabij	Offshore waterstofroutes die aanlanden	
		Overgebleven	Getrechterd
Ameland Wantij	Ternaard	- VIII: Ameland Wantij route (alleen voor leidingen)	
Zoutkamperlaag	Moddergat of Hornhuizen	- IX: Zoutkamperlaag route (alleen voor leidingen)	
Schiermonnikoog Wantij	Broek	- VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabels én leidingen)	
Boschgat	Uithuizen		- IV: Geul Rottums route (kabels én leidingen); - V: Boschgat route (alleen voor leidingen); - XI: Dijkvariant B route (kabels én leidingen)
Ten Westen van de Eemshaven	Westpunt Eemshaven	- II: Oude Westereems route (kabels én leidingen)	- I: Meeuwenstaart route (kabel én leiding); - III: Horsborngat route (kabel én leiding)

Tabel 3.1 toont de offshore waterstofroutes die overgebleven zijn:
- de II: Oude Westereems route;
- de VII: Schiermonnikoog Wantij route;
- de VIII: Ameland Wantij route;
- de IX: Zoutkamperlaag route.

Afbeelding 3.1 toont de aanlandingszones van deze waterstofroutes die overgebleven zijn. Dit zijn de aanlandingszones voor de waterstofroutes op land die in deze notitie beschouwd zijn. De Boschgat aanlandingzone is afgevallen voor leidingen. Dit is niet het geval voor kabels, omdat de V: Boschgat route voor kabels niet getrechterd is. De aanlandingszones uit afbeelding 3.1 zijn de startpunten voor de ontwikkeling van de onshore waterstofroutes.

Afbeelding 3.1 Routes uit de NRD + (overgebleven) aanlandingszones voor de waterstofroutes (rode cirkels)



3.2.2 Aansluitpunten

De aansluitpunten op zowel het Waterstofnetwerk Nederland als het Waterstofnetwerk Groningen zijn onderzocht. Het grootschalig opwekken (>100 MW) van waterstof op zee is naar verwachting pas mogelijk in de periode na 2031. Voordat waterstofproductie op zee grootschalig kan worden uitgerold, zijn er pilot- en demonstratieprojecten nodig om ervaringen op te doen in het gebruik van deze techniek. Om de toepassing van waterstof opwek op zee verder te ontwikkelen heeft de minister voor Klimaat en Energie besloten dat windpark Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW) een demonstratiekavel van circa 500MW voor wind op zee wordt. Dit heeft als doel om rond 2031 waterstof op zee te produceren en op land aan te sluiten. Het is mogelijk dat in de verdere toekomst andere windparken ook op het waterstofnetwerk aangesloten moeten worden. Het is zeker dat het Waterstofnetwerk Groningen tussen Eemshaven en Tjuchem gereed is voor 2031. Het is onzeker of het Waterstofnetwerk Nederland tussen Tjuchem en Grijpskerk tijdig voor TNW gereed is. De alternatievenontwikkeling van de onshore waterstofleidingen houdt rekening met de (on)zekerheden van de ontwikkeling van het Waterstofnetwerk Nederland en Waterstofnetwerk Groningen. Daarom worden de aansluitpunten op beide waterstofnetwerken onderzocht.

Afbeelding 3.2 laat de zoekgebieden zien waarbinnen Gasunie mogelijke aansluitpunten op het Waterstofnetwerk Nederland voorziet. Tabel 3.2 beschrijft de kenmerken van deze zoekgebieden.

Afbeelding 3.2 Mogelijke aansluitpunten waterstof Eemshaven

Tabel 3.2 Aansluitpunten Eemshaven

Alternatief voor aansluiting Eemshaven	Kenmerken
1. Startpunt Waterstofnetwerk	**Algemeen**: In de bocht van de N33 is een afsluiterlocatie voorzien als startpunt van het Waterstofnetwerk Groningen. In principe is rekening gehouden dat mogelijke invoeders (zoals PAWOZ) daar kunnen worden aangesloten. **PAWOZ specifiek**: Deze optie vereist voor PAWOZ een nieuwe leiding met als eindpunt de afsluiterlocatie. Door hierop aan te sluiten wordt de infrastructuur gebundeld.
2. Synergie met toekomstige ontwikkelingen	**Algemeen**: In de Eemshaven zijn diverse waterstofprojecten in ontwikkeling, waaronder PAWOZ. Om alle waterstof optimaal te kunnen afvoeren richting het Waterstofnetwerk Groningen onderzoekt de Gasunie de mogelijkheden voor een Waterstofnetwerk Eemshaven. Dit waterstofnetwerk heeft als doel om de waterstof langs alle bedrijven gevestigd in de Eemshaven te transporteren zodat deze bedrijven hier eenvoudig op aan kunnen sluiten. Dit project doorloopt een apart proces en kent veel onzekerheden. In dit zoekgebied wordt ook nieuwe infrastructuur voorzien waarmee gebundeld kan worden. Vanwege de onzekerheden rond definitieve investeringsbeslissingen en exacte volumes waterstof is dit geen autonome ontwikkeling voor PAWOZ, maar een mogelijke toekomstige ontwikkeling. De aanname is dat hiervoor voor 2031 leiding infrastructuur gerealiseerd zal zijn. **PAWOZ specifiek**: De komende jaren zal moeten blijken of deze synergie optie technisch en ruimtelijk gerealiseerd kan worden vanuit PAWOZ. Het is wel van belang deze optie mee te nemen in de planMER voor PAWOZ, omdat een nieuwe leiding richting het Waterstofnetwerk Nederland mogelijk niet nodig is. Concreet kan voor PAWOZ een zoekgebied voor een waterstof aanlandingsstation/aansluitpunt ergens aan de (zuid)west zijde van de Eemshaven worden onderzocht. Over exacte leiding routes is momenteel nog geen concrete informatie.
3. Nieuwe waterstof stationslocatie	**Algemeen**: Mochten optie 1 en 2 niet gerealiseerd kunnen worden, kan gekeken worden naar het realiseren van een nieuw aansluitpunt (d.m.v. een afsluiterstation) langs de N33 nabij Nooitgedacht. Zoekgebied 3 ligt op het Waterstofnetwerk Groningen, zuidelijk van de Eemshaven en Oostpolder. Dit zoekgebied is ontwikkeld omdat deze dicht tegen de industrie van de Eemshaven ligt, maar beperkt

Alternatief voor aansluiting Eemshaven	Kenmerken
	conflicten heeft met de andere initiatieven die in en rondom de Eemshaven lopen. Indien een bundeling met bestaande infrastructuur in de Eemshaven onmogelijk blijkt, dan is deze optie ook onderzocht. **PAWOZ specifiek**: Voor PAWOZ betekent dit een nieuwe leiding naar dit aansluitpunt op het Waterstofnetwerk Nederland. Dit is momenteel een open veld, waarbij aangenomen wordt dat een afsluiterstation tijdig gerealiseerd kan worden.

3.3 Ruimtebeslag projectonderdelen

De routes voor het waterstofnetwerk op land bestaan uit vier projectonderdelen: een waterstofleiding, een aanlandingszone, een waterstof aanlandingsstation en een aansluitpunt. Het ruimtebeslag van elk projectonderdeel is hieronder beschreven:

- **waterstofleiding**:
  bij de aanleg van een waterstofleiding wordt een werkstrook van 40 m aangehouden. In deze werkstrook ligt de waterstofleiding, is ruimte voor een rijbaan, de opslag van buizen en de opslag van teelaarde. We onderzoeken een maximum van 3 waterstofleidingen. De afstanden tussen waterstofleidingen is 7 m hart-op-hart, daarom is het ruimtebeslag van de werkstrook 55 m;
- **aanlandingszone**:
  - de aanlandingszone heeft een oppervlakte van 20 m bij 20 m. Door deze beperkte oppervlakte heeft dit geen effect op de routeontwikkeling;
  - de aanlandingszone ligt bij de dijk waar de waterstofleiding van zee, het land op gaat. Hierdoor kan het deel op zee afgesloten worden van het deel op land;
  - bij de aanlandingszone bevindt zich een afsluiterlocatie;
- **waterstof aanlandingsstation**:
  - het waterstof aanlandingsstation heeft een oppervlakte van 2 hectare;
  - de locatie van dit station ligt tussen de aanlandingszone en het aansluitpunt, de locatie kan gecombineerd worden met één van de andere projectonderdelen;
  - deze aanlandingszone wordt, indien mogelijk, gekoppeld aan een bestaande mijnbouwlocatie. Deze koppeling biedt kansen voor het landschappelijk inpassen van een waterstof aanlandingsstation bij bestaande infrastructuur. De bestaande mijnbouwlocaties liggen langs de bestaande leidingen. Bundelen met bestaande infrastructuur is één van de uitgangspunten voor routeontwikkeling. Hiervoor wordt onderzocht of er mogelijkheden zijn om dit te koppelen aan bestaande mijnbouwlocaties van bijvoorbeeld Gasunie, van NAM, of NGT;
  - voor het ruimtebeslag dat het waterstof aanlandingsstation inneemt is uitgegaan van een waterstof aanlandingsstation waar geen compressorstation nodig is. De aanname is dat de compressie op zee plaatsvindt en dat de gaskwaliteit offshore en onshore vergelijkbaar is;
- **aansluitpunt**:
  - het aansluitpunt heeft een oppervlakte van 20 m bij 20 m;
  - bij het aansluitpunt bevindt zich een afsluiterlocatie;
  - de afsluiterlocatie ligt bij de aansluiting aan het Waterstofnetwerk Nederland en/of het Waterstofnetwerk Groningen.

Afsluiterlocatie

Voor elke route zijn 2 afsluiterlocaties nodig. Eén bij de aanlandingszone en één bij het aansluitpunt. Voor de afsluiterlocatie bij de aanlandingszone worden geen alternatieven ontwikkeld, omdat de aanlandingszones vaststaan. De exacte ligging van het Waterstofnetwerk Nederland is ook onzeker. De omvang van de afsluiterlocatie (20 bij 20 m) is beperkt en daarom is de verwachting dat dit station overal planologisch mogelijk is. De 3 aansluitpunten liggen bij bestaande infrastructuur.

Waterstof aanlandingsstation

Naast de 2 afsluiterlocaties is ook één waterstof aanlandingsstation nodig. Deze kan gebundeld worden met de afsluiterlocaties of daartussenin liggen. Het waterstof aanlandingsstation is ongeveer 2 hectare. Alle aanlandingszones bevinden zich in agrarisch gebied met relatief weinig woningen. Voor alle aanlandingszones geldt dat er meer dan 2 hectare aan land is om een potentieel waterstof aanlandstation te bouwen. Bij aanlanding nabij de Eemshaven moet wel rekening worden gehouden met de bestaande windmolens in het gebied. Het voordeel van het combineren van de afsluiterlocatie en het waterstof aanlandstation is dat voor beiden slechts één locatie moet worden onderzocht en waterstofinfrastructuur wordt gebundeld.

De tweede mogelijkheid is het zoeken naar locaties langs de routes van de waterstofleiding. De waterstofleidingen worden zoveel als mogelijk gebundeld met bestaande infrastructuur, waaronder bestaande buisleidingen. Daarom liggen de routes langs bestaande mijnbouwlocaties. De voorkeur is om het waterstof aanlandingsstation te bundelen met bestaande mijnbouwlocaties.

3.4 Traceerprincipes routes

Naast het ruimtebeslag van de projectonderdelen zijn de volgende uitgangspunten leidend voor de ontwikkeling van de routes:

- de routes zijn technisch haalbaar en uitvoerbaar;
- de routes zijn zo kort mogelijk, omdat dit gunstig is vanuit milieu, energetisch en economisch perspectief;
- de routes bevatten zo min mogelijk bochten;
- waar mogelijk worden de routes gebundeld met bestaande (ondergrondse) infrastructuur, zoals aanwezige hogedruk aardgasleidingen van Gasunie, hoofdwaterleidingen, en (provinciale) wegen. Hierdoor wordt het ruimtebeslag zoveel mogelijk beperkt;
    - door bundeling langs bestaande buisleidingen liggen de routes ook langs bestaande mijnbouwlocaties van bijvoorbeeld Gasunie, de NAM of NGT-locaties. Deze bieden mogelijk koppelkansen voor een waterstof aanlandingsstation;
- de routes vermijden zoveel mogelijk beschermde natuurgebieden (Natura 2000-gebieden, Natuurnetwerk Nederland);
- de routes vermijden zoveel mogelijk waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringvrije zones en waterkeringen;
- de routes vermijden zoveel mogelijk steden, dorpen en woningen;
- de routes vermijden zoveel mogelijk locaties met een extern veiligheidsrisico zoals Seveso-bedrijven[1] en windmolens;
- de routes vermijden zoveel mogelijk effecten op milieuaspecten zoals archeologie en cultuurhistorie en aardkundig waardevolle gebieden;
- de routes kruisen rijkswegen, provinciale wegen en spoorwegen zo veel mogelijk haaks.

[1] Betreft bedrijven die met veel gevaarlijke stoffen werken.

4

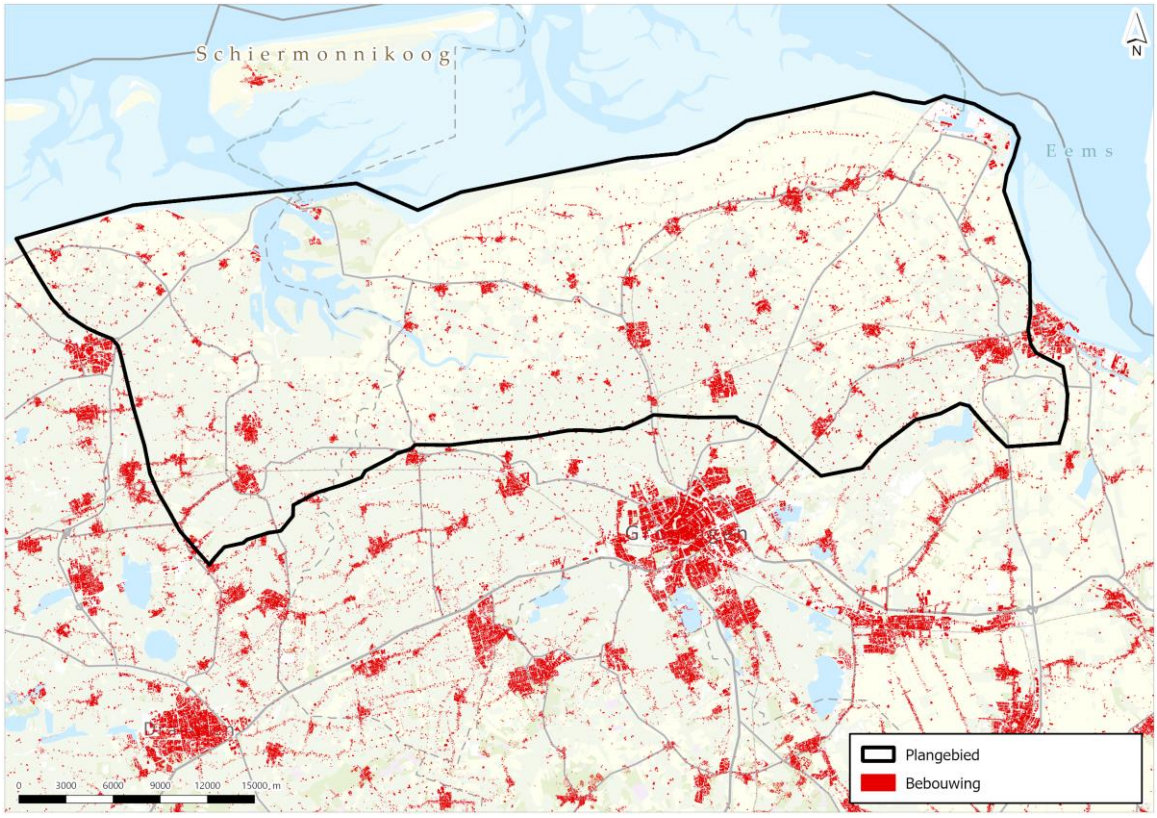
GEBIEDSANALYSE

Dit hoofdstuk beschrijft de potentiële belemmeringen per thema waar rekening mee wordt gehouden. De beschouwde thema's zijn wonen en werken, infrastructuur, water, natuur, archeologie en aardkunde, en veiligheid. Deze gebiedsanalyse geeft inzicht in de belemmeringen voor de ontwikkeling van waterstofroutes op land.

4.1 Wonen en werken

Afbeelding 4.1 geeft de bebouwing aan in het plangebied van de onshore waterstofroutes voor PAWOZ. Onder bebouwing vallen alle woningen, bedrijven en overige panden. De bebouwing in het plangebied wordt gekarakteriseerd door verspreide bewoningskernen met sporadische bebouwing daartussen. In enkele gebieden is lintbebouwing aanwezig, waar beperkt ruimte is voor eventuele waterstofroutes. In de meeste gebieden ligt de bebouwing echter ver genoeg uit elkaar om voldoende ruimte en keuze te bieden voor het leggen van waterstofroutes. Het open landschap binnen het plangebied zorgt ervoor dat bebouwing geen maatgevende belemmering zal vormen in de routeontwikkeling. Wel dient de bebouwing vermeden te worden.

Afbeelding 4.1 Bebouwing

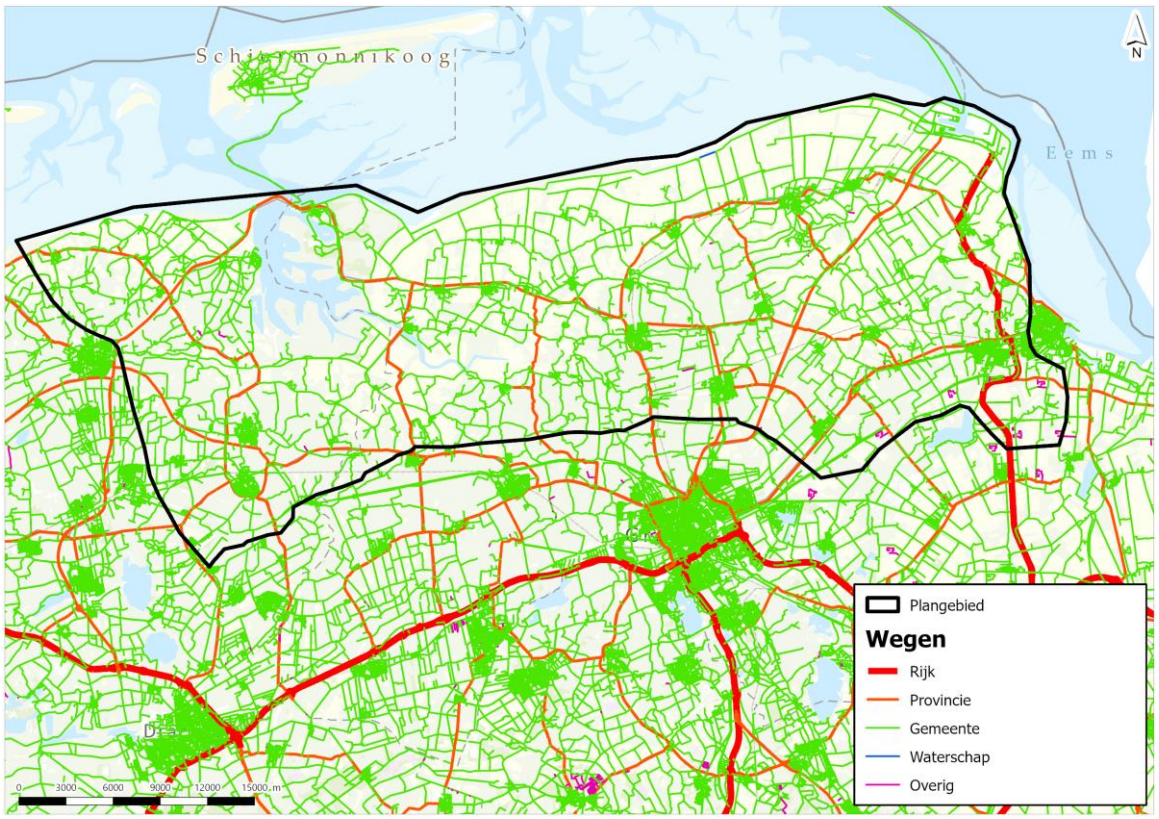


In het plangebied ligt tussen de bebouwing veel agrarische grond. Voor de aanleg van nieuwe waterstofleidingen kennen deze gebieden minder beperkingen. Om de effecten op agrarische gronden te minimaliseren wordt de bundeling met bestaande infrastructuur opgezocht. Waar mogelijk wordt een nieuwe buisleiding dus langs bestaande buisleidingen geplaatst, zie uitgangspunten paragraaf 3.4. In de vervolgfase wordt zoveel mogelijk langs perceelgrenzen getraceerd. Dit zorgt ervoor dat de agrarische percelen in de aanlegfase zoveel als mogelijk worden ontzien en in bedrijf kunnen blijven. Wanneer in PAWOZ de specifieke routes zijn vastgesteld door bevoegd gezag, provincie en gemeente worden de effecten van inklinking, verzilting en op agrarische waarden onderzocht in het MER. Dit vormt input voor de uiteindelijke prioritering in het programma. De procesuitleg is opgenomen in de notitie routeontwikkeling.

4.2 Infrastructuur

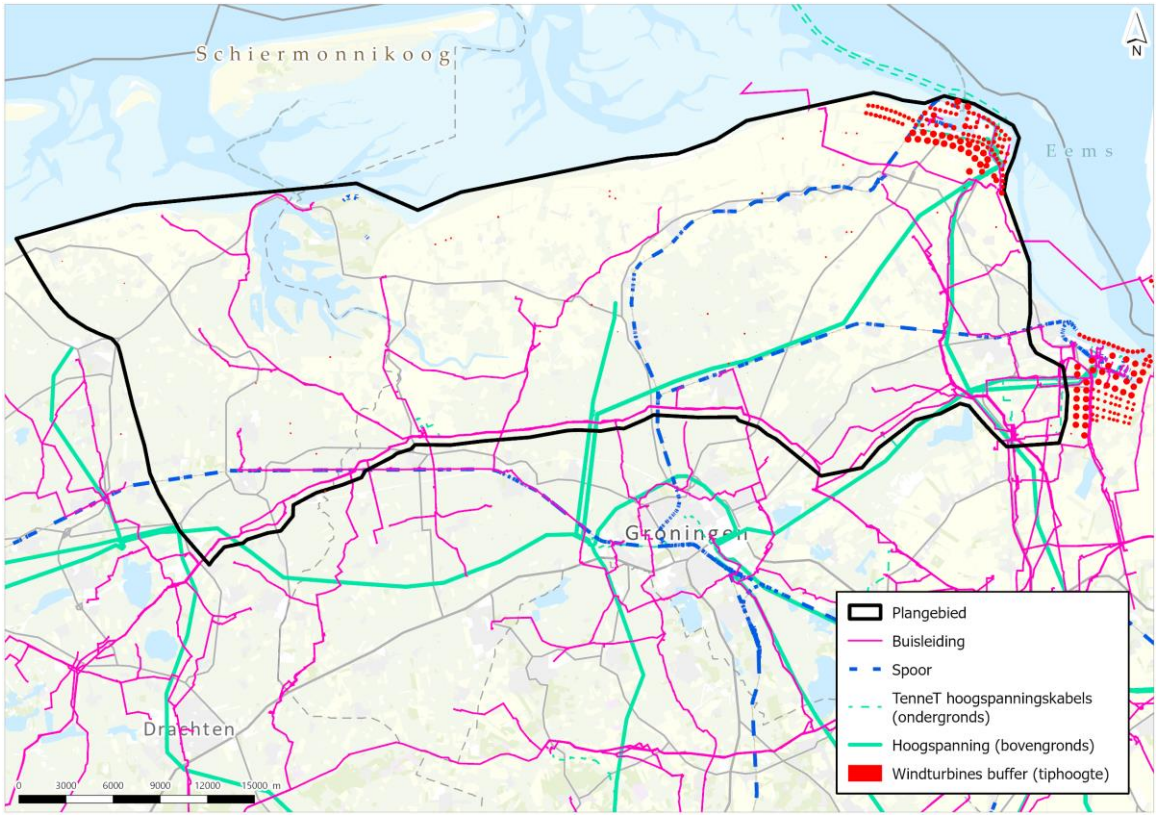
Afbeelding 4.2 toont het wegennet in het plangebied van de onshore route voor PAWOZ. In het plangebied zijn geen snelwegen, maar er liggen wel een aantal provinciale autowegen die gekruist moeten worden.

Afbeelding 4.2 Wegen



Afbeelding 4.3 toont overige infrastructuur, zoals hoogspanningsinfrastructuur, leidingen met gevaarlijke inhoud, spoor en windturbines. Er liggen meerdere leidingen met gevaarlijke inhoud in het plangebied, met name in de omgeving van Tjuchem. Een belangrijk uitgangspunt voor het maken van routes is de bundeling met lijninfrastructuur en leidingen. Het kruisen van wegen, kabels en leidingen kan met andere technieken, zoals een gestuurde boring. In Friesland en Groningen zijn relatief veel windturbines, weergegeven met de paarse punten in afbeelding 4.3.

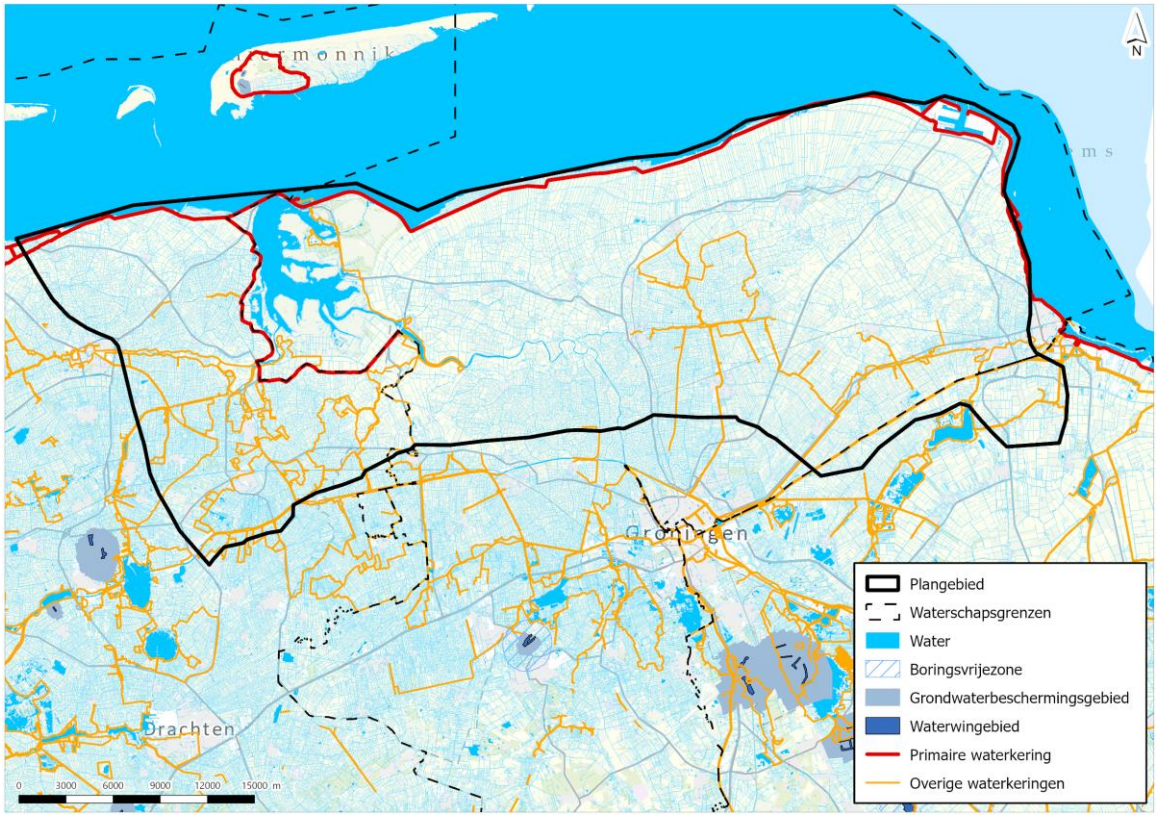
Afbeelding 4.3 Overige infrastructuur



4.3 Water

Afbeelding 4.4 geeft data voor het thema water weer in het plangebied van de onshore route voor PAWOZ. Het thema water beschouwt grote wateren, waterlopen, grondwaterbeschermingsgebieden en waterkeringen. In het plangebied liggen geen grondwaterbeschermingsgebieden en waterbergingsgebieden. In het gebied zijn meerdere primaire en overige waterkeringen aanwezig die mogelijk gekruist moeten worden. In het zuiden van het plangebied zijn relatief meer waterlopen aanwezig. Het door landbouw gedomineerde onderdeel van het plangebied in het noorden heeft een lagere concentratie aan waterlopen en deze zijn vaak ook rechter en samenhangend. Het beheer van de grotere wateren en de waterkeringen valt voornamelijk onder twee verschillende waterschappen; Wetterskip Fryslân en waterschap Noorderzijlvest. Water is geen maatgevend thema voor de routeontwikkeling op dit detailniveau. Bij nadere uitwerking van de aanlegmethodes van de routes zal onderzocht worden waar met open ontgraving aangelegd kan worden en waar met gestuurde boring. De effecten op grondwater wordt onderzocht in het MER binnen de corridors, zie hiervoor de Notitie Routeontwikkeling deel II.

Afbeelding 4.4 Water



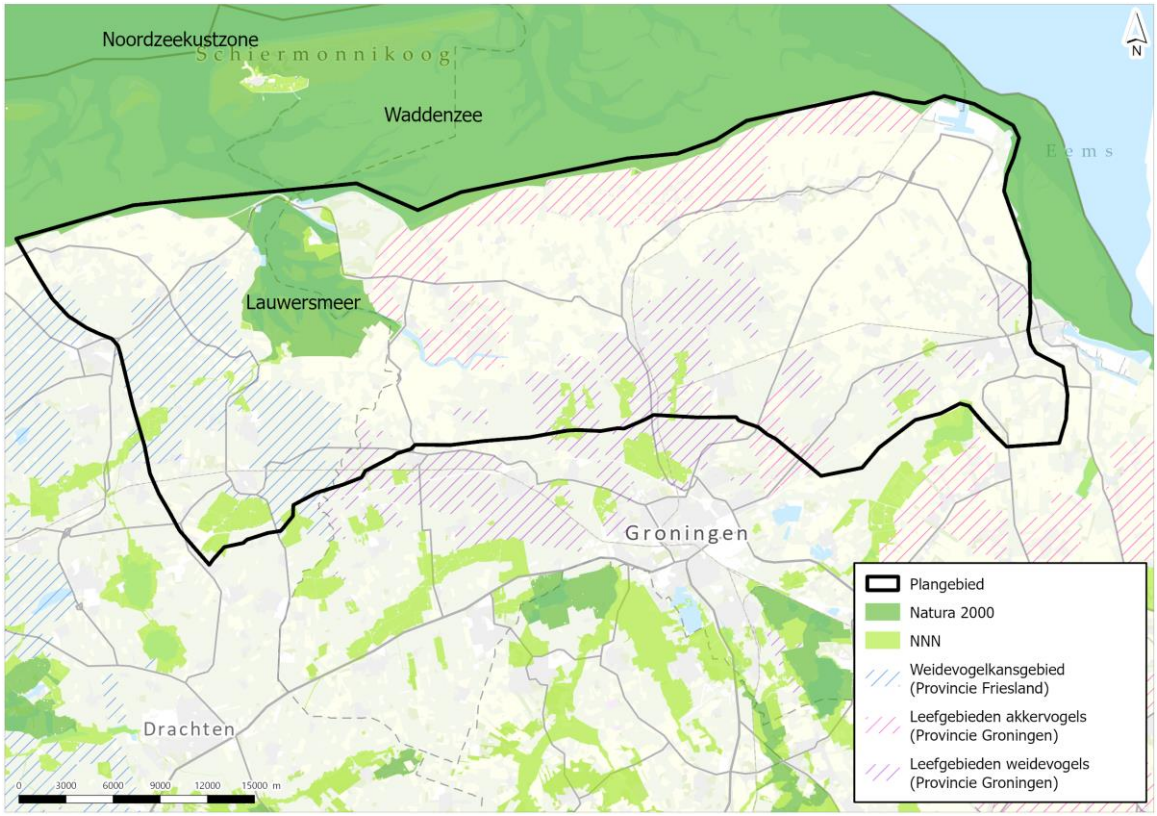
4.4 Natuur

Afbeelding 4.5 geeft de belangrijke natuurgebieden aan in het plangebied. De Natura 2000-gebieden in het plangebied zijn de Waddenzee en Lauwersmeer. De waterstofroutes op land beginnen bij de afsluiterlocatie. Deze bevindt zich altijd achter de dijk. Alle routes zoeken dan naar aansluiting op het Waterstofnetwerk, welke landinwaarts ligt. Daarom lopen de waterstofroutes op land niet door het Natura 2000-gebied de Waddenzee. Lauwersmeer heeft twee kleine aftakkingen in het zuidoosten en zuidwesten die gekruist worden door bestaande leidingen met gevaarlijke inhoud. Deze bestaande buisleidingen lopen door Natura 2000-gebied. Het uitgangspunt is bundelen met bestaande infrastructuur (zie paragraaf 3.4).

Naast de beschermde Natura 2000-gebieden bevinden zich in het plangebied ook Natuurnetwerk Nederland (NNN)-gebieden. In het plangebied zijn NNN-gebieden vooral in het zuidelijke deel van het plangebied aanwezig. De natuurgebieden kunnen gekruist worden met een boring, waardoor de effecten beperkt zijn. De leidingen liggen allemaal ondergronds.

Het open, overwegend agrarische landschap dat het plangebied domineert is aantrekkelijk voor weidevogels of akkervogels. Daarom toont afbeelding 4.5 waar deze vogels leven. In het MER en bij de aanleg van de route wordt rekening gehouden met beschermde soorten. Natuur is een belemmering voor de ontwikkeling van onshore waterstofroutes.

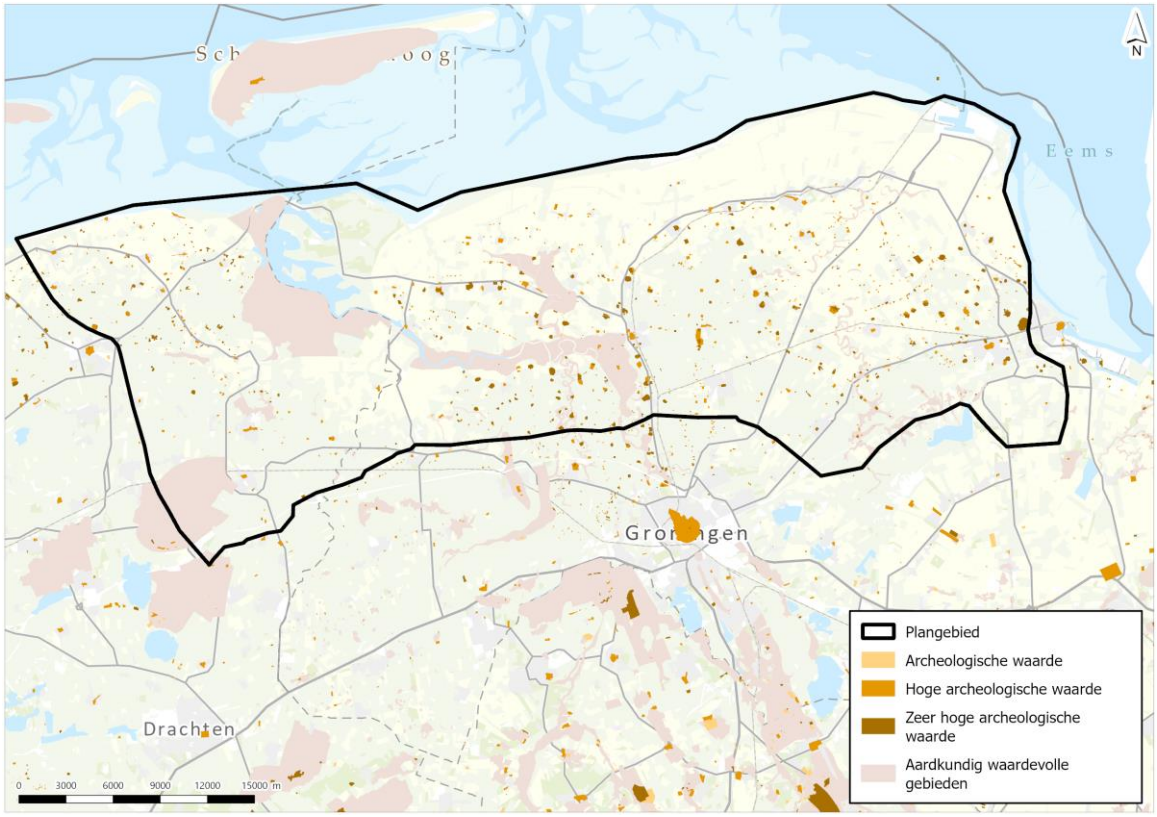
Afbeelding 4.5 Natuur



4.5 Archeologie en aardkunde

Afbeelding 4.6 geeft de archeologische waarden op basis van de Archeologische Monumenten Kaart (2014) en de provinciale aardkundig waardevolle gebieden weer. De terpen in Noord-Nederland hebben een zeer hoge archeologische waarde. De archeologische waarden uit de archeologische monumentenkaart vormen geen bottleneck voor de route omdat deze een beperkte oppervlakte hebben en verspreid zijn met tussenruimte. De bestaande leidingen met gevaarlijke inhoud weten deze gebieden ook makkelijk te omzeilen. Plaatselijk moet nog wel gekeken worden naar archeologische waarden op basis van lokale bestemmingsplannen. De archeologische monumenten worden in de routeontwikkeling altijd vermeden. Niet gesprongen explosieven (NGE) worden onderzocht wanneer de routes vastgesteld zijn. In het westen en midden van het plangebied zijn een aantal aardkundig waardevolle gebieden aanwezig. De aardkundige waardevolle gebieden zijn geen sturende factor bij de ontwikkeling van waterstofroutes op land omdat deze gebieden niet ontweken kunnen worden zonder het bundelingsprincipe met bestaande infrastructuur los te laten. Deze gebieden zijn afgebeeld om de aanwezigheid ervan te erkennen.

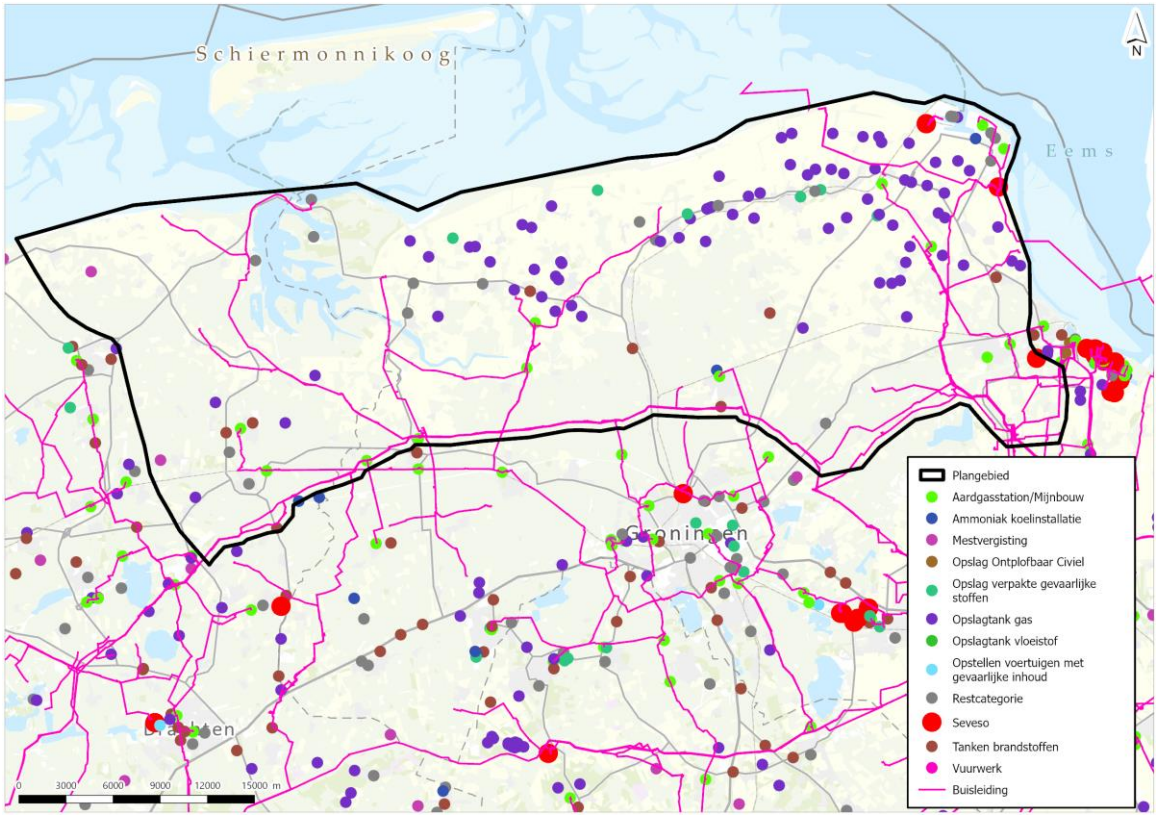
Afbeelding 4.6 Archeologie en aardkunde



4.6 Veiligheid

Het thema veiligheid beschouwt de veiligheidsrisico's op de leidingen. Afbeelding 4.7 geeft leidingen met gevaarlijke inhoud en stationaire bronnen met veiligheidsrisico's weer uit het Register Externe Veiligheid. Stationaire bronnen zijn statische bronnen met een veiligheidsrisico die niet onder leidingen of het basisnet vallen. De plaatsgebonden risicocontouren rondom deze bronnen is over het algemeen klein waardoor het niet belemmerend zal zijn voor de route. De hoogste concentratie aan veiligheidsrisico's bevindt zich met name rondom Delfzijl en de Eemshaven door de grote concentratie aan industrie in deze gebieden. Op deze locaties zijn ook de Seveso-bedrijven geconcentreerd, dit zijn bedrijven met een grote hoeveelheid aan opgeslagen gevaarlijke stoffen. De waterstofroutes worden aangelegd om juist op deze industrie aan te sluiten. Externe veiligheid is geen maatgevend thema voor de routeontwikkeling. De bepaling van de risicobronnen en de effecten van veiligheidsrisico's worden in een latere fase verder uitgewerkt.

Afbeelding 4.7 Veiligheid



5

ROUTEONTWIKKELING

Op basis van de uitgangspunten in paragraaf 3.4 en de belemmeringen in hoofdstuk 4 zijn per aanlandingszone verschillende routes ontwikkeld.

5.1 Omschrijving routes

In onderstaande paragrafen worden de routes omschreven, onderverdeeld naar aanlandingszone. Binnen één aanlandingszone kunnen meerdere routes aanlanden. Van west naar oost zijn dit:

Tabel 5.1 Routes en aanlandingszones voor waterstofleiding(en)

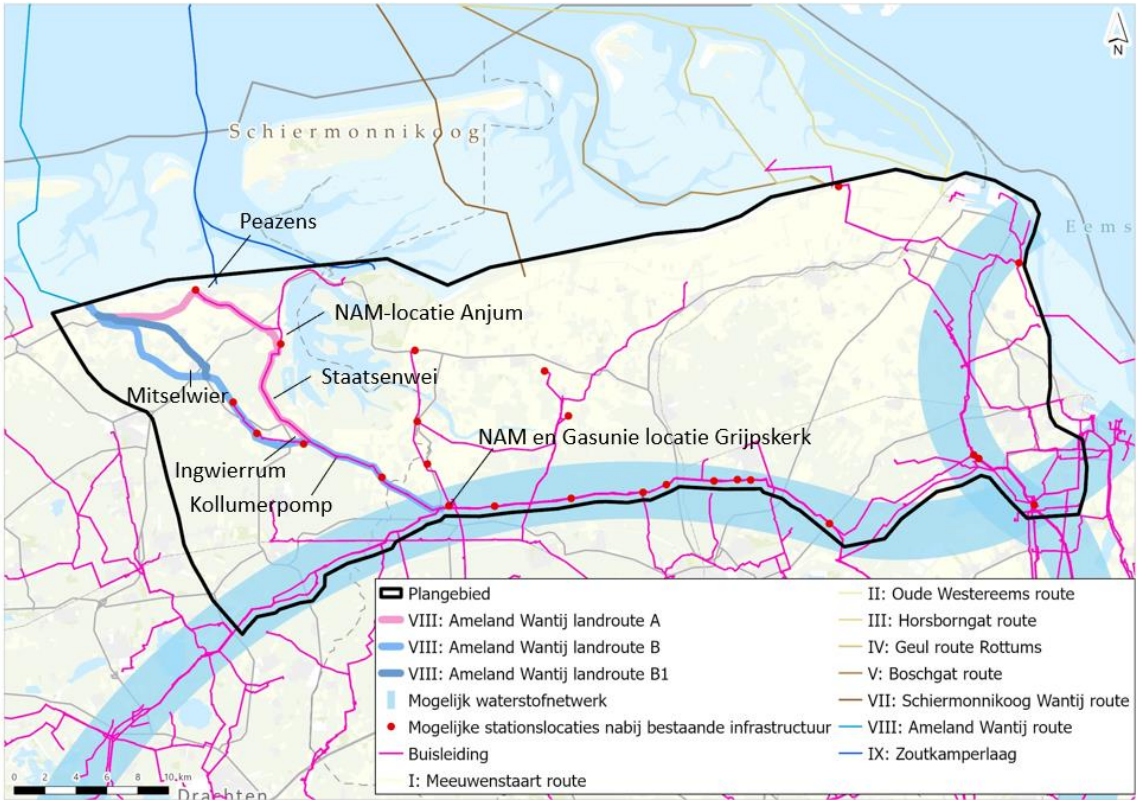
Aanlandingszone	Waterstof waddenroute(s) die hier aanlanden
Ameland Wantij	VIII
Zoutkamperlaag	IX
Schiermonnikoog Wantij	VII
Boschgat	IV en V (voor leidingen) zijn getrechterd in de notitie routeontwikkeling deel II
Ten Westen van de Eemshaven	II (I en III getrechterd in de notitie routeontwikkeling- deel II)

Zoals aangegeven in paragraaf 3.2.1 zijn de routes I, III, IV, V en XI voor (kabels en) leidingen in de notitie routeontwikkeling afgevallen middels trechtering. De bijbehorende aanlandingszones zijn daarom niet relevant voor de landroutes van leidingen. Hierdoor wordt de aanlandingszone van de Boschgat niet verder beschouwd.

5.1.1 Ameland Wantij

Afbeelding 5.1 geeft een overzicht van de landroutes vanaf de Ameland Wantij aanlandingszone. Er is onderscheidt gemaakt tussen twee landroutes: de VIII: Ameland Wantij landroute A en de VIII: Ameland Wantij landroute B (met twee varianten; B en B1). De aanlandingszone voor deze routes liggen ten westen van het Lauwersmeer in het noordwesten van het plangebied. Deze aanlandingszone is de meest westelijke aanlandingszone. De Eemshaven ligt in het oosten. De routes zoeken een aansluiting op het waterstofnetwerk Nederland tussen Grijpskerk en Tjuchem.

Afbeelding 5.1 VIII: Ameland Wantij Landroutes



De VIII: Ameland Wantij landroute A loopt langs de kust door open, agrarische gebieden (langs pijpleiding Ternaard) en bundelt vanaf Peazens met de bestaande NAM-buisleiding. Na de NAM-locatie Anjum volgt de route van de bestaande Gasunie buisleiding. Ter hoogte van Ingwierrum moet een deel van het Natura 2000-gebied Lauwersmeer worden gekruist om de bestaande buisleiding te volgen. Het gaat hier om een lengte van ongeveer 250 m. Dit kan met een gestuurde boring. Ook moet de primaire waterkering bij Ingwierrum en Kollumerpomp worden gekruist. De route tussen Ingwierrum en Grijpskerk ligt in open agrarisch gebied. Daar wordt de bestaande buisleiding gevolgd. De VIII: Ameland Wantij landroute A volgt vooral de bestaande buisleiding en is 32,2 km lang.

De VIII: Ameland Wantij landroute B heeft twee varianten: de VIII: Ameland Wantij landroute B en de VIII: Ameland Wantij landroute B1. VIII: Ameland Wantij landroute B bundelt met bestaande infrastructuur en woongebieden. Deze ligt langs de N358 ten noorden van Mitselwier. Verder naar het zuiden volgt de route de bestaande buisleidingen van de NAM en Gasunie tot Grijpskerk. Deze route kruist het Natura 2000- gebied Lauwersmeer niet maar zal wel twee keer de primaire waterkering kruisen nabij Ingwierrum. Dit variant is 28,8 km lang.

De VIII: Ameland Wantij landroute B1 zoekt naar de bestaande buisleiding en is zo kort mogelijk binnen de traceringsprincipes. Deze route loopt richting Grijpskerk en volgt de kust niet. De route ligt in open agrarisch gebied op afstand van bestaande bebouwing en volgt geen bestaande infrastructuur. De route loopt ten zuiden van Mitselwier. Daar wordt de bundeling met bestaande buisleidingen gezocht. Dit loopt gebundeld tot de NAM en Gasunie locatie Grijpskerk. Deze route is de kortste variant vanaf de Ameland Wantij aanlandingszone met 28,7 km.

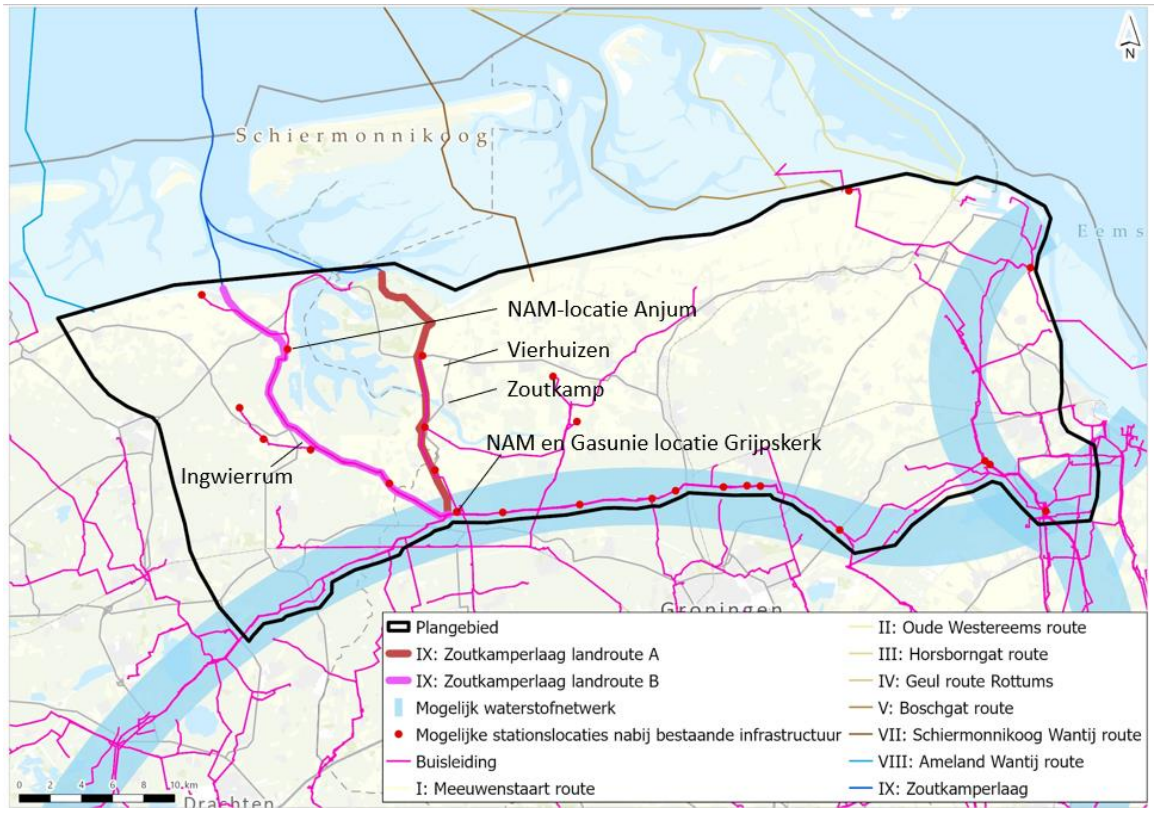
Tabel 5.2 Alternatieven VIII: Ameland Wantij landroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied
VIII: Ameland Wantij landroute A	Circa 32,2 km	Circa 250 m
VIII: Ameland Wantij landroute B	Circa 28,8 km langs bestaande infrastructuur en woongebieden	Nee
VIII: Ameland Wantij landroute B1	Circa 28,7 km via bestaande buisleidingen	Nee

5.1.2 Zoutkamperlaag

De IX: Zoutkamperlaag route kent twee verschillende aanlandingszones in het plangebied, één ten westen en één ten oosten van het Natura 2000-gebied Lauwersmeer. Afbeelding 5.2 geeft de twee landroutes voor Zoutkamperlaag weer: de IX: Zoutkamperlaag landroute A en de IX: Zoutkamperlaag landroute B.

Afbeelding 5.2 IX: Zoutkamperlaag Landroutes



De IX: Zoutkamperlaag landroute A landt aan in een natuurlijk terrein ten oosten van Natura 2000-gebied Lauwersmeer. Deze route zoekt zo snel mogelijk de bundeling bij Vierhuizen via een oude dijk in agrarisch gebied. Bij Vierhuizen liggen bestaande NAM buisleidingen. Deze worden gevolgd tot aan de NAM- en Gasunie locatie nabij Grijpskerk. Deze route moet ter hoogte van Zoutkamp het Natura 2000-gebied Lauwersmeer kruisen over een lengte van ongeveer 650 m, vervolgens moet deze route ook één keer een primaire waterkering kruisen. Deze route is 18,2 km lang.

De IX: Zoutkamperlaag landroute B volgt grotendeels dezelfde route als de VIII: Ameland Wantij landroute A, maar sluit sneller aan op de bestaande leidingen in het gebied door de meer oostelijke ligging van deze

aanlandingszone. Het dorp Moddergat ligt direct ten zuidwesten van deze aanlandingszone. De bebouwing hier zorgt ervoor dat er geen ruimte is om direct aan te sluiten op de stationslocatie. Deze route is 23,7 km lang en heeft dezelfde gestuurde boring als de VIII: Ameland Wantij landroute A.

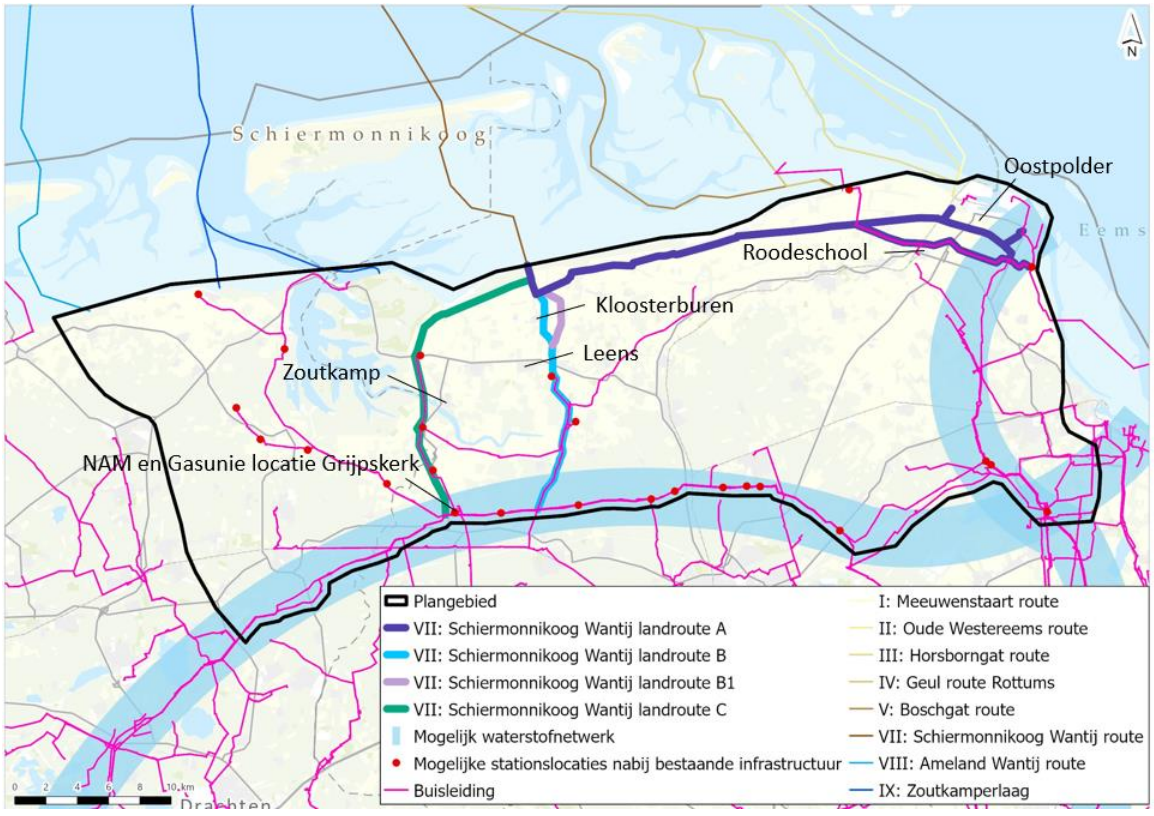
Tabel 5.3 Alternatieven IX: Zoutkamperlaag landroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied
IX: Zoutkamperlaag landroute A	Circa 18,2 km	Circa 650 m
IX: Zoutkamperlaag landroute B	Circa 23,7 km	Circa 250 m

5.1.3 Schiermonnikoog Wantij

Afbelding 5.3 geeft de routes op land weer voor de Schiermonnikoog Wantij. Voor deze aanlandingslocatie zijn 3 alternatieven mogelijk. De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A sluit aan in of nabij de Eemshaven. De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B (met twee varianten; B en B1) en de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C sluiten aan bij het Waterstofnetwerk Nederland tussen Grijpskerk en Tjuchem.

Afbeelding 5.3 VII: Schiermonnikoog Wantij Landroutes



De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A sluit niet aan op het Waterstofnetwerk Nederland tussen Grijpskerk en Tjuchem, maar loopt langs de kust en via landschapselementen naar de Eemshaven. Deze route ligt in agrarisch gebied en volgt de waterkeringen die in het landschap liggen. De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A ligt zuidelijk van de lintbebouwing in Valom. Richting het oosten splits deze route zich op in 2 varianten: een variant gaat via de Roodeschool en een variant gaat via de Oostpolder.

Deze hebben op de kaart niet twee aparte namen gekregen. Nabij de Eemshaven zijn verschillende alternatieven om op het Waterstofnetwerk Groningen aan te sluiten. Dit is beschreven in paragraaf 5.4.

De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B gaat direct na aanlanding naar het zuiden. De route loopt door open agrarisch landschap van Kloosterburen naar Leens. Hiervoor zijn twee varianten opgesteld: de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B en de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1 (zie afbeelding 5.4). De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B ligt tussen Kloosterburen en Molenrij. Bij Kloosterburen is lintbebouwing aanwezig waardoor deze route hier mogelijk niet langs kan. Daarom is de variant via Broek opgesteld die rondom de lintbebouwing, richting Broek, heen is getraceerd. Dit is de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1. Vanaf Leens en Warfhuizen kan de route bestaande buisleidingen van de NAM en Gasunie volgen tot het Waterstofnetwerk Nederland tussen Grijpskerk en Tjuchem. Naast het kruisen van agrarisch gebied vormt hierin een belemmering. De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B via Kloosterburen is 16,5 km lang en de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1 via Broek is 17,2 km lang.

Afbeelding 5.4 Varianten van VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B (oostelijke variant is B1 en westelijke variant is B)

De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C volgt eerst de primaire waterkering naar het westen toe, na de aansluiting bij de bestaande NAM buisleidingen volgt de route dezelfde route als de IX: Zoutkamperlaag landroute A.

Tabel 5.4 Alternatieven VII: Schiermonnikoog Wantij landroutes

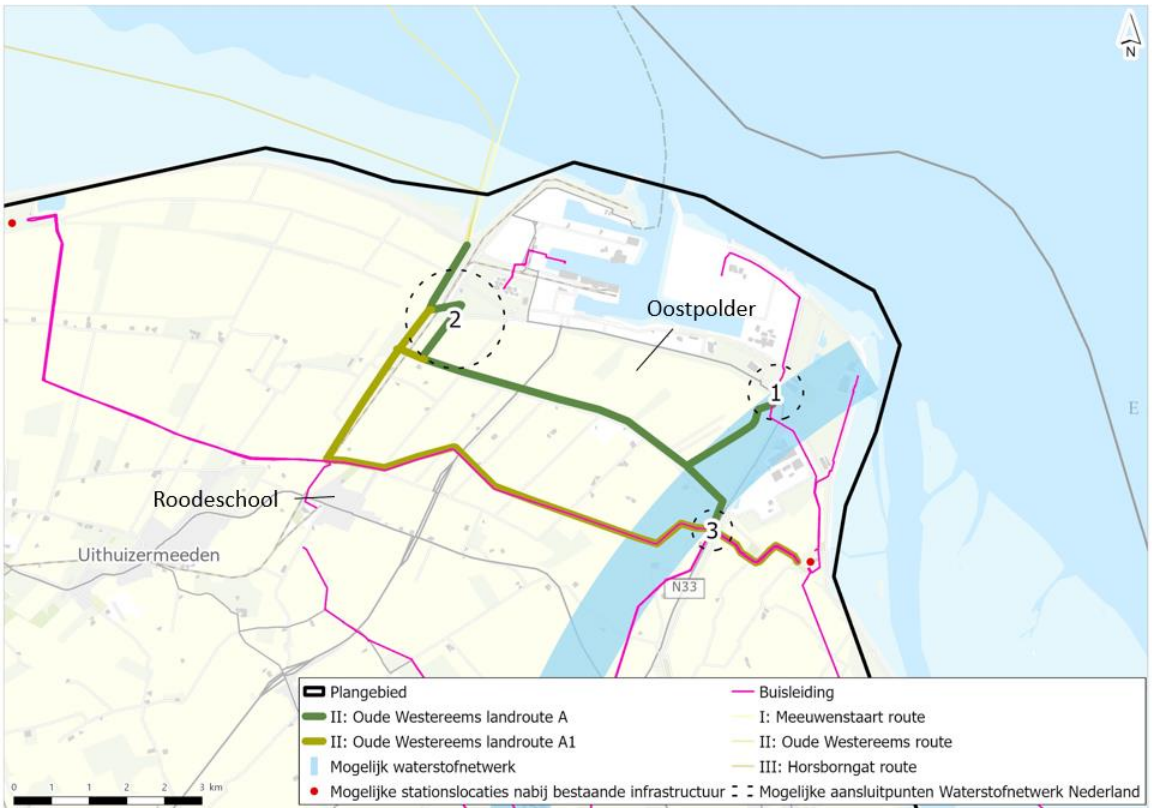
Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (via Roodeschool)	Circa 34,6 km	Nee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (via Oostpolder)	Circa 35,3 km	Nee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B	Circa 16,5 km via Kloosterburen	Nee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1	Circa 17,2 km via Broek	Nee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C	Circa 20,3 km	Circa 650 m

5.1.4 Ten Westen van de Eemshaven

Het Waterstofnetwerk Nederland bevindt zich aan de oostzijde van de Eemshaven. Hoofdstuk 3 beschrijft de 3 locaties die Gasunie onderzoekt waarop de PAWOZ waterstofroutes op het Waterstofnetwerk Nederland kunnen worden aangesloten in de Eemshaven. Deze zijn in afbeelding 5.5 weergegeven met cirkels. Afbeelding 5.5 geeft daarnaast de landroutes weer voor de aanlandingszone Ten Westen van de Eemshaven tot aan deze aansluitpunten.

Vanaf de aanlandingszone Ten Westen van de Eemshaven is één landroute weergegeven: de II: Oude Westereems landroute A. Deze bestaat uit twee varianten: de II: Oude Westereems landroute A via de Oostpolder en de II: Oude Westereems landroute A1 via de Roodeschool. Deze varianten bereiken de aansluitpunten zowel via de Oostpolder als via Roodeschool. In de Oostpolder vindt een gebiedsontwikkeling plaats en het is nog onzeker of hier waterstofleidingen voor PAWOZ kunnen komen te liggen. Het MER zal moeten uitwijzen welke milieueffecten er zijn voor zowel de landroute door de Oostpolder als langs Roodeschool.

Afbeelding 5.5 II: Oude Westereems landroutes voor aanlanding Ten Westen van de Eemshaven



Twee van de drie mogelijk aansluitlocaties bevinden zich aan de oostzijde ten opzichte van de Eemshaven. Daarom wordt gezocht naar een manier om door de Eemshaven te komen met de leidingen. In de Eemshaven spelen vele andere ontwikkelingen bijvoorbeeld: de gebiedsontwikkeling van de Oostpolder, nieuwe stations van TenneT en nieuwe kabels van TenneT. Bij de ontwikkeling van de Oostpolder is rekening gehouden met een ruimtelijke reservering voor kabels, maar niet voor leidingen. Onderzocht wordt of het mogelijk is om in deze gereserveerde ruimte in Oostpolder ook waterstofleiding(en) aan te leggen.

De II: Oude Westereems landroute A via de Oostpolder kan ook eindigen westelijk van de Oostpolder (en niet door de Oostpolder lopen), indien het aansluitvariant 2 (synergie met Waterstofnetwerk Eemshaven) wordt ontwikkeld (zie tabel 3.1). Anders splitst deze route zich om op het startpunt van het

Waterstofnetwerk Groningen aan te sluiten of op een nieuwe locatie waar de II: Oude Westereems landroute A1 via de Roodeschool eindigt.

Voor aanlanding bij de aanlandingszone Ten Westen van de Eemshaven geldt dat II: Oude Westereems landroute A via de Oostpolder en de II: Oude Westereems landroute A1 via de Roodeschool, zoals eerder beschreven, gevolgd kunnen worden. Vanaf de aanlandingszone Ten Westen van de Eemshaven geldt dat een route van ongeveer 1500 m langs de Eemshaven moeten worden aangelegd om aan te sluiten op de Oostpolder of de Roodeschool route. Voor dit deel van de route zal er interactie zijn met de windmolens die hier in het gebied staan.

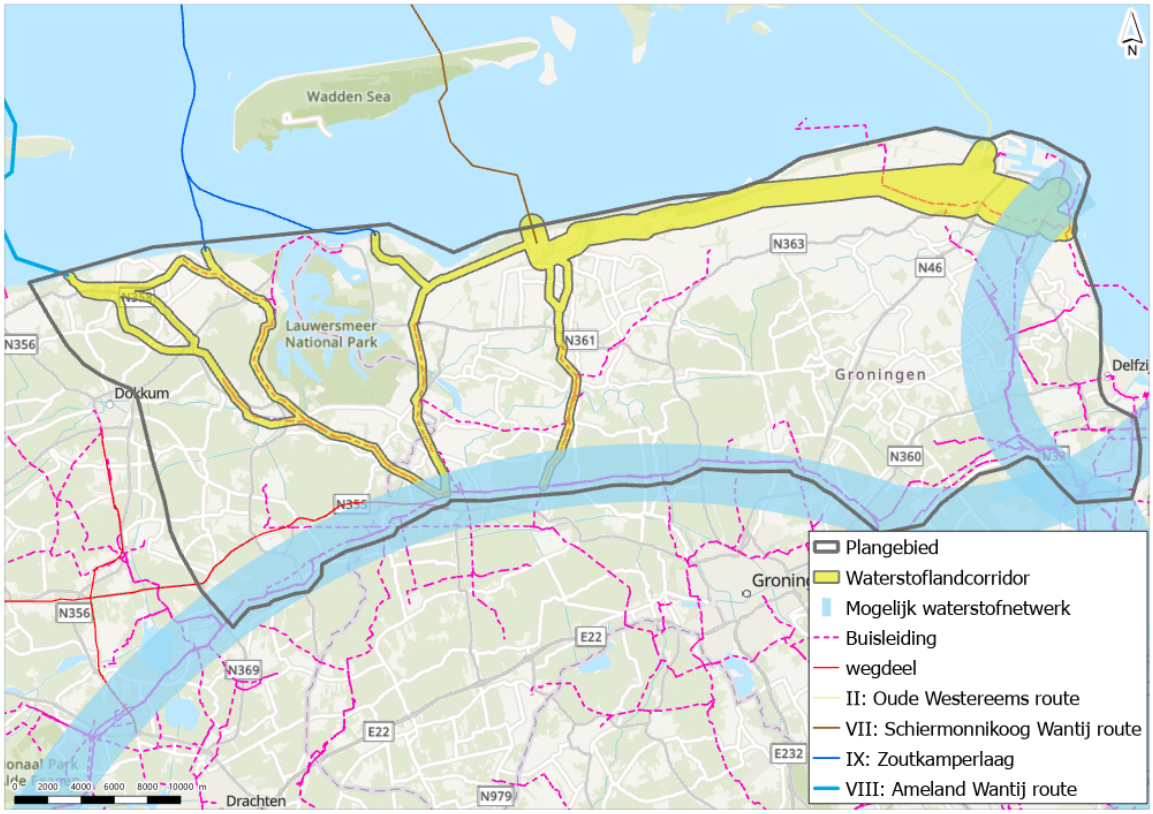
Tabel 5.5 Alternatieven II: Oude Westereems landroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied
II: Oude Westereems landroute A (via Oostpolder - aansluitpunt 3)	Circa 8,0 km	Nee
II: Oude Westereems landroute A1 (via Roodeschool - aansluitpunt 3)	Circa 10,0 km	Nee

5.1.5 Waterstofcorridors

Alle routes die hierboven beschreven zijn worden in het MER als corridor onderzocht. Dit leidt tot het onderstaande waterstof onderzoeksgebied op land.

Afbeelding 5.6 Overzichtskaart routes op land voor leidingen

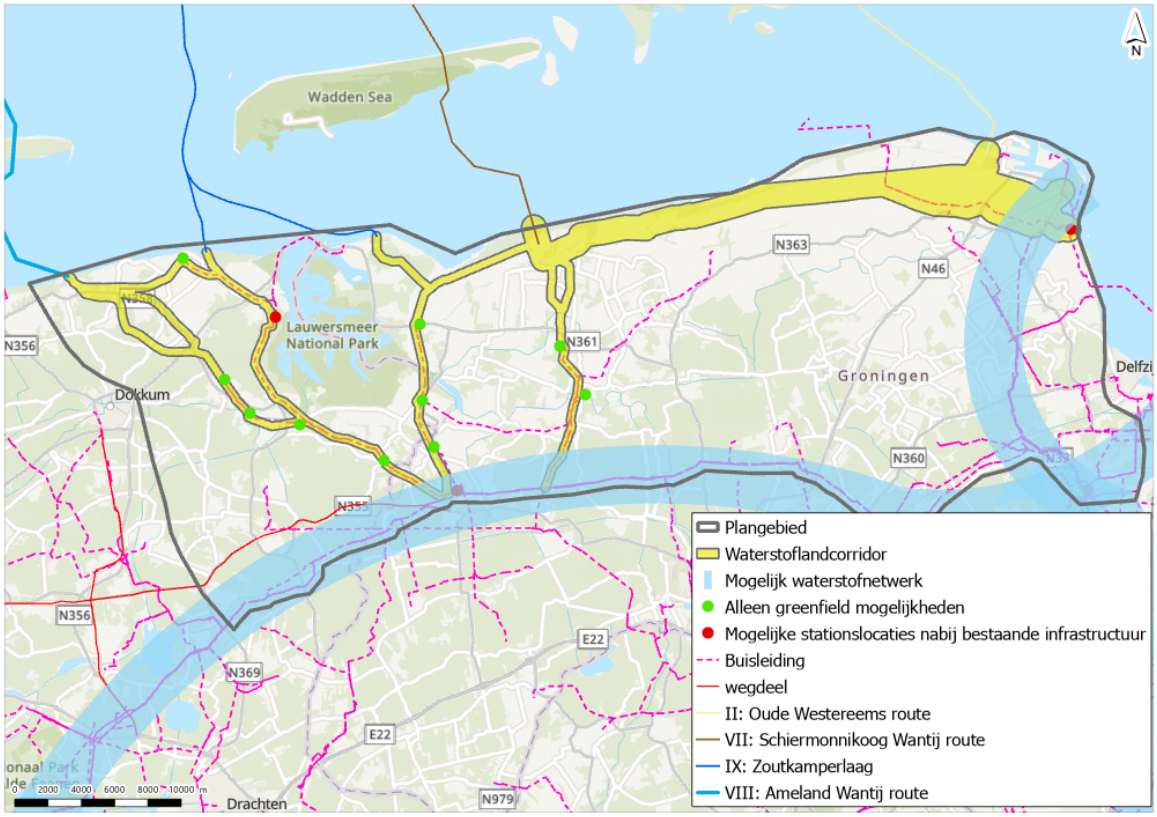


5.2 Stationslocaties

Naast de waterstofleidingen moeten er ook verschillende stationslocaties worden onderzocht. Het gaat om een afsluiterlocatie en een waterstof aanlandingsstation. De uitgangspunten hiervoor zijn beschreven in hoofdstuk 3.

Afbeelding 5.7 geeft gas en mijnbouw locaties weer langs de routealternatieven waar circa 2 hectare aan ruimte beschikbaar is in het gebied tegen de locaties aan. De grootte van de locaties langs de routes variëren van 10 m bij 10 m, tot locaties van enkele hectares. Afbeelding 5.6 toont onderscheid tussen greenfield en brownfield locaties. Voor de kleinere locaties is alleen greenfield ontwikkeling mogelijk (nieuw project zonder bestaande belemmeringen). Voor de grotere locaties kan worden onderzocht of er gedeeltelijke brownfield ontwikkeling mogelijk is (binnen bestaande locaties uitbreiden van mijnbouwlocatie; inbreiding). Het aanlandstation wordt dan deels op het bestaande terrein ontwikkeld. De verwachting is dat op de grotere locaties ondergronds allerlei infrastructuur zit. Hierdoor lijkt het in deze eerste planologische verkenning dat een brownfield ontwikkeling wel mogelijk is, op locaties waar dit mogelijk niet het geval is.

Afbeelding 5.7 Potentiële locaties voor het waterstof aanlandingsstation langs de onshore waterstofroutes



De grote gas en mijnbouw infrastructuur locaties nabij de onshore routes en de bijbehorende relevantie van deze locaties voor de landroutes zijn:

- de NAM productielocatie Anjum. Relevant voor VIII: Ameland Wantij landroute A en IX: Zoutkamperlaag landroute B;
- de NAM en Gasunie locatie Grijpskerk. Relevant voor de routes die aansluiten op het Waterstofnetwerk Nederland tussen Grijpskerk en Tjuchem;
- de Noordgastransport locatie nabij Uithuizen. Relevant voor de routes die langs de Eemshaven lopen;
- de Gasunie compressorstation Spijk. Relevant voor de routes die langs de Eemshaven lopen;
- en de Gasunie locatie nabij Tjuchem. Deze bevindt zich op een kruispunt van het waterstofnetwerk, waardoor deze locatie in principe voor alle routes relevant is. Voor de routes die via de Eemshaven lopen

betekent dit wel dat de routes verlengd moeten worden naar Tjuchem voordat ze worden aangesloten op het waterstofnetwerk, waardoor dit niet de ideale locatie is voor deze routes.

Alle mijnbouwlocaties kunnen een andere eigenaar hebben. Uit een eerste inventarisatie blijkt dat bijna alle locaties van de NAM zijn. Drie locaties worden door Gasunie gebruikt: 1) Compressorstation Spijk, 2) Nabij Grijpskerk en 3) nabij Tjuchem. De eigenaar en de gebruiker kunnen per locatie verschillen. Hier is nu geen zicht op. De kansen voor inbreiding of uitbreiding van locaties zal nog afgestemd moeten worden met de gebruikers en landeigenaren.

5.3 Samenvatting waterstofroutes

Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de volgende kenmerken van de routes:
- lengte van de routes vanwege kosten;
- de mate waarin Natura 2000-gebieden worden gekruist vanwege vergunbaarheidsrisico's;
- nabijgelegen grote stationslocaties voor elke onderzochte waterstofroute voor bundeling met bestaande mijnbouwlocaties.

De waterstofroutes onderscheiden zich op dit detailniveau niet significant op de andere onderzochte thema's.

Tabel 5.6 Samenvattende tabel van de onshore waterstofroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied	Bestaande stationslocaties langs route
VIII: Ameland Wantij landroute A	Circa 32,2 km	Circa 250 m	NAM productielocatie Anjum, de NAM en Gasunie locatie Grijpskerk.
VIII: Ameland Wantij landroute B	Circa 28,8 km	Nee	De NAM en Gasunie locatie Grijpskerk.
VIII: Ameland Wantij landroute B1	Circa 28,7 km	Nee	De NAM en Gasunie locatie Grijpskerk.
IX: Zoutkamperlaag landroute A	Circa 18,2 km	Circa 650 m	De NAM en Gasunie locatie Grijpskerk.
IX: Zoutkamperlaag landroute B	Circa 23,7 km	Circa 250 m	NAM productielocatie Anjum, de NAM en Gasunie locatie Grijpskerk.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (via Roodeschool)	Circa 34,6 km via Route Roodeschool	Nee	Gasunie compressorstation Spijk.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (via Oostpolder)	Circa 35,3 km via Route Oostpolder	Nee	Gasunie compressorstation Spijk.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B	Circa 16,5 km via Kloosterburen	Nee	Gasunie locatie Tjuchem.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1	Circa 17,2 km via Broek	Nee	Gasunie locatie Tjuchem.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C	Circa 20,3 km	Circa 650 m	De NAM en Gasunie locatie Grijpskerk.
II: Oude Westereems landroute A (via Oostpolder - aansluitpunt 3)	Circa 8,0 km via Route Oostpolder	Nee	Gasunie compressorstation Spijk.

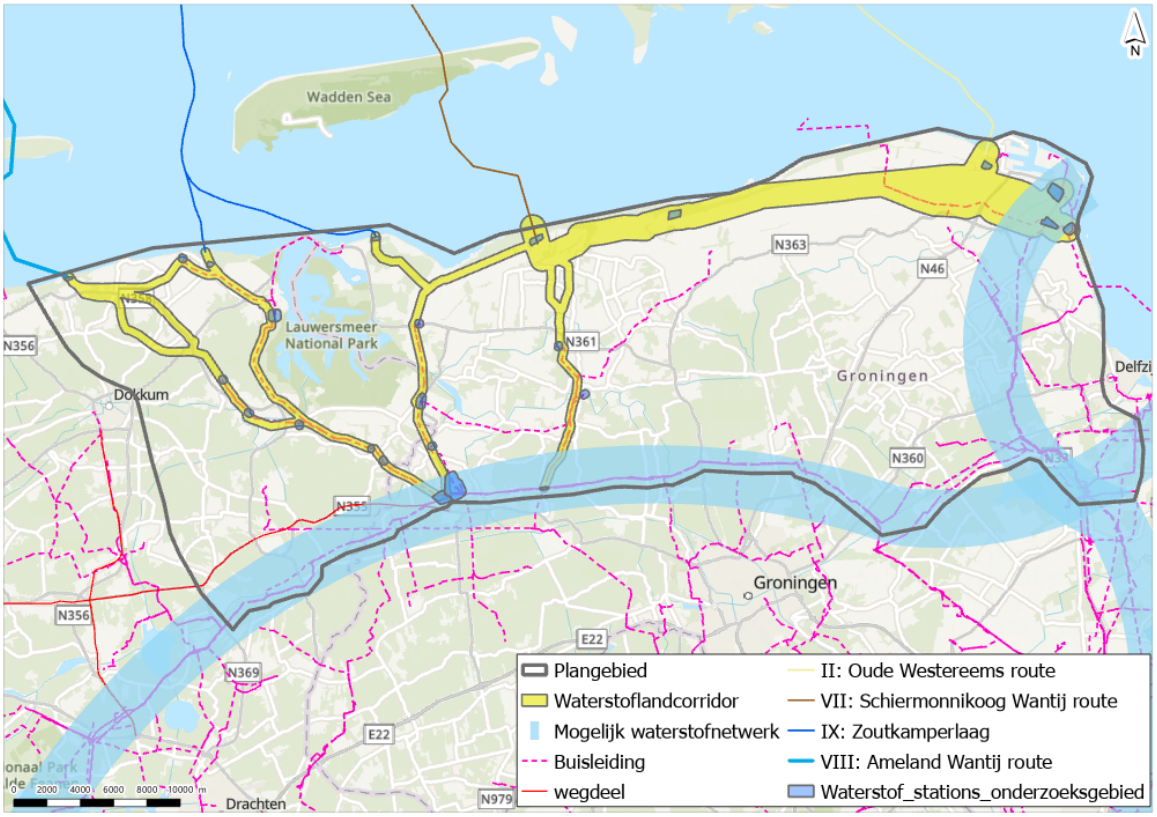
Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied	Bestaande stationslocaties langs route
II: Oude Westereems landroute A (via Roodeschool - aansluitpunt 3)	Circa 10,0 km via Route Roodeschool	Nee	Gasunie compressorstation Spijk.

5.4 Onderzoeksgebied MER

De routes zijn in deze notitie als lijnen ingetekend, maar deze zijn slechts indicatief. Het is nog onzeker waar de kabels en leidingen komen. In het MER wordt daarom een gebied onderzocht op milieueffecten, de kabels en/of leidingen kunnen overal in dit gebied komen te liggen. We noemen dit het plangebied. De breedte van het onderzoeksgebied verschilt per aanlandingszone. Tabel 4.1 uit de NRO deel 2 laat zien dat vanaf welke aanlandingszones op dit moment kabels en/of leidingen worden onderzocht. Het zoekgebied is 500 m breed (250 m aan weerszijden) bij alleen kabels en leidingen, hierin zit schuifruimte om de routes te optimaliseren naar aanleiding van de uitkomsten van het MER. Wanneer zowel kabels als leidingen aanlanden dan wordt een zoekgebied van 1500 m onderzocht. Tussen kabels en leidingen wordt bij parallelloop een onderlinge afstand van 1000 m gehanteerd, samen met 500 m schuifruimte (250 m aan weerszijden) komt te totale te onderzoeken breedte uit op 1500 m.

Afbeelding 5.8 geeft het onderzoeksgebied van de routes voor het MER weer. De blauwe gebieden geven het onderzoeksgebied weer voor de routes. De te onderzoeken locaties voor stations zijn hierin ook weergegeven.

Afbeelding 5.8 Onderzoeksgebied voor de landroutes + waterstofstations in het MER



6

AANLEGTECHNIEK VAN WATERSTOFROUTES

Kabels en leidingen worden doorgaans aangelegd of via een gestuurde boring op middels een open ontgraving. Hoofdstuk 6 brengt voor alle bovenstaande routes uit tabel 5.1 in beeld hoe ze aangelegd kunnen worden. Hiervoor is een hypothetische lijn getrokken in het midden van de te onderzoeken gebieden. Op basis van vooraf opgestelde uitgangspunten zijn vervolgens deze hypothetische lijnen gevolg. Dit geeft inzicht in hoe de routes onderling van elkaar verschillen voor het toepassen van gestuurde boringen. In absolute aantallen kan nog veel wijzigingen. Het betreft een inventarisatie van te kruisen objecten. De lengtes van de boring zijn een eerste inschatting. De uitvoeringstechniek kan ook nog wijzigen. De hypothese is dat onderstaande uitkomsten relatief wel onderscheid inzichtelijk maken tussen de routes.

6.1 Uitgangspunten

Voor alle routes geldt dat het uitgangspunt is om de infrastructuur aan te leggen met een open ontgraving. Soms is het onmogelijk of onwenselijk om met een open ontgraving aan te leggen. Dan wordt een gestuurde boring (ook wel HDD genoemd) toegepast. Een HDD wordt toegepast indien er sprake is van een kruising met:

- waterkeringen;
- watergangen (primair of grote breedte);
- bossen;
- spoor;
- snelwegen en provinciale wegen;
- overige waterstaatswerken;
- N2000-gebieden;
- NNN-gebieden;
- buisleidingen gevaarlijke inhoud;
- hoogspanning;
- kabels & leidingen stroken;
- archeologische waardevolle locaties.

Voor kruisingen van infrastructuur met een lengte van minder dan 150 m wordt een perstechniek gebruikt. Voor langere afstanden wordt een HDD ingezet, tot een maximum van 1500 m.

6.2 Gestuurde boring per aanlandingszone

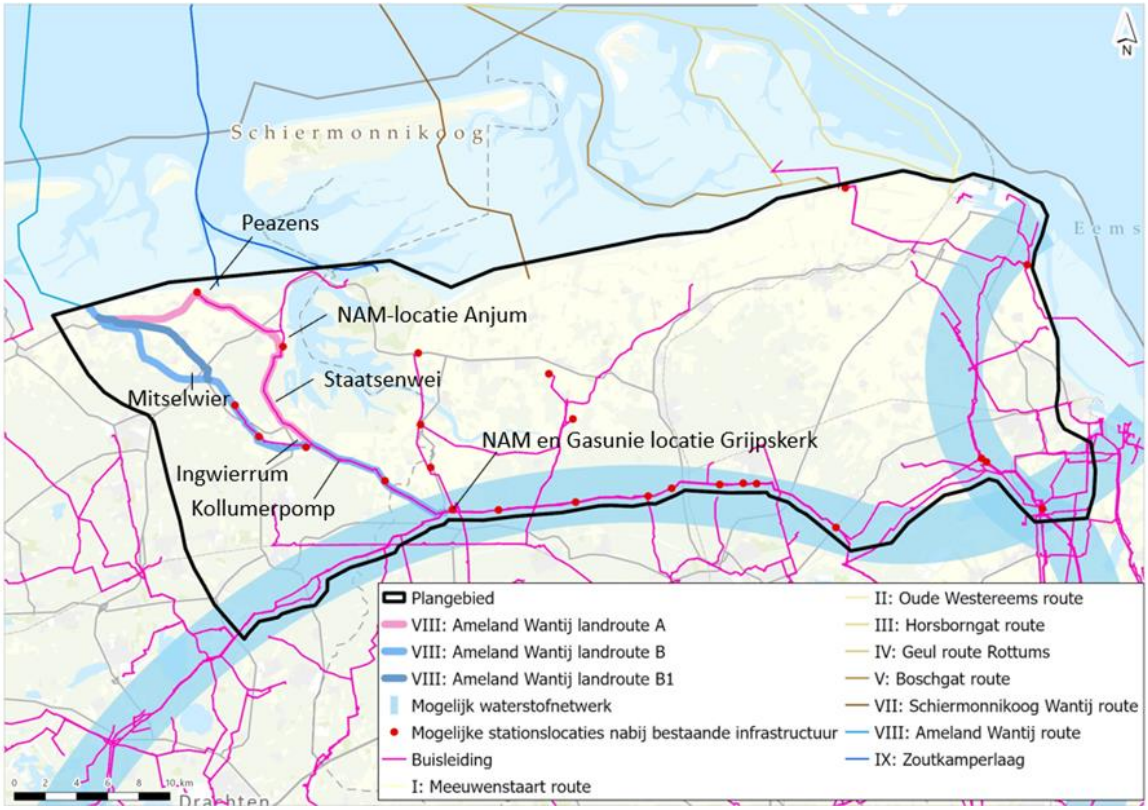
Per aanlandingszone zijn routealternatieven opgesteld, zie tabel 5.1. Omdat de routes op abstract niveau zijn ingetekend geven onderstaande tabellen indicatief aan waar de routes met open ontgraving en gestuurde boring worden aangelegd. Bij alle routes is uitgegaan van het aantal boringen voor één leiding. De volgende afbeelding toont een overzicht van de locaties waar een HDD wordt toegepast (in rood).

Afbeelding 6.1 Overzicht van de locaties waar een HDD wordt toegepast (in rood)

6.3 Ameland Wantij

De volgende afbeelding en tabel geven de ontwikkelde routes aan vanaf de aanlandingszone van de Ameland Wantij. De tabel geeft het aantal gestuurde boringen aan en de totale lengte wat indicatief in open ontgraving en als gestuurde boring wordt aangelegd.

Afbeelding 6.2 VIII: Ameland Wantij Landroutes



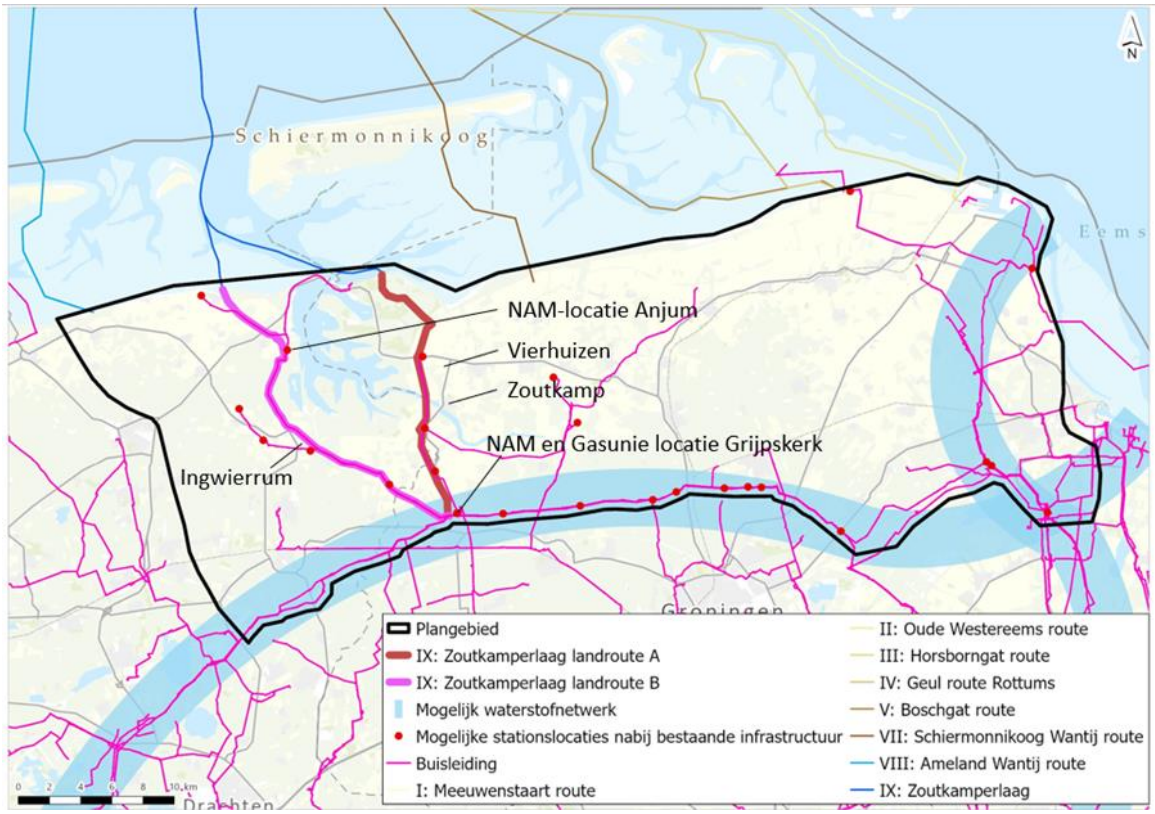
Tabel 6.1 Alternatieven VII: Ameland Wantij Landroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Aantal gestuurde boringen HDD (perslucht)	Totale lengte gestuurde boring (open ontgraving)	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied
VIII: Ameland Wantij landroute A	Circa 32,2 km	2 HDD (8 perstechniek)	1.562 m (30,6 km)	Circa 250 m
VIII: Ameland Wantij landroute B	Circa 28,8 km	1 HDD (14 perstechniek)	1.297 m (27,5 km)	Nee
VIII: Ameland Wantij landroute B1	Circa 28,7 km	1 HDD (13 perstechniek)	1.286 m (27,4 km)	Nee

6.4 Zoutkamperlaag

De volgende afbeelding en tabel geven de ontwikkelde routes aan vanaf de aanlandingszone van de Zoutkamperlaag. De tabel geeft het aantal gestuurde boringen aan en de totale lengte wat indicatief in open ontgraving en als gestuurde boring wordt aangelegd.

Afbeelding 6.3 IX: Zoutkamperlaag Landroutes



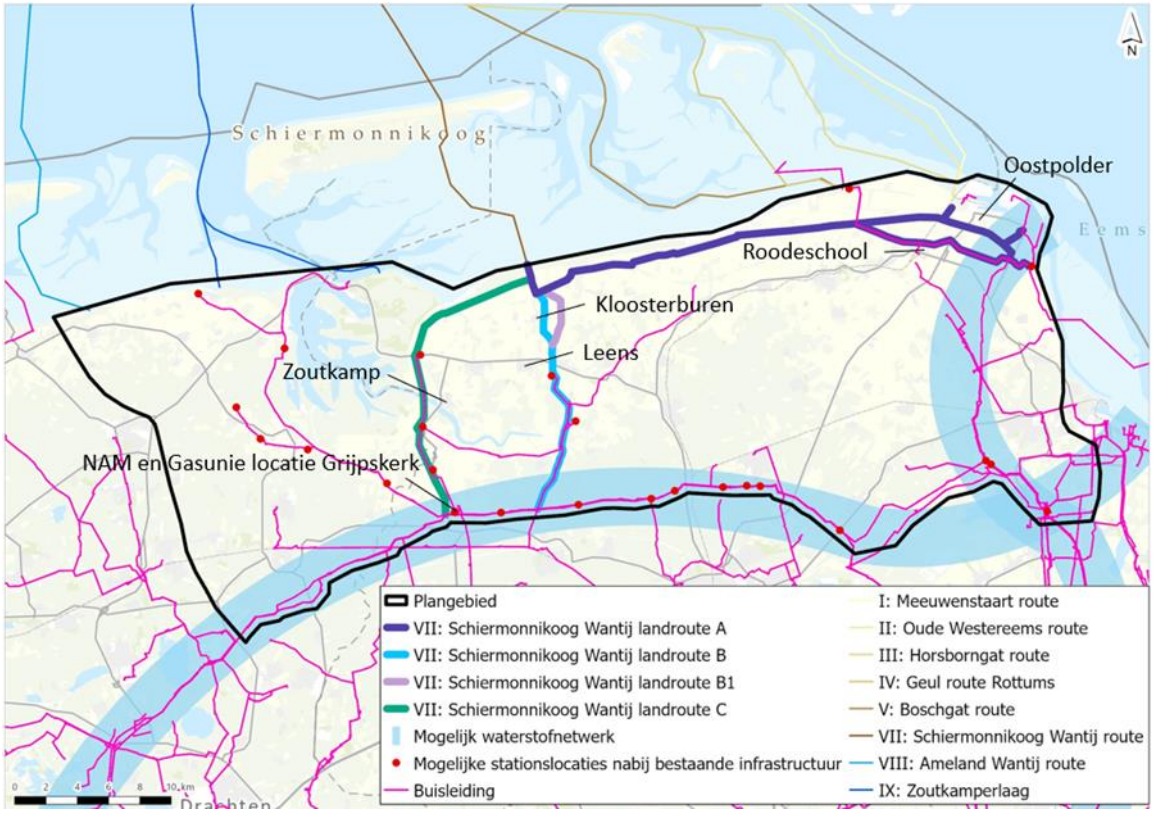
Tabel 6.2 Alternatieven IX: Zoutkamperlaag Landroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Aantal gestuurde boringen HDD (perslucht)	Totale lengte gestuurde boring (open ontgraving)	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied
IX: Zoutkamperlaag landroute A	Circa 18,2 km	5 HDD (4 perstechniek)	2.045 m (16,2 km)	Circa 650 m
IX: Zoutkamperlaag landroute B	Circa 23,7 km	2 HDD (7 perstechniek)	1.905 m (21,8 km)	Circa 250 m

6.5 Schiermonnikoog Wantij

De volgende afbeelding en tabel geven de ontwikkelde routes aan vanaf de aanlandingszone van de Schiermonnikoog Wantij. De tabel geeft het aantal gestuurde boringen aan en de totale lengte wat indicatief in open ontgraving en als gestuurde boring wordt aangelegd.

Afbeelding 6.4 VII: Schiermonnikoog Wantij Landroutes



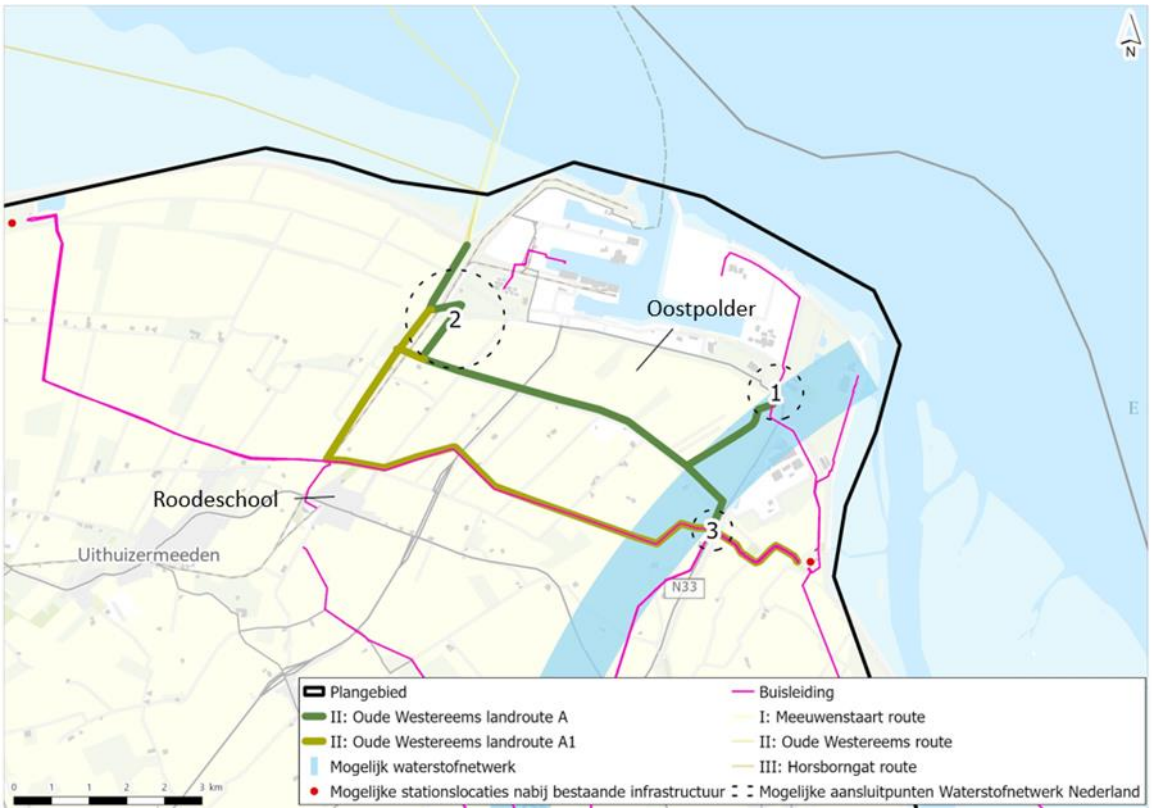
Tabel 6.3 Alternatieven VII: Schiermonnikoog Wantij Landroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Aantal gestuurde boringen HDD (perslucht)	Totale lengte gestuurde boring (open ontgraving)	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A via Roodeschool	Circa 34,6 km	0 HDD (12 perstechniek)	792 m (33,8 km)	Nee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A via Oostpolder	Circa 35,3 km	0 HDD (13 perstechniek)	837 (34,5 km)	Nee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B	Circa 16,5 km via Kloosterburen	0 HDD (6 perstechniek)	439 m (16,1 km)	Nee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1	Circa 17,2 km via Broek	1 HDD (6 perstechniek)	612 m (16,6 km)	Nee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C	Circa 20,3 km	2 HDD (3 perstechniek)	1.083 m (19,2 km)	Circa 650 m

6.6 Ten westen van de Eemshaven

De volgende afbeelding en tabel geven de ontwikkelde routes aan vanaf de aanlandingszone Ten Westen van de Eemshaven. De tabel geeft het aantal gestuurde boringen aan en de totale lengte wat indicatief in open ontgraving en als gestuurde boring wordt aangelegd.

Afbeelding 6.5 II: Oude Westereems landroutes voor aanlanding Ten Westen van de Eemshaven



Tabel 6.4 Alternatieven II: Oude Westereems landroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Aantal gestuurde boringen HDD (perslucht)	Totale lengte gestuurde boring (open ontgraving)	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied
II: Oude Westereems landroute A via Oostpolder - aansluitpunt 3	Circa 8,0 km	0 HDD (10 perstechniek)	735 m (7,3 km)	Nee
II: Oude Westereems landroute A1 via Roodeschool - aansluitpunt 3	Circa 10,0 km	0 HDD (10 perstechniek)	739 m (9,3 km)	Nee

IV

BIJLAGE: NOTITIE - DIJKVARIANT B

NOTITIE

Onderwerp	Dijkvariant b
Project	PAWOZ-Eemshaven voluit
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Organisatie	RHW - Combi RHDHV & W+B
Werkpakket	4.4 Notitie Routeontwerp
Onderdeel	GEN - General
Soort	ME - Memo
Discipline	NA - Non-discipline specific or not applicable
Status	S3 - For client comments
Datum	25 augustus 2023
Referentie	BI9148-RHW-4.4-GEN-ME-NA-055078
Bijlage(n)	Dwarsprofielen dijk

1 INLEIDING

In de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) voor PAWOZ - Eemshaven (hierna PAWOZ) is route XIb - dijkvariant b opgenomen. Deze route loopt parallel aan de zeedijk (tussen Westpolder en Eemshaven), door de beschermingszone van de dijk (zowel binnen- als buitendijks), richting Eemshaven (afbeelding 1.1 toont met een wit vlak het gebied waar de route parallel aan de kering loopt). De route is ingebracht als alternatief voor de route over land die over agrarische percelen loopt.

Om verder invulling te geven aan deze route hebben er gesprekken plaatsgevonden met Waterschap Noorderzijlvest (beheerder van dijk). In samenspraak met het Waterschap is bekeken of het aanleggen en onderhouden van kabels of leidingen langs deze route (zowel binnen-als buitendijks) haalbaar te maken is. Op basis van de gesprekken is gezamenlijk geconstateerd dat dit niet het geval is. In deze notitie wordt toegelicht waarom de route niet haalbaar te maken is.

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Postbus 24087
3511 SW Utrecht
www.witteveenbos.com

Royal HaskoningDHV Nederland B.V.
Postbus 1132
3818 EX Amersfoort
www.royalhaskoningdhv.nl

Afbeelding 1.1 Route XIb - dijkalternatief b

2 UITGANGSPUNTEN

In dit hoofdstuk worden de kenmerken van de betreffende kering en de uitgangspunten en eisen voor de aanleg van een kabel en een leiding toegelicht.

2.1 Primaire kering

De primaire waterkering ter hoogte van de dijkvariant biedt bescherming tegen overstromingen bij hoogwater vanuit de Waddenzee. In de Keur van Waterschap Noorderzijlvest zijn onder andere de regels vastgelegd ter bescherming van de waterstaatswerken zoals dijken en wateren.

Opbouw van de kering

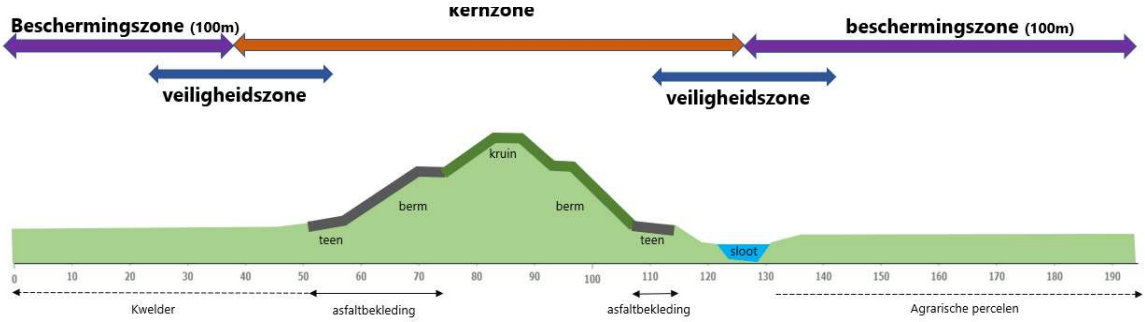
Op verschillende locaties langs de dijk zijn dwarsdoorsnedes gemaakt om de opbouw van de kering in beeld te brengen (Afbeelding 2.1 toont een overzicht van alle locaties waar een doorsnede is gemaakt, zie bijlage I voor alle profielen). Afbeelding 2.2 toont een typische dwarsdoorsnede van de kering, waarin de verschillende kenmerken en zones van de kering zijn aangegeven:

- de **kernzone** zijn de centrale gedeelten van waterkeringen en oppervlaktewaterlichamen, die als zodanig in de legger van het Waterschap Noorderzijlvest zijn aangegeven en waarin ter bescherming van die waterstaatswerken voorschriften krachtens deze Keur van toepassing zijn;
- de **beschermingszone** is aan een waterstaatswerk grenzende zone, waarin ter bescherming van dat werk voorschriften en beperkingen (kunnen) gelden. Deze bestaat uit 100 meter aan weerszijden van het werk, vanaf de teen van het dijklichaam;
- de **veiligheidszone** vanuit NEN 3651: de NEN 3651 is bedoeld voor leidingen en niet voor kabels, maar deze wordt hier echter wel vaak voor gebruikt (mantelbuizen worden gezien als leidingen). De exacte maatvoering heeft te maken met wat er wordt aangelegd. De druk van de leiding is ook bepalend (i.h.k.v. verwerkingskader);
- de **kruin** van de dijk is het bovenste gedeelte van de dijk;
- de **berm** binnendijks is naast of tegen de dijk aangebrachte grond om de dijk te ondersteunen. De **berm** buitendijks is aangebracht vanwege golfoploop en golfbelasting;
- binnendijks van de dijk bevindt zich een **sloot**, deze is van belang voor de waterhuishouding in het gebied;
- **de asfaltbekleding** op de dijk is aangelegd om het onderliggende dijklichaam te beschermen tegen erosie;

- voor het verrichten van onderhoudswerkzaamheden bestemde en als zodanig bij het waterschap in gebruik zijnde paden, gelegen langs oppervlaktewaterlichamen worden gedefinieerd als **onderhoudspaden**.

Afbeelding 2.1 Overzicht van locaties waar doorsneden van de dijk zijn gemaakt aangegeven met rood

Afbeelding 2.2 Typische doorsnede van de kering tussen Westpolder en Eemshaven. Hierin zijn relevante kenmerken en zones aangegeven



Eisen en advies vanuit het waterschap

- in de Keur is vastgelegd dat gebruikmaking van de waterkering zonder ontheffing niet is toegestaan;
- indien het niet mogelijk is om de beoogde activiteiten buiten de kern- en beschermingszone uit te voeren, bijvoorbeeld indien kruising van een dijk met kabels en leidingen onvermijdelijk is, kan een ontheffing (in de vorm van een watervergunning) onder voorwaarden worden afgegeven. In die gevallen dient in ieder geval te worden aangetoond dat de stabiliteit van de dijk wordt geborgd en de dijk bereikbaar is voor onderhouds- en herstelwerkzaamheden (zie punt hieronder);
- de onderhoudsweg ('asfaltbekleding' in afbeelding 2.3) dient te allen tijde bruikbaar te zijn. Mocht dit vanwege de aanleg van een kabel/leiding niet mogelijk zijn dan dient de initiatiefnemer in een alternatieve onderhoudsweg te faciliteren;
- in de toekomst wordt deze dijk mogelijk versterkt. Het is nog onzeker of er een binnen- of buitendijkse versterking wordt uitgevoerd. De mogelijkheid voor een eventuele toekomstige versterking mag niet beperkt worden door de eventuele aanleg van een kabel/leiding;

- de binnendijkse (en eventueel aanwezige buitendijkse) sloot dient te blijven functioneren tijdens eventueel kabel/leiding aanleg werkzaamheden. De sloot mag dus niet zomaar gedempt worden;
- met het oog op waterveiligheid behoudt het Waterschap het recht om onderhoudswerkzaamheden aan infrastructuur in de dijkzone tegen te houden;
- voor de aanleg van een leiding parallel aan de dijk zijn eisen opgenomen in de NEN 3650-serie en met name in de NEN 3651 (H7.3). Daarin is tevens opgenomen dat het leggen van een leiding in de lengterichting in of op een waterkering, dan wel in of op het theoretisch profiel van een waterkering in principe niet toelaatbaar is.

2.2 Kabel

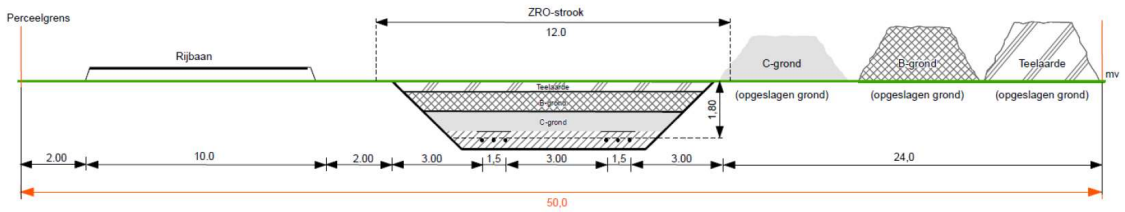
Aanleg

Op land zijn de twee meest gebruikte aanlegmethodes middels open ontgravingen en gestuurde boringen (HDD). Standaard wordt een kabel aangelegd in open ontgraving, een HDD wordt toegepast als er zich één of meerdere obstakels (bijvoorbeeld sloten, wegen, buisleidingen) op of direct onder het oppervlak bevinden en andere installatiemethodes niet wenselijk zijn. In de volgende alinea's volgt een korte toelichting op de twee installatiemethodes, met name wat betreft het ruimtebeslag.

Open ontgraving

Bij de aanleg van de kabels in open ontgraving wordt met graafmachines een sleuf gegraven. De diepte van de sleuf is afhankelijk van de locatie waar de kabels komen te liggen. In het dijklichaam wordt naar verwachting een diepteligging van 2,10 m onder het maaiveld aangehouden. Voor de aanleg van een kabelsysteem is de benodigde werkruimte voor de aanlegstrook (10-15 m), transport (10-15 m) en grondopslag (20-25 m) in totaal circa 50 m. Om in den droge de kabels aan te leggen, kan het noodzakelijk zijn dat er bemaling aangebracht moet worden. Nadat de kabels en afdekplaten zijn gelegd, wordt de sleuf weer aangevuld met de eerder vrijgekomen grond en wordt de bemaling verwijderd. De verwachte duur van de werkzaamheden voor de aanleg van 1 kabel voor het deel parallel aan de dijk (uitgaande van 35-40 km) is circa 1,5 jaar.

Afbeelding 2.3 Benodigde werkstrook voor de aanleg van de kabels in open ontgraving



HDD

HDD staat voor 'horizontal directional drilling' (horizontaal gestuurde boring). Dit houdt in dat mantelbuizen op grotere diepte (>10 m onder het oppervlak) met een gestuurde boormethode worden aangelegd waarna de hoogspanningskabels in de mantelbuizen worden getrokken. De maximale lengte van een boring is circa 1.200 m, dit is afhankelijk van de lokale grondcondities. Voor de realisatie van horizontale boringen worden werkterreinen ingericht aan beide zijden van de boring (circa 2.500 m^2 bij intredepunt en wat kleiner bij uittredepunt). Hierbij moet men denken aan materieelopstellingen zoals een boormachine, boorstangen, een bentoniet scheidingsunit, een mobiele kraan, generatoren en units voor personeel, maar ook het realiseren van een bentoniet bassin. Materiaal zoals mantelbuizen en zakken met bentoniet worden ook op het werkterrein opgeslagen.

Eisen vanuit TenneT

- de kabel dient ten allen tijden (jaarrond, dus ook tijdens bijvoorbeeld stormseizoen) bereikbaar te zijn voor eventueel reparaties dit i.v.m. de wettelijke taak van TenneT ten aanzien) van leveringszekerheid van elektriciteit);
- de ZRO (Zakelijk Recht Overeenkomst) strook (zie afbeelding 2.3) is een strook van (afhankelijk van precieze ligging) circa 9-12 m. In de ZRO is opgenomen dat voor bepaalde werkzaamheden in deze strook een voorafgaande toestemming nodig is van de beheerder van de hoogspanningskabel. In de ZRO-strook rondom de kabel(s) wordt door TenneT een 'zakelijk recht' gevestigd in een overeenkomst met eigenaar en gebruikers. Hierin worden beperkingen gesteld aan het gebruik van de ZRO-strook. De gebruiksbeperkingen binnen de ZRO-strook gaan onder andere om bouw- en graafwerkzaamheden;
- aanpassingen aan de dijk mogen niet tot vermindering van de functionaliteit van de kabels leiden. Een dijkverbreding/-verhoging waardoor een groter pakket zand op de kabel komt, kan bijvoorbeeld leiden tot ongewenste thermische effecten en uiteindelijk falen van de verbinding. Dat wordt niet toegestaan.

2.3 Leiding

Voor de aanleg van een leiding parallel aan de dijk zijn eisen opgenomen in de NEN 3651. In de norm wordt het volgende gesteld: “Het leggen van een leiding in de lengterichting in of op een waterkering, dan wel in of op het theoretische profiel van een waterkering is niet toelaatbaar”. Wel wordt aangegeven dat in zeer uitzonderlijke gevallen, wanneer er dringende planologische redenen bestaan, afgeweken kan worden. Dit wordt met name bedoeld wanneer lokale parallelligging met een waterkering of en ander waterstaatswerk niet anders kan worden opgelost. Dat is niet wat met deze route wordt bedoeld: namelijk bewust, over een lengte van 40 km parallelligging met een waterkering opzoeken. Wanneer parallelligging niet vermeden kan worden moet volgens de NEN 3651 aan bepaalde eisen worden voldaan (eisen zijn afhankelijk van de druk van de leiding, verwachting is dat de druk van de waterstofleiding tussen de 70 en 100 bar is). Een van deze eisen is het plaatsen van damwanden aan weerszijden van de leiding. Dit betekent dat over een lengte van 40 km damwanden worden geplaatst aan weerszijden van de leiding.

Vanwege de eisen in de NEN, en de impact daarvan op de aanleg van een leiding parallel aan de dijk, wordt een leiding langs deze route als niet realistisch beschouwd.

3 BESCHRIJVING AANLEG DIJKVARIANT

Omdat op basis van de uitgangspunten voor de aanleg van een (waterstof)leiding reeds is vastgesteld dat dijkvariant B geen realistische route is, wordt in dit hoofdstuk alleen de aanleg van kabels beschreven.

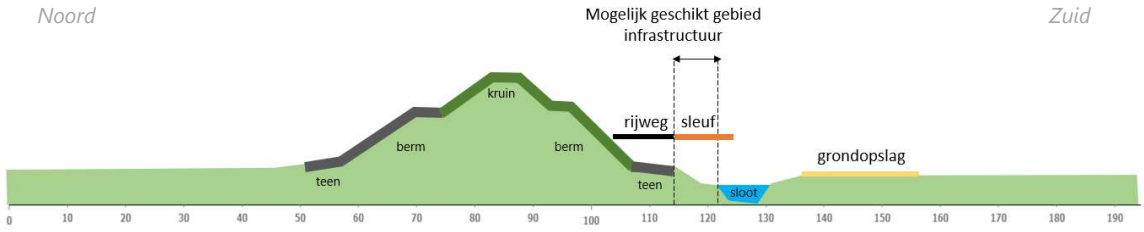
3.1 Binnendijks

Benodigde ruimte

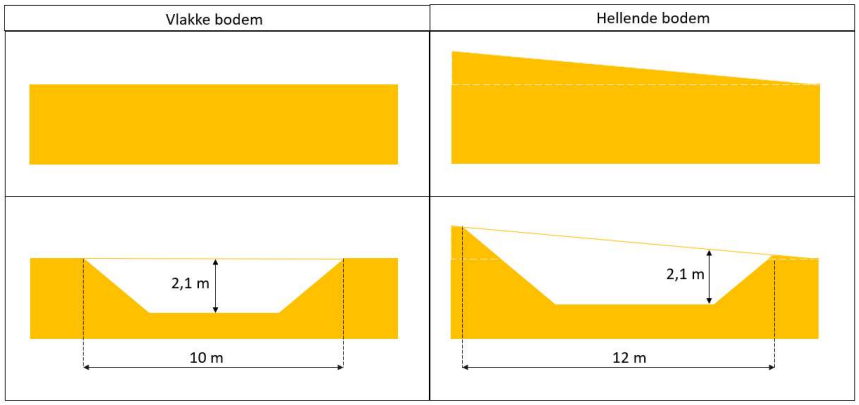
Uit de uitgangspunten volgt dat binnendijks <10 m beschikbaar is voor de aanleg van kabels, dit is in afbeelding 3.1 aangegeven met verticale gestreepte lijnen. Voor de aanleg van een kabelsysteem is minimaal de volgende ruimte nodig: 10 m voor de sleuf, 10 m voor transport over de rijweg parallel aan de sleuf en 20 m voor grondopslag. Deze benodigde ruimte is in afbeelding 3.1 geprojecteerd. Hieruit blijkt dat er binnendijks ten noorden van de sloot geen ruimte is voor de aanleg van een kabel. Aanvullend dient opgemerkt te worden dat de kabelsleuf is geprojecteerd op het deel van de dijk dat hellend is, waardoor de totale breedte van de sleuf om de kabel op de gewenste diepte te brengen toeneemt. Dit wordt geïllustreerd in afbeelding 3.2. Voor de tijdelijke opslag van vrijgekomen grond is alleen plaats op de agrarische percelen ten zuiden van de sloot.

Wanneer de breedte van de sleuf op een nog nader te bepalen wijze geoptimaliseerd zou kunnen worden, en er ten noorden van de sloot ruimte zou zijn voor de aanleg van 1 kabel betekent dit dat er direct ten noorden van de bestaande sloot een sleuf wordt ingegraven.

Afbeelding 3.1 Typische doorsnede van de kering tussen Westpolder en Eemshaven. Hierin is het gebied aangegeven dat mogelijk geschikt is voor de aanleg van infrastructuur. En is met gekleurde strepen de benodigde ruimte voor de aanleg van 1 kabel weergegeven



Afbeelding 3.2 Illustratieve weergave van de breedte van een sleuf bij een vlakke bodem en bij een hellende bodem



Sloot

De sloot zoals ook aangegeven in afbeelding 3.1 dient tijdens de werkzaamheden te blijven functioneren. Om de kabel op de aanlegdiepte te brengen wordt er ter hoogte van het oranje vlak een sleuf gegraven. Om de stabiliteit van de sloot te garanderen tijdens de graafwerkzaamheden is de verwachting dat er tijdelijke damwanden dienen te worden ingezet parallel aan de sloot, over het gehele tracé parallel aan de dijk en de sloot (40 km). De damwand zou geplaatst worden ter hoogte van de rechter verticale stippellijn in afbeelding 3.2. Om de vrijgekomen grond tijdelijk op te slaan aan de andere kant van de sloot dienen tijdelijke bruggen gebouwd te worden. Daarnaast is het ook mogelijk dat er vanwege de stabiliteit van de brug en de sloot, ter hoogte van de tijdelijke bruggen, ook damwanden nodig zijn aan de zuidelijke zijde van de sloot (= in hoogwaardige agrarische percelen).

Bereikbaarheid

Het waterschap heeft aangegeven dat de dijk te allen tijden bereikbaar moet zijn. Wanneer er langs de dijk werkzaamheden plaatsvinden is TenneT verantwoordelijk voor een tijdelijke weg om de werkzaamheden heen. Deze kan gegeven de beschikbare ruimte alleen worden aangelegd op de agrarische percelen ten zuiden van de dijk.

ZRO

Bij de aanleg van een kabel binnendijks is het vanwege de ZRO strook niet mogelijk om een binnendijkse dijkversterking te realiseren. Binnen de ZRO is volgens TenneT namelijk vastgelegd dat bouw en graafwerkzaamheden niet zijn toegestaan. Dit zou betekenen dat een binnendijkse versterking van de dijk niet mogelijk is. Dit is voor het Waterschap geen acceptabel uitgangspunt wanneer de haalbaarheid van een zeewaartse dijkversterking onzeker is.

Deelconclusie binnendijkse route

Aanleg

De sleuf die nodig is voor de aanleg van 1 kabel past niet tussen de binnendijks gelegen sloot en de dijk, wanneer de sleuf breedte geoptimaliseerd zou kunnen worden (hetgeen gezien afbeelding 6 niet aannemelijk is) zou de sleuf alsnog direct ten noorden van de huidige sloot gegraven worden. Er is dan over een lengte van 40 km damwanden aan de noordelijke zijde van de (zuidelijke) sloot te plaatsen, om de stabiliteit van de sloot te garanderen. Daarnaast moeten er om de vrijgekomen grond op te kunnen slaan bruggen worden gebouwd over de sloot, waarbij mogelijk ook aan de zuidelijke zijde van de sloot, ter hoogte van de bruggen op agrarische percelen, damwanden nodig zijn. Door de aanvullende werkzaamheden die nodig zijn is de verwachting dat de werkzaamheden ook (ruimschoots) langer kunnen duren dan de eerder aangegeven 1,5 jaar (die ging niet uit van damwanden). De aanleg van een kabel langs deze route wordt daarom als niet realistisch beschouwd.

Beheer

Het is voor het Waterschap onacceptabel wanneer de aanwezigheid van infrastructuur de mogelijke toekomstige dijkversterking beperkt. Anderzijds is het voor TenneT niet acceptabel om de TenneT eisen in de ZRO aan te passen, en bouw- en graafwerkzaamheden wel toe te staan.

3.2 Buitendijks

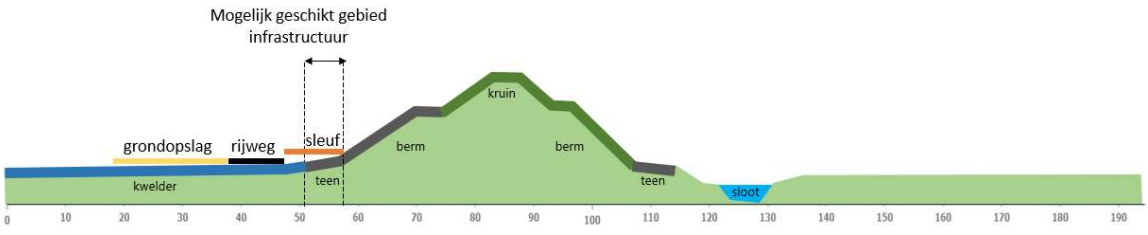
Met de buitendijkse variant worden twee routevarianten bedoeld:

- A - parallel aan de dijk in het dijklichaam;
- B - parallel aan de dijk door verruigde kwelders.

Benodigde ruimte

Uit de uitgangspunten volgt dat net als binnendijks ook buitendijks <10 m beschikbaar is voor de aanleg van kabels, dit is in afbeelding 3.3 aangegeven met verticale gestreepte lijnen. Ook zijn voor de sleuf, het transport en de grondopslag dezelfde oppervlaktes nodig. Deze benodigde ruimte is in Afbeelding 3.3 geprojecteerd. Hieruit blijkt dat er buitendijks ten zuiden van de kwelder, in het dijkprofiel, geen ruimte is voor 1 of meerdere kabels.

Afbeelding 3.3 Typische doorsnede van de kering tussen Westpolder en Eemshaven. Hierin is het gebied aangegeven dat mogelijk geschikt is voor de aanleg van infrastructuur. En is met gekleurde strepen de benodigde ruimte voor de aanleg van 1 kabel weergegeven



Bereikbaarheid

De buitendijkse zijde van de dijk is in principe enkel bereikbaar vanaf het wad. Het materieel dat nodig is voor de aanleg van een kabel kan geen gebruik maken van de onderhoudspaden die over de dijk lopen, omdat de asfaltbekleding onder een steile hoek ligt, waardoor de logistiek (o.a. zware en hoge kabelhaspels) niet veilig uitgevoerd kan worden. Een andere optie is om het materieel voor de aanleg, maar ook voor eventueel onderhoud aan te voeren vanaf zee. Aanvoer vanaf zee is echter complex vanwege de beperkte waterdiepte, de afstand tot Eemshaven en de afstand die rijdend over de kwelders overbrugt dient te worden.

Beperkingen uitvoering

De buitendijkse dijkvariant B ligt deels in de kwelders (Natura 2000). Activiteiten voor de aanleg van kabels kan op de kwelders niet worden uitgesloten, dit leidt tot beperkingen voor de uitvoering. De verwachting is dat de kwelders gedurende het broedseizoen (april-augustus) niet verstoord mogen worden. Aanvullend kan er vanwege veiligheid voor mens en omgeving en weersinvloeden niet in het stormseizoen gewerkt worden.

Asfaltbekleding

Voor buitendijkse dijkvariant B dient de harde bekleding tijdelijk verwijderd te worden. De harde bekleding van de dijk, onder andere bestaande uit asfalt en koperslakblokken, mag echter om veiligheidsredenen tijdens het stormseizoen niet verwijderd worden. Voor zowel de aanleg, als eventuele onderhouds- en herstelwerkzaamheden geldt dus dat deze niet kunnen worden uitgevoerd in het stormseizoen, hierdoor blijft slechts een relatief korte aanlegperiode over (waardoor de werkzaamheden meerdere jaren zullen vergen). Daarnaast is het voor TenneT onacceptabel als de kabel niet ten alle tijden bereikbaar is voor onderhoud of herstelwerkzaamheden. Het waterschap heeft aangegeven dat de asfaltbekleding op termijn vervangen dient te worden. Mogelijk kan de aanleg van de kabel gecombineerd worden met het vervangen van de asfaltbekleding. De asfaltbekleding zal echter niet als één project over de volledige lengte van het traject worden gerealiseerd. Een directe consequentie hiervan is dat de kabel slechts gefaseerd kan worden aangelegd en mogelijk langer duurt dan 10 jaar. Dit is onacceptabel voor EZK en voor TenneT niet uitvoerbaar.

ZRO

Bij de aanleg van een kabel buitendijks is het vanwege de ZRO strook niet mogelijk om een buitendijkse dijkversterking te realiseren. Binnen de ZRO is volgens TenneT vastgelegd dat bouw en graafwerkzaamheden niet zijn toegestaan. Dit zou betekenen dat een buitendijkse versterking van de dijk niet mogelijk is. Een directe consequentie is dat de toekomstige versterking(en) slechts landinwaarts kunnen plaatsvinden. Uiteindelijk zal deze werkzaamheden beslag leggen op kostbare landbouwgrond.

Deelconclusie

Aanleg

De buitendijkse ruimte – buiten Natura 2000 gebied - is onvoldoende voor de aanleg van 1 of meerdere kabels. Bovendien is de bereikbaarheid van de buitendijkse teen complex vanwege de beperkte waterdiepte en de afstand over de kwelder die rijdend overbrugd dient te worden. Daarnaast zijn er seizoensbeperkingen (zowel broed- als stormseizoen) die de aanleg niet realistisch maken.

Beheer

Het is voor het Waterschap onacceptabel wanneer de aanwezigheid van infrastructuur de mogelijke toekomstige dijkversterking beperkt. Anderzijds is het voor TenneT niet acceptabel om de TenneT eisen in de ZRO aan te passen, en bouw- en graafwerkzaamheden wel toe te staan.

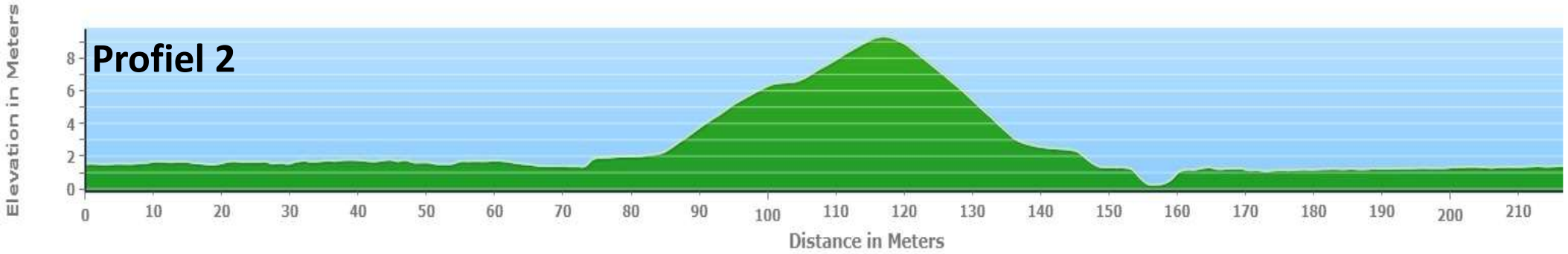
4 CONCLUSIE

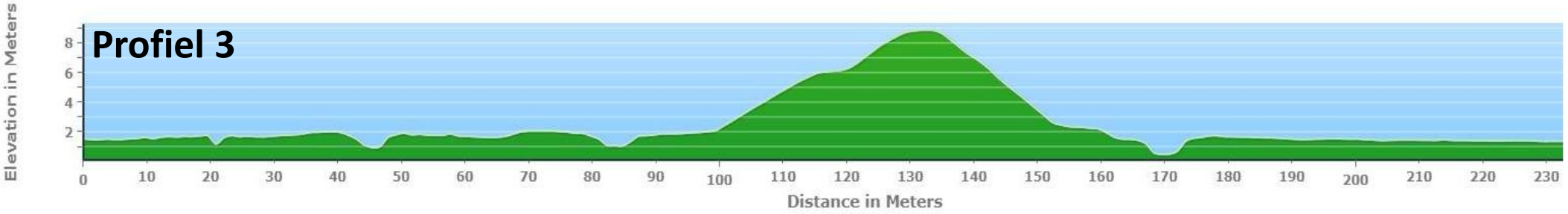
Zowel op het gebied van aanleg als beheer sluiten de eisen voor de kabels en waterstofleidingen niet aan bij de eisen van het Waterschap en van TenneT. Daarnaast geldt dat het dijklichaam en de nabij omgeving resulteren in tijdelijke maatregelen die tot veel extra tijd, overlast en maatschappelijke kosten leiden. Hierbij kan het vraagstuk over doelmatigheid van kosten voor de ACM een rol spelen.

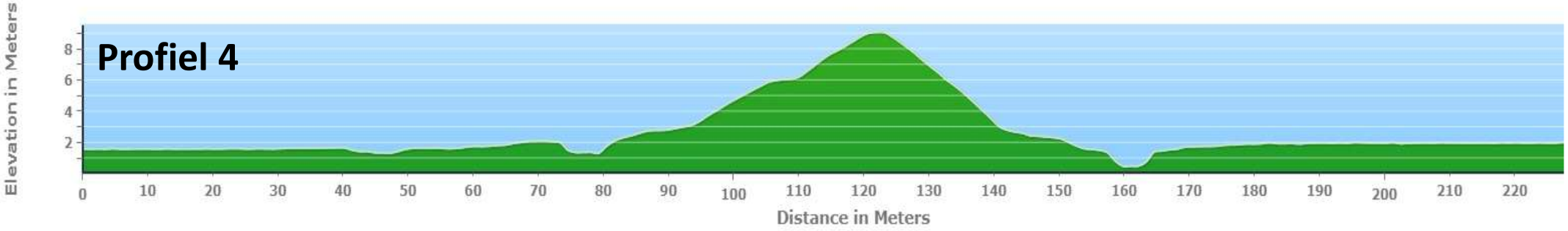
Verder is het voor TenneT onacceptabel als de kabel niet ten alle tijden bereikbaar is voor onderhoud of herstelwerkzaamheden. Dit doet zich met name voor bij de variant aan de kwelderzijde van de kering. Los van het voornoemde speelt dat de rechten gerelateerd aan de ZRO strook beperkend zijn voor de toekomstige dijkversterkingen. In het geheel beschouwd is het daarom niet realistisch om kabels en/of waterstofleidingen over een grote lengte parallel in/aan de primaire kering aan te leggen.

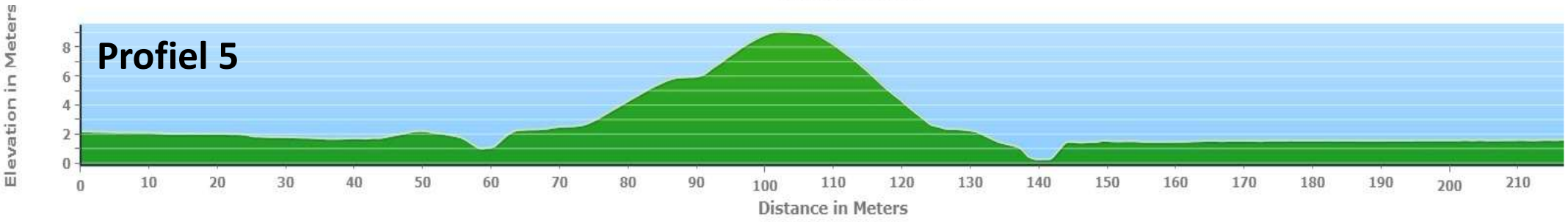
BIJLAGE: DWARSPROFIELEN DIJK

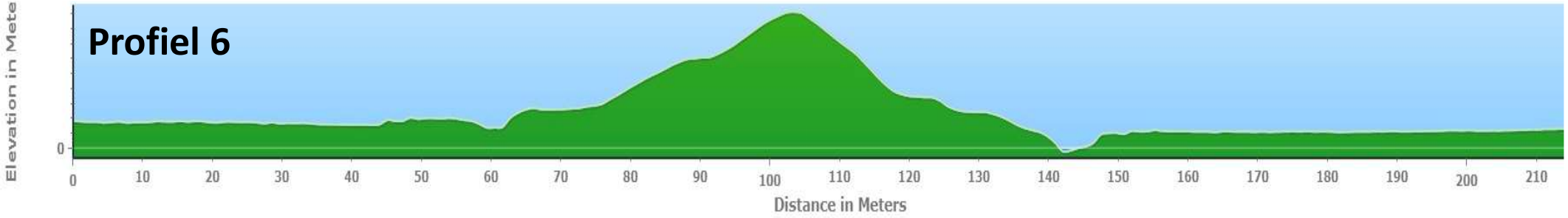
Profiel 1
Elevation in Meters
0
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180
Distance in Meters


Profiel 2
Elevation in Meters
0 2 4 6 8
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210
Distance in Meters


Profiel 3
Elevation in Meters
2 4 6 8
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230
Distance in Meters


Profiel 4
Elevation in Meters
8
6
4
2
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220
Distance in Meters


Profiel 5
Elevation in Meters
8
6
4
2
0
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210
Distance in Meters


Profiel 6
Elevation in Mete
0
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210
Distance in Meters

Profiel 7
Elevation in Mete
0
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200
Distance in Meters

V

BIJLAGE: LNV, III-HORSBORNGAT ROUTE EN IV-GEUL ROTTUMS ROUTE

Vergunbaarheidsinschatting PAWOZ routes III, IV en V, mede in relatie tot de op grond van de Wnb gesloten gebieden

Van: LNV Team Natuurvergunningen in nauwe samenspraak met de LNV Waddenunit
Aan: EZK, Directie Realisatie Energietransitie

1. Inleiding

In het Programma Aansluiting Wind Op Zee – Eemshaven (hierna: PAWOZ) wordt onderzoek gedaan naar mogelijke routes om windparken op de Noordzee aan te sluiten in Eemshaven met elektriciteitskabels en/of waterstofleidingen.

Drie routes (routes III, IV en V) doorkruizen danwel naderen op korte afstand de tijdelijk en permanent gesloten gebieden (de sluitingen op grond van het Toegangbeperkend Besluit Waddenzee, vastgesteld op grond van artikel 2.5 Wnb). Permanent betekent in dit geval 'jaarrond' en tijdelijk 'een deel van het jaar' [1]. Deze gebieden zijn op kaart 1 en 2 weergegeven.

Op dit moment bevindt PAWOZ zich in de fase van routeontwikkeling. Dit is de eerste fase in het planMER proces waarin routes kunnen afvallen omdat ze zeer waarschijnlijk onvergunbaar zijn. Dit wordt gebaseerd op de benodigde (aanleg)techniek, de beoogde route, beoogde periode van uitvoering en daaruit volgende milieu-impact, waaronder op de beschermde Natura 2000-waarden.

2. Toegangbeperkende besluiten (TBB)

Een TBB-status brengt met zich mee dat, daar waar in het TBB zelf niet reeds een bepaalde activiteit al bij voorbaat wordt uitgesloten, andersoortige activiteiten in of nabij een dergelijk gesloten gebied uiterst kritisch beoordeeld zullen worden, in directe relatie tot de beschermde natuurwaarden waarvoor dergelijke gebieden zijn vastgesteld.

Het betreffende artikel uit het betreffende TBB luidt als volgt:

Artikel 17

1. De toegang tot genoemde gebieden is verboden gedurende de bij de genoemde gebieden aangegeven periodes.
2. De toegangsbeperkingen gelden voor een ieder wiens aanwezigheid binnen deze gebieden niet noodzakelijkerwijs uit hoofde van de uitoefening van diens beroep of bedrijf voortvloeit.
3. Op grond van artikel 2.5, lid 2, van de Wnb geldt een verbod of beperking als bedoeld in artikel 2.5, lid 1, van de Wnb niet voor de eigenaar van een in het gebied gelegen onroerende zaak en voor degene die een zakelijk of persoonlijk gebruiksrecht heeft met betrekking tot die zaak, voor zover door het verbod of de beperking de toegang tot de onroerende zaak ernstig zou worden belemmerd.
4. Het uitoefenen van niet-beroepsmatige activiteiten (inclusief het recreatief bevaren, betreden of droogvallen) binnen deze gebieden is derhalve verboden. Voor het uitoefenen van niet-beroepsmatige activiteiten wordt geen vergunning verleend, vanuit de premisse dat niet beroepsmatige activiteiten niet noodzakelijkerwijs binnen deze gebieden behoeven plaats te vinden.

5. Beroepsmatig uitgevoerde activiteiten waarvoor het gesloten gebied moet worden betreden danwel bevaren of binnen het gebied moet worden drooggevallen, kunnen, voor zover deze activiteiten noodzakelijkerwijs binnen of deels binnen deze gebieden moeten worden uitgevoerd, worden toegestaan, echter slechts voor zover een vergunning als bedoeld in artikel 2.7, lid 2, van de Wnb[2] is verleend.

6. In de te verlenen vergunning zullen alsdan aan de vergunde beroepsmatige activiteiten nadere voorschriften worden verbonden ter bescherming van de middels deze aanwijzing extra te beschermen natuurwaarden.

7. De aanwijzing ex. artikel 2.5 van de Wnb van het gebied kan, gezien de aard en het doel van deze toegangsbeperkende regeling, tevens de aanleiding vormen de aangevraagde vergunning te weigeren.

3. Actuele projectinformatie

Op basis van informatie afkomstig van EZK is qua techniek en werkruimte het navolgende aangeduid:

Er dienen aan de kaartbeelden van de onderscheiden routes aanpassingen gedaan te worden op basis van de bathymetrische surveys om dan ook de daadwerkelijk diepste delen te benutten. Ondanks het feit dat de kabel slechts een beperkte afmeting heeft, dient men zich te realiseren dat de schepen en pontons een lengte en breedte hebben die voldoende moet zijn om het gewicht en volume van een kabelsysteem te kunnen dragen.

[1] Tijdelijk betekent *niet* dat er een moment is waarin deze status vervalt.
[2] Artikel 2.7, lid 2, van de Wnb stelt: Het is verboden zonder vergunning van gedeputeerde staten een project te realiseren dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van een Natura 2000-gebied, maar afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied.

Daarbij komt dat een dergelijk ponton of schip zich voort dient te bewegen in dit nauwe "vaar"water en dat hiervoor hulpschepen/kranen dienen te worden ingezet om het ponton met kabel op de juiste positie te houden tijdens alle getijden en weersomstanden. Na enig rekenen denken wij een breedte van 500 meter te moeten aanhouden om ankers te kunnen plaatsen. Omdat de geul vele bochten kent is het ankerpatroon ook vrij intensief. Met andere woorden; de ankers dienen veelvuldig verplaatst te worden. Hierbij dient men de oevers van het (tijdelijk) gesloten gebied te betreden.

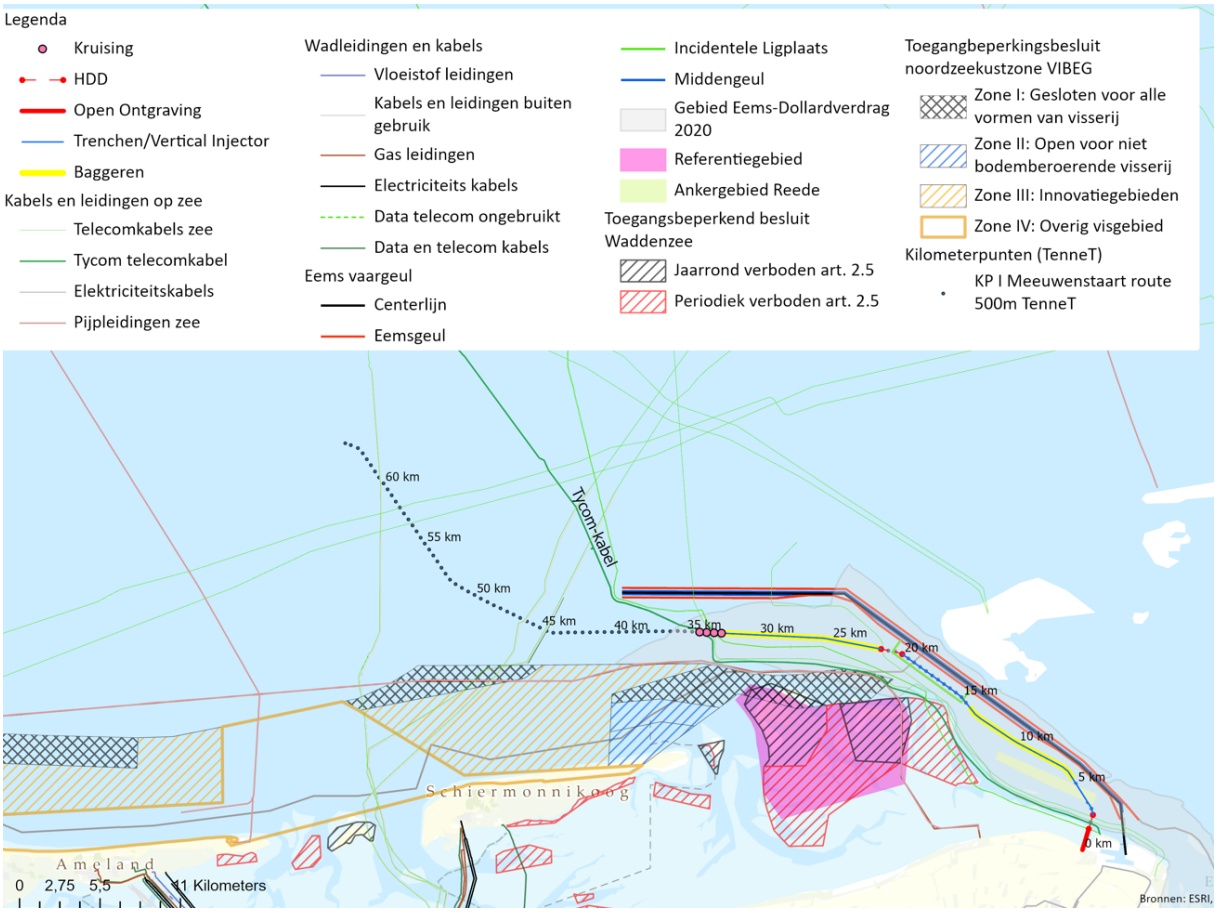
Geconstateerd wordt dat vanuit EZK/initiatiefnemer nog geen indicatie gegeven is van beoogde periode van uitvoering, specifiekere wijze van uitvoering, fasering van uitvoering en looptijd van de onderscheiden werkzaamheden.

EZK heeft eerder aangegeven dat er, naar haar inschatting, geen mogelijkheid is tot vergunningverlening in relatie tot route V gezien de techniek (en de milieuimpact daarvan) die nodig is om hem aan te leggen. Daarom wordt deze route voor leidingen in ieder geval niet verder onderzocht, aldus EZK. Voor kabels zal deze route wel verder onderzocht worden.

Hiermee resteert, voor het navolgende, een analyse van de routes III en IV.

III: Hornsbornsgat-route
IV: Geulroute tussen Rottumeroog- en plaat

Kaart 2: het referentiegebied (roze) en de gesloten gebieden (zwart en oranje gearceerd).



5. Vergunbaarheid, ADC-traject en nadere projectdefinitie

De hierboven genoemde beroepsmatige uitzondering (artikel 17, lid 5 t/m lid 7, TBB Waddenzee) ziet feitelijk, vanuit het TBB Waddenzee, op al reeds plaatsvindende beroepsmatige activiteiten ten tijde van de sluiting. Elk TBB bevat zijn eigen specifieke regime, passend bij hetgeen met het TBB beoogd wordt. In het geval van het TBB Waddenzee zijn er dus enkele specificaties gemaakt in relatie tot beroepsmatige activiteiten.

Dit regime geldt overigens voor alle gesloten gebieden die onder dit bredere TBB vallen. In casu betreft het dus de gesloten gebieden die in dit deelgebied voor het beoogde project relevant zijn.

Juist de extra beschermde status van deze gesloten gebieden maakt dat er extra kritisch getoetst wordt in relatie tot een eventuele vergunningaanvraag die zorgt voor een impact op de beschermde natuurwaarden waarop de sluiting gebaseerd is. Dit ligt ook besloten in de term 'noodzakelijkerwijs'. Er zullen in de meeste gevallen immers afdoende alternatieven zijn qua locaties elders om dergelijke beroepsmatige activiteiten uit te voeren. Dat is ook hier het geval; of die alternatieven voor de initiatiefnemer reëel zijn, is ter beoordeling van diezelfde initiatiefnemer. Nog ten overvloede: ook op andere locaties buiten de TBB-gebieden geldt, algemeen genomen, (want afhankelijk van de voorgestelde activiteit) uiteraard het Wnb-vergunningregime.

Het antwoord op de vraag of een bepaald tracé misschien toch vergunbaar zou kunnen zijn (bijvoorbeeld omdat het op slechts enkele marginale punten het TBB-gebied nadert of tijdelijk raakt) ligt aan de beoogde uiteindelijke localisering en technische uitvoeringsparameters van de aanleg van de kabels/leidingen. Dat is voor een volgende fase dus en pas in die fase is een specifieker oordeel te geven en hangt ook direct samen met de inspanningen die de initiatiefnemer hierop wil plegen en de ruimte die hij heeft in de beoogde projectopzet om een bepaalde technische uitvoering en/of routering (iets) aan te passen. Ook de periode van uitvoering kan daarin meespelen.

Zeehonden en vogels kunnen worden verstoord door de activiteiten van de aanleg. Dergelijke verstoringen komen juist in dit gebied (als gevolg van de al jarenlang geldende beperkingen door de sluitingen) zelden voor, en hebben daardoor in potentie een grotere impact dan in vergelijkbare gebieden waar geen toegangsbeperkingen gelden.

Overall beschouwd, zonder nadere informatie over mogelijk alternatieve uitvoeringsparameters, lijken de nu voorgestelde tracés niet vergunbaar. Hierbij ook dus de herhaalde opmerking dat mogelijk toch, met diverse technische aanpassingen en beperkingen in uitvoering (o.a. periode) toch een klein deel van de TBB-gebieden geraakt zou kunnen worden en op die grondslag vergunbaar zou kunenn zijn. Of dat een reële optie voor de initiatiefnemer oplevert, is voor de inschatting van laatstgenoemde.

Bij een conclusie van een kans op een significant effect op de relevante beschermde natuurwaarden (een kans welke dus al snel zal worden aangenomen, zie voorgaande opmerking direct onder het kopje 'Toegangbeperkende besluiten'), en dus het niet kunnen uitsluiten van een aantasting van de natuurlijke kenmerken, staat eventueel nog vergunbaarheid open via een ADC-traject (artikel 2.8, lid 4, Wnb). Op het punt van de A (alternatieven) zijn er evenwel diverse mogelijkheden denkbaar. Hiermee lijkt een kansrijk beroep op het alsnog vergunbaar krijgen van de drie routes uiterst klein. Het is echter aan de initiatiefnemer zelf om hierop toch een sluitende onderbouwing en analyse op te stellen.

<u>Bevindingen en suggesties van uit het veldbezoek</u>

Op 11 mei 2023 heeft een veldbezoek plaatsgevonden met de MS Harder van de Waddenunit in het gebied waar de drie routes doorheen lopen. Beide routes lopen deels door TBB-gebieden (jaarrond/periodiek gesloten) en grenzen aan een langgerekt zeehonden- en zooggebied.

Tijdens de boottocht is ook geconcludeerd dat een kabel langs Route V mogelijk toch op een zodanige wijze geïnstalleerd kan worden dat de aanleg vergunbaar is (dit geldt niet voor een leiding), zoals ook beschreven in het verslag: *"Na overleg met de medewerkers van de Waddenunit lijkt het toch de moeite waard om de aanleg van een kabelsysteem in de geul* [route V] *te onderzoeken. Dit is op basis van een aantal peilingen en afstandmetingen die werden uitgevoerd tijdens het veldbezoek op 11 mei 2023."* Voor gebruik van deze route voor een kabel zal wel een Wnb-vergunningprocedure doorlopen moeten worden, waarbij extra aandacht zal moeten zijn voor het in relatieve nabijheid passeren van de artikel 2.5 gebieden, bijvoorbeeld qua periode van uitvoering.

Het is aan de initiatiefnemer om hierop actie te ondernemen. Dat geldt ook voor de, nu nog in de aangeleverde stukken, ontbrekende optie van de aanleg van een tunnel. Hierover is recent e.e.a. in de media verschenen.

VI

BIJLAGE: STUDIE MORFOLOGISCH ONTWERPPROFIEL WADDENGEBIED ROUTES

PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

Morfologisch ontwerpprofiel

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

16 MEI 2024

Witteveen + Bos

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Project	Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) - Eemshaven
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Titel	Morfologisch ontwerpprofiel
Organisatie	RHW - Combi RHDHV & W+B
Werkpakket	4.2 Begraafdiepte morfologie
Onderdeel	ZEE - Zee (Off en Near)
Soort	RP - Report
Discipline	MR - MER
Status	S3 - For client comments
Voortgangspercentage	90%
Projectnummer	BI9148
Document Referentie	BI9148-RHW-4.2-ZEE-RP-EN-
Datum	17 mei 2024

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Postbus 24087
3511 SW Utrecht
Nederland
www.witteveenbos.com

Royal HaskoningDHV Nederland B.V.
Postbus 1132
3818 EX Amersfoort
Nederland
www.royalhaskoningdhv.nl

INHOUDSOPGAVE

1 **INLEIDING** **7**

1.1 Programma PAWOZ - Eemshaven 7

1.2 Doel van dit rapport 8

1.3 Studiegebied en routes 8

1.4 Leeswijzer 9

2 **METHODIEK** **10**

2.1 Algemeen 10

2.2 Aanpak bepaling morfologisch ontwerpprofiel 10

2.2.1 Morfologische gebiedsanalyse 10
2.2.2 Nadere analyse historische bodemhoogtedata 11
2.2.3 Bepaling morfologisch ontwerpprofiel 12

2.3 Uitgangspunten 12

2.4 Toelichting gebruikte data 13

2.4.1 Bodemhoogte 13
2.4.2 Moeilijk erodeerbare lagen 16

3 **BEPALING MORFOLOGISCH ONTWERPPROFIEL PER ROUTE** **18**

3.1 Inleiding 18

3.2 Route II - Oude Westereems 18

3.2.1 Routebeschrijving en indeling in deelgebieden 18
3.2.2 Grootschalige ontwikkelingen nabij de route 21
3.2.3 Deelgebied A - Eemshaven en begin Oude Westereems (KP 0 - 8) 21
3.2.4 Deelgebied B - Oude Westereems en Westereems (KP 8 - 22) 30
3.2.5 Deelgebied C - Huibertplaat, Ballonplaat en Rottumerbult (KP 22 - 40) 41
3.2.6 Deelgebied D - Noordzeekustzone (KP 40 - 50) 49
3.2.7 Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel 53

3.3 Route V – Boschgat 55

3.3.1 Routebeschrijving en indeling deelgebieden 55
3.3.2 Grootschalige ontwikkelingen nabij de route 57
3.3.3 Deelgebied A – Wadplaten bij vasteland (KP 0- 7,0) 59
3.3.4 Deelgebied B - Zuidoost Lauwers en Boschgat (KP 7,0-25,0) 63
3.3.5 Deelgebied C - Buitendelta (KP 25.0-36.0) 70
3.3.6 Deelgebied D – Noordzeekustzone (variant A) (KP 36,0-45,0) 74
3.3.7 Deelgebied E - Variant A1 (KP 35,0 – 42,0) 77

3.3.8 Deelgebied F - Variant A2 (KP 0-3,3) 80
3.3.9 Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel 84

3.4 Route VII – Schiermonnikoog wantij 87

3.4.1 Routebeschrijving en indeling deelgebieden 87
3.4.2 Grootschalige ontwikkelingen nabij de route 89
3.4.3 Deelgebied A – Het vasteland en de vastelandskwelder (KP 0-2) 90
3.4.4 Deelgebied B - De wadplaten en eilandkwelder (KP 2-13) 93
3.4.5 Deelgebied C – Schiermonnikoog en Noordzeezijde (KP 13-30) 102
3.4.6 Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel 107

3.5 Route VIII – Ameland wantij 111

3.5.1 Routebeschrijving en indeling deelgebieden 111
3.5.2 Grootschalige ontwikkelingen nabij de route 112
3.5.3 Deelgebied A - Het vasteland en de vastelandskwelder (KP 0-2) 115
3.5.4 Deelgebied B - De wadplaten en eilandkwelder (KP 2-11) 117
3.5.5 Deelgebied C – Ameland en Noordzeezijde (KP 11-23) 125
3.5.6 Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel 129

3.6 Route IX - Zoutkamperlaag 130

3.6.1 Routebeschrijving en indeling deelgebieden 130
3.6.2 Grootschalige ontwikkelingen nabij de route 132
3.6.3 Deelgebied A - Oort en Westrak tot aan Engelsmanplaat (KP 0 - 5) 134
3.6.4 Deelgebied B - Westrak, Westgat en getijde delta (KP 5 - 25) 139
3.6.5 Deelgebied C - Noordzeekustzone (KP 25 - 43.74) 146
3.6.6 Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel 148

REFERENTIES 150

Laatste pagina 151

Bijlage(n)		Aantal pagina's
I	Gaswinning	3
II	Scenario's verbinding Lauwers en Spruit	4
III	Diepte morfologisch ontwerpprofiel	9

1

INLEIDING

1.1 Programma PAWOZ - Eemshaven

Aanleiding voor het programma

Het Rijk heeft de afgelopen jaren onderzocht waar op de Noordzee ruimte is voor windparken. Uit deze onderzoeken blijkt dat op de Noordzee, onder andere noordelijk van de Waddeneilanden, ruimte is voor meerdere windparken. Al deze windparken samen kunnen veel duurzame energie opwekken. Een deel van deze energie kan via elektriciteitskabelsystemen (hierna: kabelsystemen) of via waterstofleidingen (hierna: leidingen), getransporteerd worden via de Noordzee, door het Waddengebied en via het vasteland naar het landelijk hoogspanningsnet of het Waterstofnetwerk Nederland (WNN) in of nabij de Eemshaven.

Doelstelling van het programma

Het Programma Aansluiting Wind Op Zee Eemshaven (hierna: PAWOZ) onderzoekt en prioriteert verschillende routes voor het transporteren van energie van windparken op zee naar aansluitpunten op land. De routes lopen van toekomstige windparken op de Noordzee, door het Waddengebied via de Waddenkust door het vasteland naar het landelijke hoogspanningsnet bij de Eemshaven en naar het Waterstofnetwerk Nederland.

PAWOZ heeft tot doel om routes te onderzoeken op de beschikbaarheid van fysieke- en milieuruimte om kabelsystemen en/of leidingen aan te leggen. Voldoende fysieke ruimte houdt in dat de routes technisch uitvoerbaar zijn op basis van de technische vereisten en beperkingen van de kabelsystemen en/of leidingen. Voldoende milieuruimte houdt in dat de routes vergunbaar zijn op basis van effectonderzoeken.

Proces van het programma

Het proces van het opstellen van het Programma is verdeeld over 4 stappen:

- in stap 1 is de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) opgesteld. Dit is de onderzoeksagenda voor PAWOZ: welke routes worden onderzocht en wat moeten we van die routes weten? De onderzoeken zelf worden uitgevoerd in stap 3. Deze NRD is definitief vastgesteld op 30 januari 2023;
- in stap 2 zijn de routes uit de NRD verder uitgewerkt. Op basis van die uitwerking is bepaald welke routes wel en welke routes niet in de effectenonderzoeken in het Milieueffectrapport (planMER) en de Integrale effectenanalyse (IEA) worden onderzocht. De conclusies van deze stap staan in deze definitieve versie van de Notitie Routeontwikkeling (Deel 3);
- in stap 3 wordt onderzocht welke effecten het aanleggen van routes heeft, bijvoorbeeld op de natuur, op landbouw en op scheepvaart. In het Milieueffectrapport (planMER) en de Integrale effectenanalyse (IEA) worden de onderzochte effecten beschreven;
- in stap 4 wordt op basis van alle informatie uit stap 3 door de Minister van Klimaat en Energie, in afstemming met de regionale bestuurders, bepaald welke routes in welke volgorde gebruikt kunnen worden voor het aanleggen van kabelsystemen en/of waterstofleidingen. Dit wordt opgeschreven in het door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) op te stellen Programma-beleidsdocument.

In het planMER worden verschillende thema's onderzocht: bodem en water op land en op zee, natuur, landschap, cultuurhistorie en archeologie, veiligheid, scheepvaart en gebruiksfuncties. Thema's die in de IEA worden onderzocht: omgeving, landbouw, techniek, toekomstvastheid, planning, kosten. Elk thema wordt onderzocht aan de hand van meerdere criteria. Voorliggend rapport valt onder het thema 'Bodem en Water op Zee' en vormt input voor de PlanMER effect onderzoeken.

1.2 Doel van dit rapport

In dit rapport worden de morfologische randvoorwaarden voor de begraafdiepte afgeleid voor het deel van de routes in het Waddenzeegebied, het Noordzeedeel van de routes valt buiten de scope van dit rapport. Dit resulteert in een morfologisch ontwerpprofiel per route: de minimaal te verwachten bodemhoogte gedurende de levensduur van de kabels en leidingen. Het morfologisch ontwerpprofiel kan vervolgens gebruikt worden om de benodigde begraafdiepte te bepalen, waarbij ook rekening gehouden dient te worden met eventuele aanvullende eisen vanuit bijv. externe bedreigingen (bijvoorbeeld door scheepvaart) en vergunbaarheid. Het bepalen van de begraafdiepte zelf valt buiten de scope van dit rapport, alsmede het bepalen van installatiemethodes en baggervolumes.

1.3 Studiegebied en routes

Dit rapport richt zich op het deel van de routes in het Waddenzeegebied. De grens tussen de Noordzee routes en de Waddengebied routes wordt gemarkeerd door de 6-mijlsgrens. Onder het Waddenzeegebied vallen ook de Waddeneilanden en de Noordzeekust langs de Waddeneilanden tot ongeveer de 20 m dieptecontour. Met name het Waddenzeegebied is morfologisch gezien dynamisch. Deze dynamiek heeft effect op het morfologisch ontwerpprofiel.

Als uitgangspunt zijn de routes gebruikt zoals beschreven in Notitie Routeontwikkeling (Deel 3). Deze routes zijn vastgelegd in 'Baseline 3'. Baselines zijn momenten in de tijd waarop de routeontwerpen zijn 'bevroren'. Daarmee vormen de Baselines een gecontroleerde overgang van de ene stap naar de volgende stap.

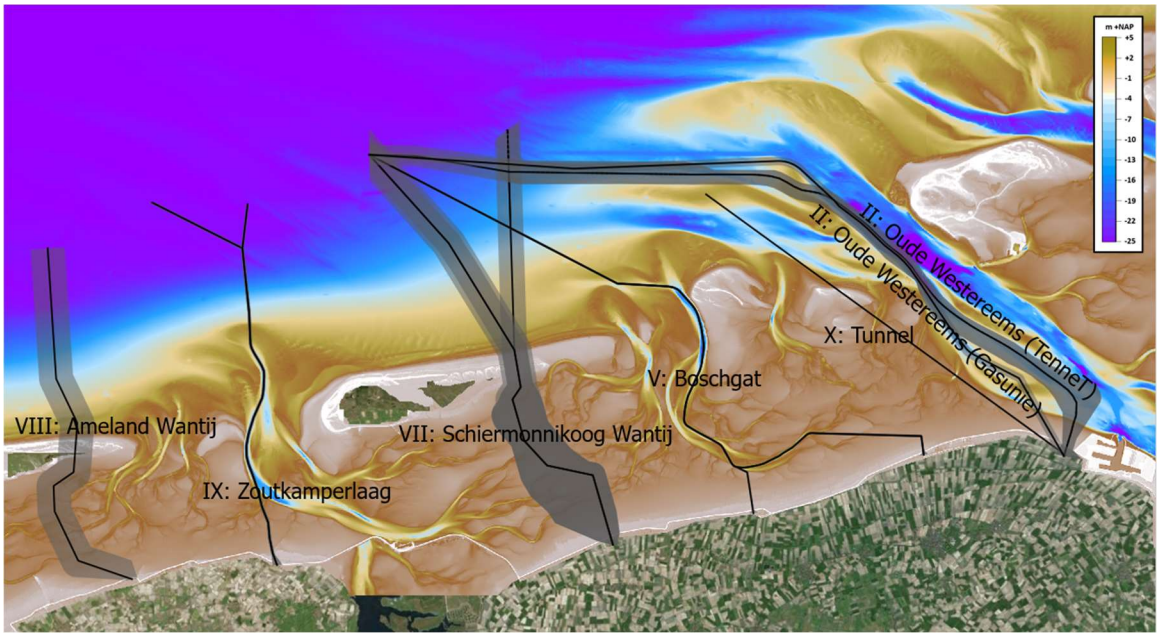
In het Waddengebied is per route een corridor gedefinieerd die in het planMER en de IEA wordt onderzocht. De corridorbreedte van de routes door het Waddengebied varieert per route. Leidend in het bepalen van de corridorbreedte is het routeprincipe. De middenlijn van de routes loopt ongeveer door het midden van de corridors. De corridors zijn aan weerszijde begrensd door zijlijnen. In Tabel 1.1 is een toelichting bij de verschillende routes opgenomen. De middenlijnen en corridors per route zijn weergegeven in Afbeelding 1.1.

Tabel 1.1 Toelichting bij routes (deel Waddenzee)

Naam route	Kabels en/of leidingen	Route principe	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
II - Oude Westereems route variant TenneT	Deel van route overlapt, dus zowel kabels als leidingen.	Route door de Oude Westereems. Diepe delen volgen	- K+L: 1 kabelsysteem en 3 leidingen óf - 2 kabelsystemen en 1 leiding - K: 6 kabelssystemen - L: 3 leidingen
II - Oude Westereems route variant Gasunie		Route door de Oude Westereems. Diepe delen volgen	
V - Boschgat route	Kabels	Route door het Boschgat. Diepe delen volgen	- K: 1 kabelsysteem
VII - Schiermonnikoog wantij route	Kabels en leidingen	Route over het wantij tussen Groningen en Schiermonnikoog. Morfologisch stabiele delen van het wad volgen	- K+L: 7 kabelsysteem en 3 leidingen óf - K: 7 kabelssystemen - L: 3 leidingen
VIII - Ameland wantij route	Leidingen	Route over het wantij tussen Friesland en Ameland. Morfologisch stabiele delen van het wad volgen	- L: 3 leidingen
IX - Zoutkamperlaag route	Leidingen	Route door de Zoutkamperlaag. Diepe delen volgen	- L: 3 leidingen

Naam route	Kabels en/of leidingen	Route principe	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
X - Tunnel	Kabels en leidingen	Tunnel vanaf omgeving Eemshaven naar de Ballonplaat	- 5 (DC) kabelsystemen en 2 leidingen

Afbeelding 1.1 Routes conform 'Baseline 3' in het Waddenzeegebied waarvoor het morfologisch ontwerpprofiel is bepaald, middenlijnen: zwart doorgetrokken, corridors per route: grijs gemarkeerd



De verschillende routes zijn in vorige fases uitgewerkt voor zowel kabelsystemen (TenneT) als leidingen (Gasunie) of een combinatie van beiden. Dit heeft geresulteerd in meerdere varianten per route. Deze varianten zijn vervolgens getrechterd. Dit heeft geleidt tot varianten die zijn vastgelegd in Baseline 3 en waarvoor het morfologisch ontwerpprofiel is bepaald:

- II: Oude Westereems route - A (TenneT);
- II: Oude Westereems route - A1 (TenneT);
- II: Oude Westereems route (Gasunie);
- V: Boschgat route - A (TenneT);
- V: Boschgat route - A1 (TenneT);
- V: Boschgat route - A2 (TenneT);
- VII: Schiermonnikoog wantij route (Gasunie);
- VII: Schiermonnikoog wantij route - A (TenneT);
- VII: Schiermonnikoog wantij route - A1 (TenneT);
- VIII - Ameland wantij route (Gasunie);
- IX: Zoutkamperlaag route - A1 (Gasunie);
- IX: Zoutkamperlaag route - A2 (Gasunie).

Voor route X (tunnel) is geen morfologisch ontwerpprofiel afgeleid.

1.4 Leeswijzer

- hoofdstuk 2: uitgangspunten, gebruikte data en methodiek;
- hoofdstuk 3: morfologische analyse en morfologisch ontwerpprofiel per route;
- hoofdstuk 4: referenties;
- hoofdstuk 5: bijlagen.

2

METHODIEK

2.1 Algemeen

Om het morfologisch ontwerpprofiel te bepalen zijn de morfologische ontwikkelingen langs de verschillende routes in kaart gebracht. Dit is gedaan aan de hand van een analyse van de (historische) bathymetrie en literatuuronderzoek.

In het vervolg van dit hoofdstuk worden de aanpak, uitgangspunten en gebruikte data verder toegelicht.

2.2 Aanpak bepaling morfologisch ontwerpprofiel

Het morfologische ontwerpprofiel wordt vastgesteld op basis van een morfologische gebiedsanalyse aangevuld met een nadere analyse van historische bodemhoogtedata nabij de routes.

De volgende stappen worden daarbij doorlopen:
1 morfologische gebiedsanalyse op basis van beschikbare literatuur, analyse van historische bodemhoogtedata en expert judgement;
2 nadere analyse van historische bodemhoogtedata:
   - het maken van langs- en dwarsprofielen van het bodemhoogteverloop langs de route in GIS;
   - bepaling van de meest recente bodemligging en de historisch minimale en maximale bodemligging;
   - beschouwing van eventuele trends in dwars- en langsprofielen;
3 bepalen van de verwachte minimale bodemligging langs de route (middenlijn en zijlijnen) in de komende 50 jaar (het morfologische ontwerpprofiel).

In de volgende paragrafen worden deze stappen nader toegelicht.

2.2.1 Morfologische gebiedsanalyse

Voor iedere route analyseren we de morfologisch ontwikkelingen/ het morfologisch gedrag van het gebied waar de route zich bevindt. Hierbij maken we gebruik van de kombergingsstudies uit de beheerbibliotheek van Deltares waarin de belangrijkste ontwikkelingen en trends in de verschillende kombergingsgebieden van de Waddenzee en Eems-Dollard staan beschreven. Naast de informatie uit de literatuur bekijken we voor de gebiedsanalyse de beschikbare historische bodemdata en maken we gebruik van expert judgement. Naast een analyse van het gebied als geheel verdelen we de route ook in deelgebieden die vergelijkbaar zijn in morfologisch gedrag of hierin samenhangen, die we vervolgens in meer detail analyseren.

De morfologische gebiedsanalyse dient om trends nabij de route te identificeren die in meer detail geanalyseerd dienen te worden om het morfologisch ontwerpprofiel te kunnen bepalen.

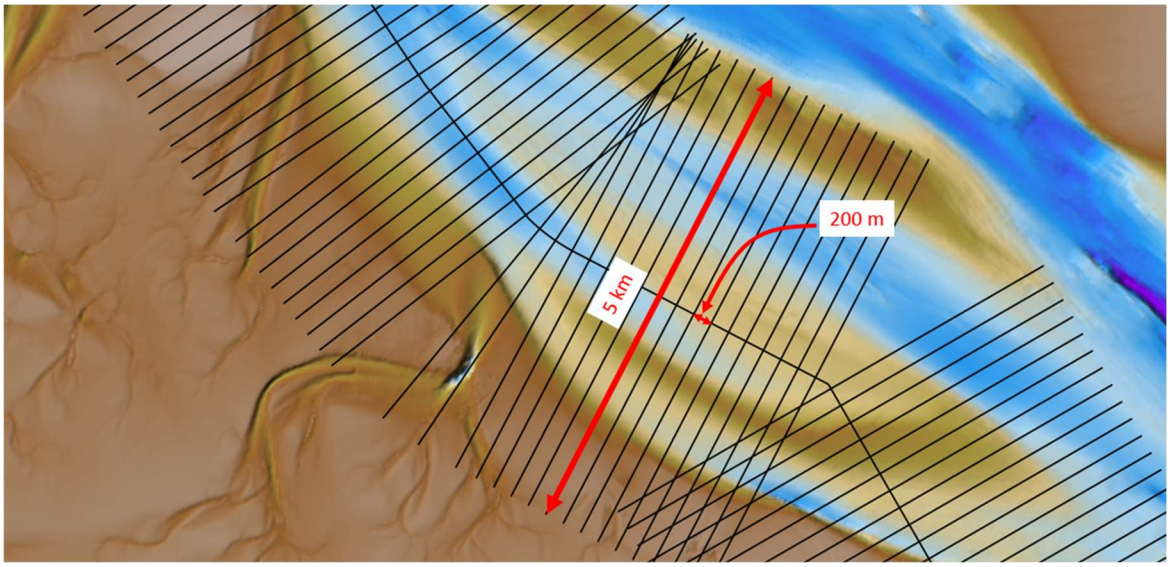
2.2.2 Nadere analyse historische bodemhoogtedata

Na de morfologische gebiedsanalyse zijn de bodemhoogte ontwikkelingen op en nabij de route in meer detail geanalyseerd met een nadere analyse van historische bodemhoogtedata door middel van GIS.

Het maken van langs- en dwarsprofielen
Voor iedere route zijn langs- en dwarsprofielen gemaakt waarlangs het bodemhoogteverloop is bepaald (met interpolatie) voor iedere beschikbare peiling. Deze profielen hebben de volgende eigenschappen:

- langsprofielen:
  - bereik: vaste wal tot eindpunt offshore;
  - onderlinge afstand interpolatiepunten: 20 m;
- dwarsprofielen:
  - bereik: tot 2,5 km aan weerszijde van route middenlijn (totale breedte 5 km);
  - onderlinge afstand dwarsprofielen langs route: 200 m;
  - onderlinge afstand interpolatiepunten: 20 m.

Afbeelding 2.1 Voorbeeld van dwarsprofielen loodrecht op route II - Gasunie



De locatie langs de langsprofielen duiden we in het vervolg van het rapport aan met KP's (kilometerpunten: afstand in kilometer langs het langsprofiel).

Bepaling van de meest recente bodemligging en de historisch minimale en maximale bodemligging
Voor ieder profiel zijn het meest recente en de minimale en maximale historische bodemligging in beeld gebracht. Het verschil tussen de minimale en maximale bodemligging geeft inzicht in de grootst waargenomen veranderingen in bodemniveau.

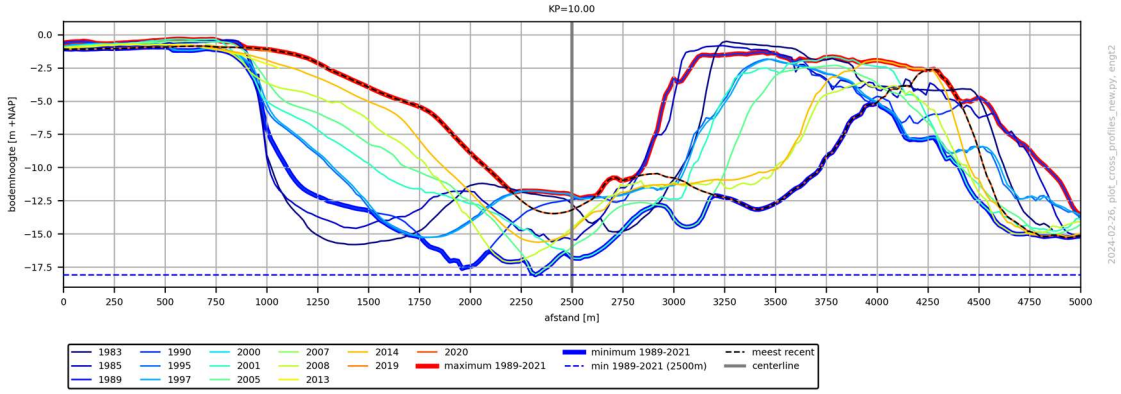
Het meest recente bodemhoogteverloop bestaat uit een combinatie van de meest recente peilingen.

Voor het bepalen van de minimale en maximale historische bodemligging langs de dwars- en langsprofielen is gebruik gemaakt van alle beschikbare peilingen tot en met 2021 (meest recente peilingen). De peilingen voor 1989 worden als niet betrouwbaar geacht en zijn niet gebruikt om de minimale en maximale historische bodemligging te bepalen in verband met de grotere onnauwkeurigheid (zie H2.3).

Beschouwing van eventuele trends in dwars- en langsprofielen
De historische bodemhoogteliggingen inclusief de meest recente bodemligging, historisch minimale en maximale bodemligging (op basis van data van voor 1989) wordt gezamenlijk geplot om trends te kunnen

analyseren (zie afbeelding 2.2 als voorbeeld). Bij het analyseren van de profielen en trends is er onder andere aandacht voor:
- migreren van geulen/wantij;
- verdieping/verbreding van geulen;
- ondieper worden van gebieden;
- aanwezigheid van harde lagen.

Afbeelding 2.2 Voorbeeld van dwarsprofielen loodrecht op route II - Gasunie



2.2.3 Bepaling morfologisch ontwerpprofiel

Op basis van de morfologische gebiedsanalyse en de nadere analyse van de historische bodemhoogtedata bepalen we het morfologisch ontwerpprofiel langs de route. Uiteindelijk nemen we daarbij dus de volgende informatie mee:
- literatuur en eerder onderzoek (onder andere kombergingsanalyses);
- de huidige bodemhoogte;
- diepste en ondiepste bodemniveau in de peilingen;
- historisch waargenomen veranderingen in bodemniveau;
- informatie over harde lagen;
- informatie over vaargeulen;
- trends (geulmigratie, locatie wantij, verdieping, verondieping, nieuwe geulvorming).

Naast het morfologisch ontwerpprofiel zelf geven we per route aandachtspunten en mogelijke optimalisaties aan ten behoeve van een goede interpretatie van het morfologisch ontwerpprofiel.

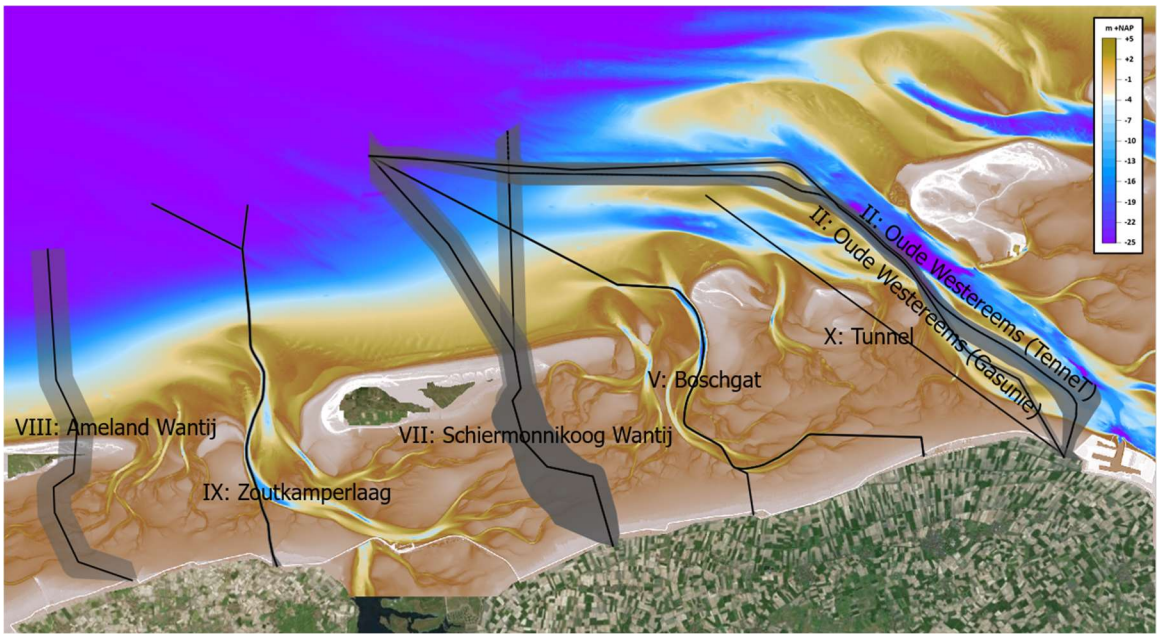
2.3 Uitgangspunten

De belangrijkste uitgangspunten bij deze studie zijn als volgt:
- in dit rapport wordt uitgegaan van de routes conform Baseline 3 (Notitie Routeontwikkeling Deel 3);
- het morfologisch ontwerpprofiel is bepaald voor de volgende routes (zie Tabel 1.1 en Afbeelding 2.3):
  - route II: Oude Westereems (variant ‘Gasunie’ en variant ‘TenneT’);
  - route V: Boschgat;
  - route VII: Schiermonnikoog Wantij;
  - route VIII: Ameland Wantij;
  - route IX: Zoutkamperlaag;
- er wordt uitgegaan van het principe ‘bury and would like to forget’: gedurende de levensduur van de kabels en leidingen dienen deze begraven te blijven. Mogelijkheden voor optimalisatie van het morfologische ontwerpprofiel worden per route benoemd;
- de levensduur van de kabels en leidingen is 40 jaar, maar voor het bepalen van de morfologisch ontwerpprofiel is de minimale bodemligging ingeschat voor de komende 50 jaar. Hiermee wordt

rekening gehouden met het feit dat de aanleg van de kabels en leidingen op z'n vroegst pas over enkele jaren zal plaatsvinden en dat voor sommige locaties de meest recente bodemdata al enkele jaren oud is. Het morfologisch ontwerpprofiel is dus gedefinieerd als: het minimale verwachte bodemniveau in de komende 50 jaar;

- het morfologisch ontwerpprofiel is bepaald voor de middenlijn van de route en voor de zijlijnen van de corridors (zoals weergegeven in afbeelding 2.3). De middenlijn loopt (ongeveer) door het midden van de corridor waarbinnen de kabels en/of leidingen worden aangelegd. De breedte van deze corridor is afhankelijk van het aantal kabels of leidingen dat binnen de corridor wordt aangelegd en de onderlinge afstand tussen de kabels en leidingen;
- bij geulen die smal zijn t.o.v. het rooster waarop de bodempeilingen beschikbaar zijn (20 m x 20 m), wordt de maximale geuldiepte onderschat. Daarom tellen we 30 % op bij maximale geuldiepte (t.o.v. NAP) zoals volgt uit de bodempeilingen bij geulen die smaller zijn dan circa 100 m (5 maal de roosterafstand tussen bodemhoogtedata). Een onderbouwing van deze aanname is opgenomen in paragraaf 2.4.1);
- dit rapport is input voor een PlanMER en heeft het daarbij passende detailniveau. Dit houdt in dat het morfologisch ontwerpprofiel over langere strekkingen is bepaald met daarbij passende marges. De bodemhoogte langs het morfologisch ontwerpprofiel (minimale verwachte bodemniveau in de komende 50 jaar) wordt aangegeven in gehele meters.

Afbeelding 2.3 Routes conform 'Baseline 3' waarvoor het morfologisch ontwerpprofiel is bepaald, middenlijnen: zwart doorgetrokken, corridors per route: grijs gemarkeerd

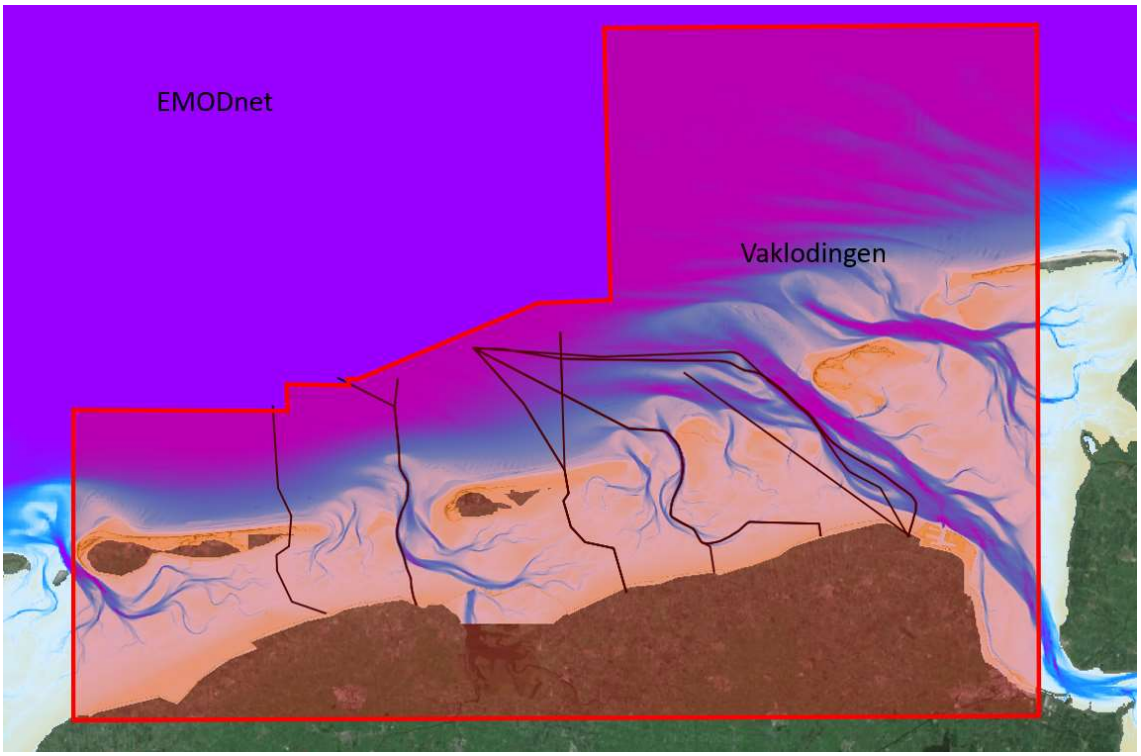


2.4 Toelichting gebruikte data

2.4.1 Bodemhoogte

Voor de analyse van de morfologische dynamiek in het projectgebied is hoofdzakelijk gebruik gemaakt van vaklodingen (Rijkswaterstaat, 2020). Dat zijn peilingen uitgevoerd door of in opdracht van Rijkswaterstaat op de zoute wateren en op de grote zoete wateren. Op de zoute wateren (Noordzeekust, Waddenzee en Zeeuwse Delta) wordt in vastgelegde vakken de bodemhoogte van het areaal roulerend ingewonnen in cycli van 1x per 3 jaren of 1x per 6 jaren. De zeewaartse grens van de vakken langs de Noordzeekustzone reikt tot ongeveer -20 m NAP. Het offshore gebied dat niet gedekt wordt door vaklodingen (afbeelding 2.4) is aangevuld met bodemdata van EMODnet (EMODnet, 2020).

Afbeelding 2.4 Gebruik bodemdata



Nauwkeurigheid vaklodingen

De eerste vaklodingen dateren van 1925-1935 (exact jaar verschilt per komgebied) (Elias en Wang, 2013). Sinds 1987 wordt elk komgebied iedere 6 jaar ingemeten en de gebieden rond de buitendelta's iedere 3 jaar. Voor het (Duitse) deel ten noorden en oosten van Borkum zijn minder lodingen beschikbaar, maar dit gebied valt grotendeels buiten de analyse. Een overzicht van alle beschikbare vaklodingen data staat in De Kruif (2001). De meest recente data die voor deze studie is gebruikt komt uit 2021.

De ingemeten data is geïnterpoleerd op een 20 x 20 m rooster. In het algemeen geldt, dat Rijkswaterstaat vanaf 1985 de bodemdata digitaal heeft ingewonnen en opgeslagen. Data van voor 1985 bestaat hoofdzakelijk uit gedigitaliseerde bodemkaarten (Elias en Vermaas, 2019).

Eenduidige schattingen van de foutenmarge in de opnames is moeilijk te maken in verband met de vele verschillende opnametechnieken en verwerkingsmethoden die door de jaren heen zijn toegepast. De gedigitaliseerde bodemkaarten hebben een lagere resolutie en hogere onnauwkeurigheid dan meer recentere peilingen. De onnauwkeurigheid van vaklodingen vanaf jaren 80 is maximaal orde 0,5 m. In Perluka et al. (2006) en Wiegmann et al. (2005) wordt de verticale nauwkeurigheid geschat tussen de 0,11 en 0,40 m (Elias en Wang, 2013). De overgang van hoogtemetingen met waterhoogtecorrecties naar GPS in 2000 heeft geleid tot gemiddeld 0,10 m lagere bodemhoogtes (Lekkerkerk et al., 2007).

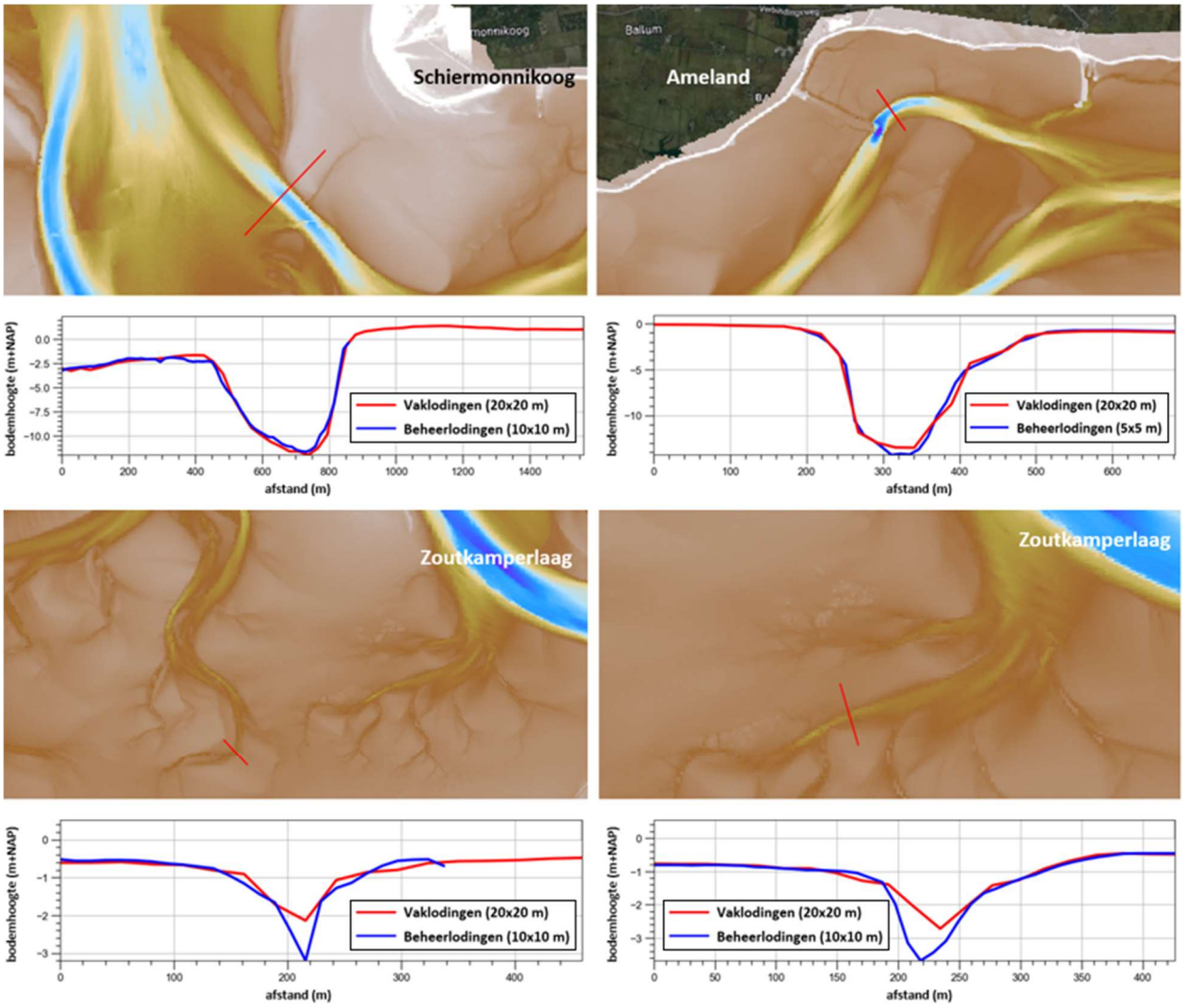
Bij het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel baseren we ons hoofdzakelijk op vaklodingen vanaf 1985 omdat de onnauwkeurigheid van vroegere lodingen niet geschikt is voor de door ons toegepaste analyses. Doordat we bij de morfologische analyse een relatief groot oppervlak beschouwen (tot enkele kilometers buiten de middenlijn van de routes), wordt de onnauwkeurigheid in de bodemhoogte voldoende meegenomen in het morfologisch ontwerpprofiel. Daarnaast wordt het morfologisch ontwerpprofiel (de minimale verwachte bodemligging in de komende 50 jaar) naar beneden afgerond tot gehele meters (zie uitgangspunten paragraaf 2.2).

Voor deze studie zijn de data uit alle vakken die in het projectgebied liggen verzameld. Aangezien de verschillende zones binnen het projectgebied niet allemaal op hetzelfde moment zijn ingemeten, zijn niet

voor iedere peiljaar gebied dekkende bodemhoogtebestanden beschikbaar. De eerste peilingen voor het projectgebied dateren uit 1926 en de meest recente uit 2021.

Uit een vergelijking tussen vaklodingen data (20 x 20 m) en beheerlodingen van Rijkswaterstaat met een hogere resolutie (5 x 5 m of 10 x 10 m) op ongeveer een gelijk tijdstip blijkt dat de maximale diepte van geulen die smaller zijn dan circa 100 m (5 maal de roosterafstand) door de vaklodingen wordt onderschat (afbeelding 2.5). Deze onderschatting is in de orde van 30 %. Daarom hebben we als uitgangspunt opgenomen dat we 30 % optellen bij maximale geuldiepte (t.o.v. NAP) zoals volgt uit de vaklodingen bij geulen die smaller zijn dan circa 100 m (zie H2.2).

Afbeelding 2.5 Vergelijking tussen geulprofiel op basis van Vaklodingen data en beheerlodingen van Rijkswaterstaat



Nauwkeurigheid bodemdata van EMODnet

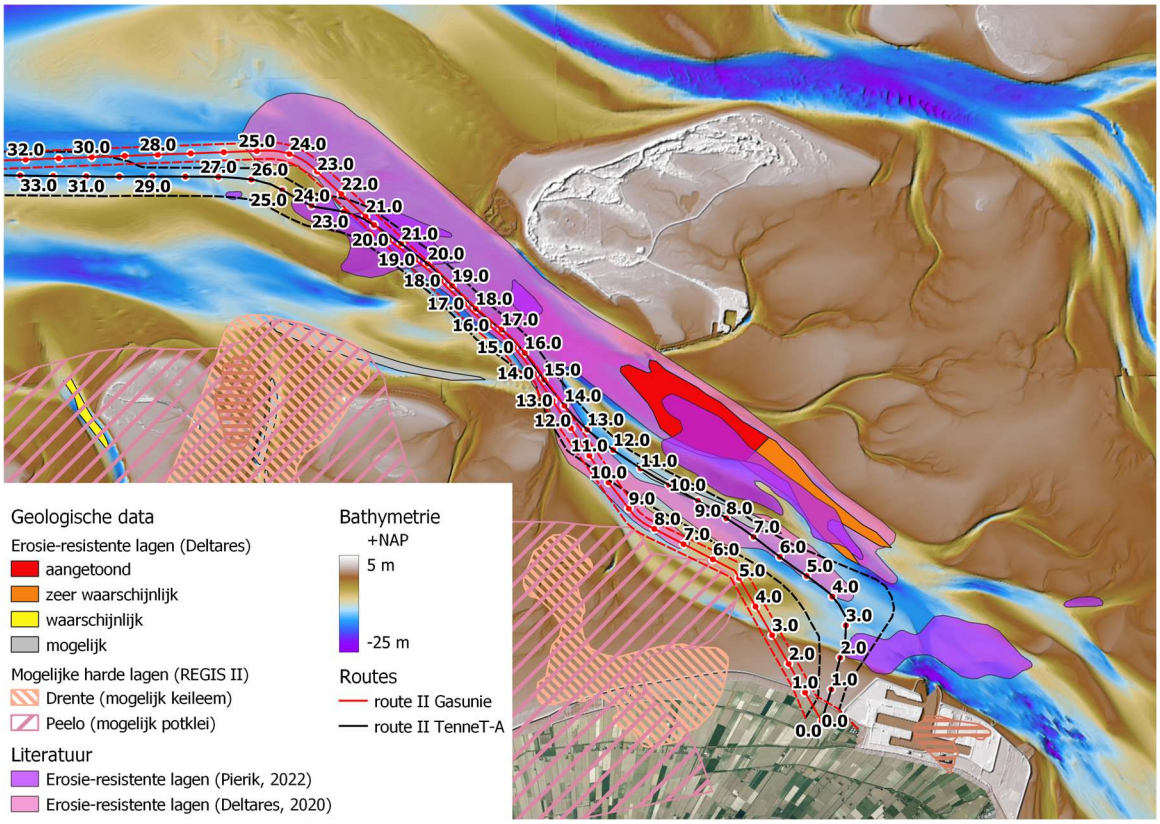
De bodemhoogtes uit de EMODnet dataset zijn gebruikt voor het Noordzeegebied daar waar er geen dekking is van de Vaklodingen. Deze data is representatief voor het meest recent beschikbare bodemniveau en heeft een horizontale resolutie van 5 x 5 m. Dit is hoog genoeg om de ruimtelijke variaties in bodemhoogte van de Noordzee nauwkeurig te representeren. Voor dit Noordzeegebied is historische data voor verschillende jaren niet beschikbaar waardoor het niet mogelijk is om morfologische veranderingen nauwkeurig te bestuderen.

2.4.2 Moeilijk erodeerbare lagen

In de Waddenzee, het Eems estuarium en op de Noordzee komen moeilijk erodeerbare voor (ook wel erosie-resistente of harde(re) lagen). Informatie hierover is overgenomen uit Deltares (2017), Deltares (2020) en Pierik et al., (2019).

Met name langs route II zijn moeilijk erodeerbare lagen aanwezig. Deze lagen bestaan uit potklei (zeer stijve en compacte klei, behorende tot de Peelo Formatie) of keileem (mengsel van grind/zand/klei/leem, behorende tot de Drente Formatie). Informatie hierover is in kaart gebracht op basis van openbare kaarten, grondonderzoek en recentelijke publicaties (Witteveen+Bos (2023a). De resultaten daarvan zijn samengevat in onderstaande afbeelding. Er is weinig grondonderzoek beschikbaar in het gebied (boringen), dit maakt de exacte locatie en diepte van de harde lagen onzeker. Er zijn op verschillende locaties wel sterke aanwijzingen voor de aanwezigheid van deze lagen op basis van de beschikte informatie. Daarnaast biedt de analyse van bodemhoogteveranderingen in de afgelopen decennia inzicht. Zo zijn in de getijdegeulen van de Eems-Dollard verschillende gebieden aan te duiden waar de bodemhoogte weinig tot geen variatie vertoont of waar na een periode van erosie de bodem over grote afstanden op hetzelfde niveau blijft. Dit duidt op de aanwezigheid van moeilijk erodeerbare lagen. Voor het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel is de hoogteligging van moeilijk erodeerbare lagen gebaseerd op een analyse van de beschikbare bodemdata. Aanvullend grondonderzoek is noodzakelijk om de aanwezigheid en de bereik van de harde(re) lagen langs route II beter in beeld te brengen.

Afbeelding 2.6 Overzicht van moeilijk erodeerbare lagen in de Eemsmonding op basis van openbare kaarten, grondonderzoek en recentelijke publicatie (Witteveen+Bos (2023a)



Bij het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel is het uitgangspunt gebruikt dat erosie bij harde lagen beperkt zal blijven (als dit ook in het verleden zo was). Het morfologisch ontwerpprofiel ligt dan per definitie aan de bovenzijde van de harde laag. Bij het bepalen van de begraafdiepte (buiten scope van dit rapport) moet rekening worden gehouden met het feit dat wanneer een erosieresistente laag over de volledige

hoogte wordt weggebaggerd daarna versnelde en diepe erosie optreden. Daarnaast is het begraven van een kabel of leiding in (of onder) dergelijke lagen waarschijnlijk lastig.

3

BEPALING MORFOLOGISCH ONTWERPPROFIEL PER ROUTE

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk presenteert per route het morfologisch ontwerpprofiel. Per route volgt eerst de routebeschrijving en indeling in deelgebieden, daarna de morfologische gebiedsanalyse en vervolgens de nadere analyse van de bodemontwikkelingen bij de route. Aan het einde volgt steeds een het morfologisch ontwerpprofiel inclusief een opsomming van bijbehorende aandachtspunten en mogelijke optimalisaties. In bijlage III is per route de diepte weergegeven van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau. Deze diepte is niet per definitie gelijk aan de begraafdiepte. Het vaststellen van de begraafdiepte valt buiten de scope van dit rapport.

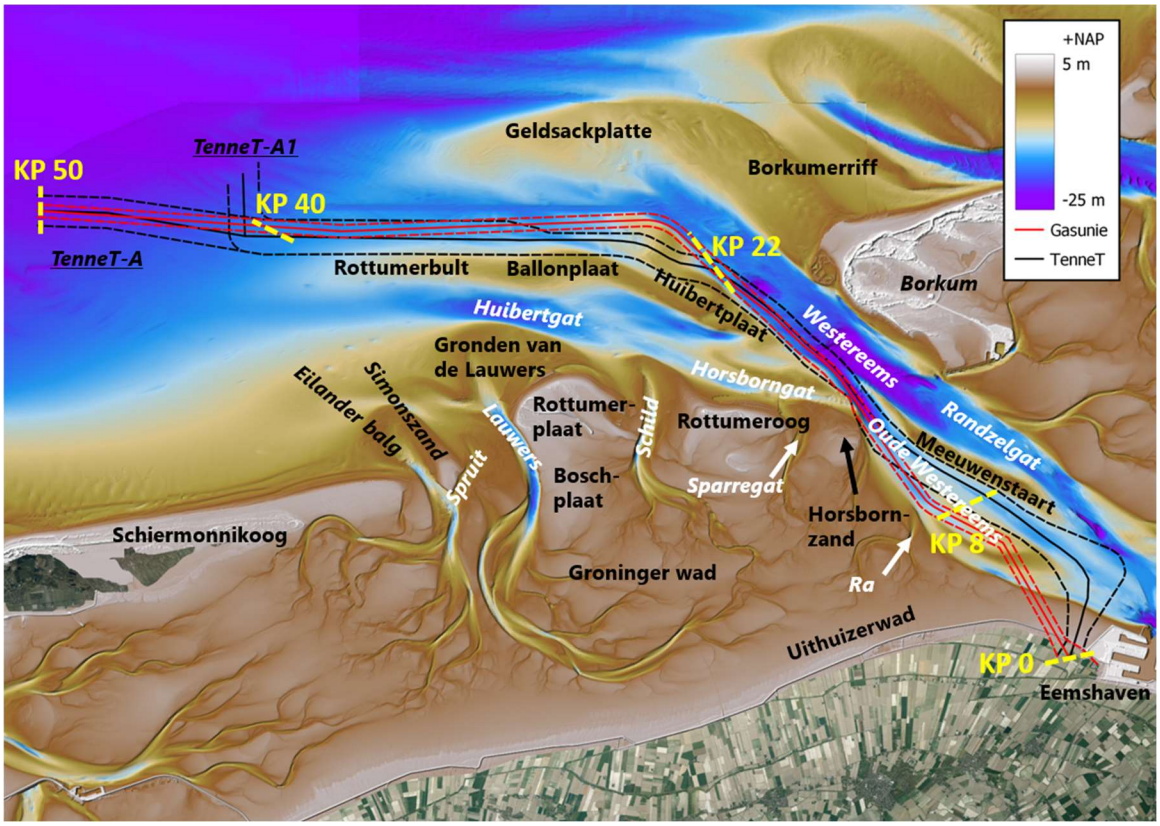
3.2 Route II - Oude Westereems

3.2.1 Routebeschrijving en indeling in deelgebieden

Voor route II zijn drie varianten beschouwd (afbeelding 3.1): variant 'Gasunie', variant 'TenneT-A' en variant 'TenneT-A1'. Deze routes lopen vanaf de Eemshaven door de Oude Westereems naar het noordoosten, langs het Horsborngat en over de Huibertplaat en vervolgens ten noorden van de Ballonplaat en Rottumerbult. De varianten 'TenneT-A' en 'TenneT-A1' verschillen alleen op de Noordzee en dus wordt voor het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel alleen variant 'TenneT-A' beschouwd.

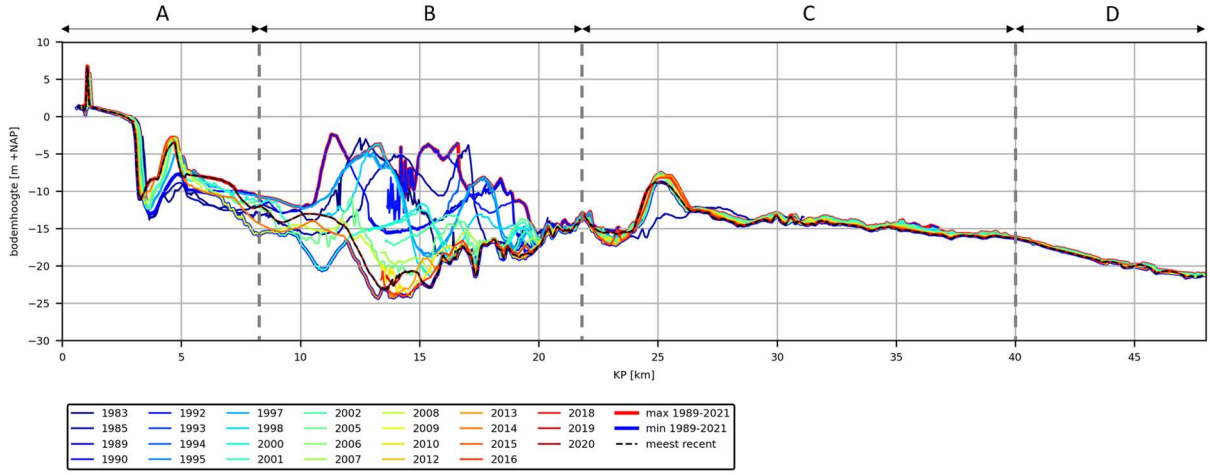
Voor zowel de Gasunie als de TenneT varianten van route II onderscheiden we de volgende deelgebieden:
- Eemshaven en begin Oude Westereems (KP 0 - 8);
- Oude Westereems en Westereems (KP 8 - 22);
- Huibertplaat, Ballonplaat en Rottumerbult (KP 22 - 40);
- Noordzee (KP 40 - 50).

Afbeelding 3.1 Bovenaanzicht van de route II (Oude Westereems) met in rood: versie 'Gasunie' en in zwart: versie 'TenneT'

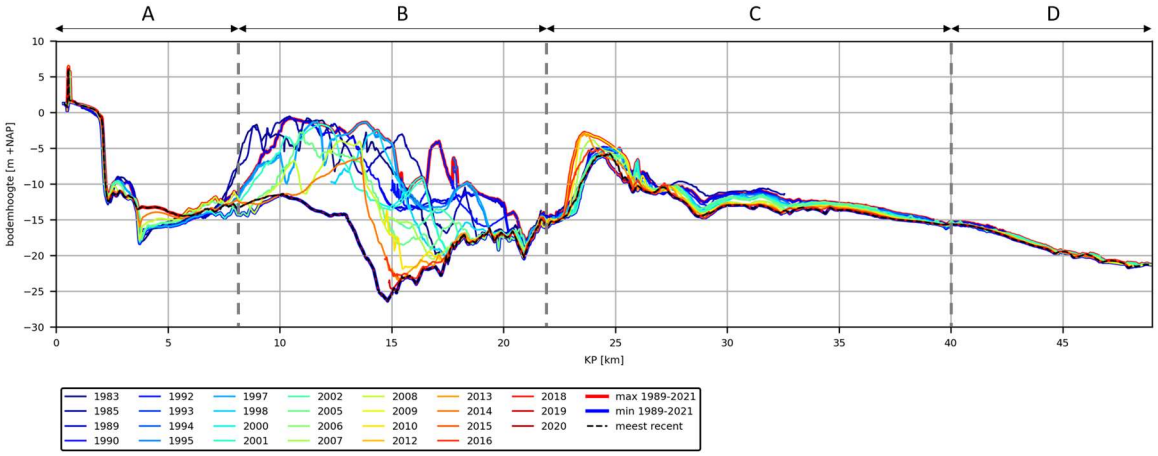


In Afbeelding 3.1 en Afbeelding 3.2 zijn de langsprofielen weergegeven van de middenlijnen van route II variant 'Gasunie' en variant 'TenneT-A', met daarin de bodemhoogte zoals waargenomen in alle beschikbare peilingen (1983-2020, betrouwbaar vanaf 1989).

Afbeelding 3.2 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant 'Gasunie' in de periode tussen 1983 en 2020 (peilingen betrouwbaar vanaf 1989). A = Het vasteland bij Eemshaven tot aan het begin van de Oude Westereems (KP 0 - 8), B = Oude Westereems (KP 8 - 22), C = Westereems (KP 22 - 40) en D = Huibertplaat, Ballonplaat en Rottumerbult (KP 40 - 50)

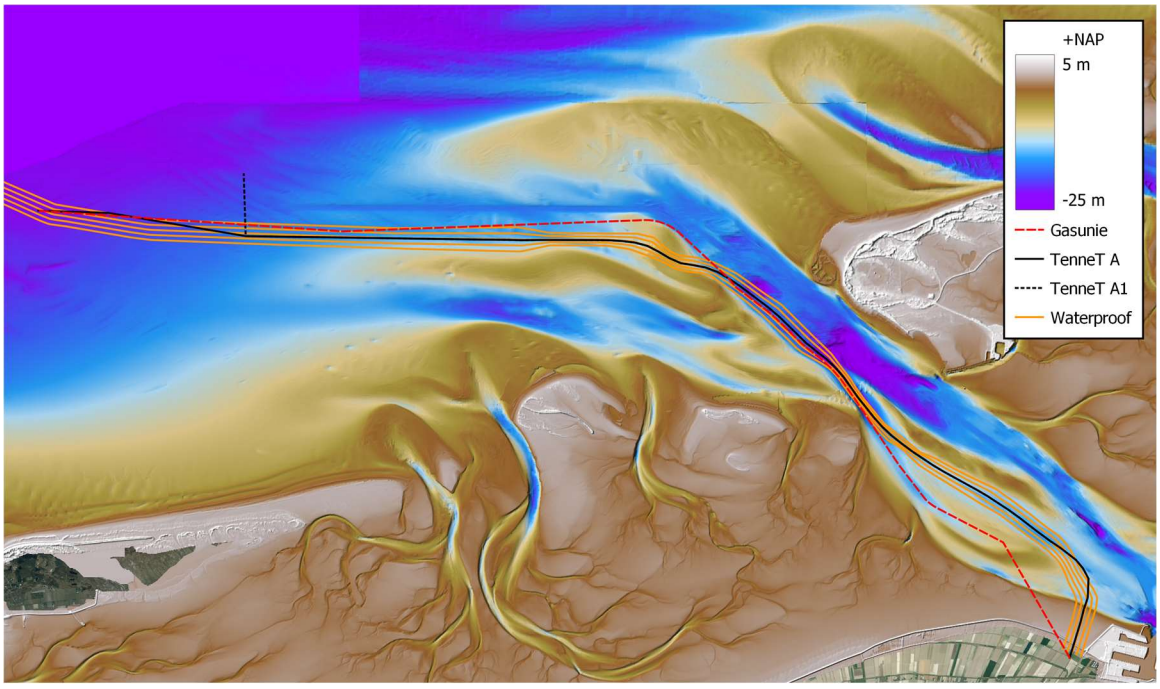


Afbeelding 3.3 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant 'TenneT-A in de periode tussen 1983 en 2020 (peilingen betrouwbaar vanaf 1989). A = Het vasteland bij Eemshaven tot aan het begin van de Oude Westereems (KP 0 - 8), B = Oude Westereems (KP 8 - 22), C = Westereems (KP 22 - 40) en D = Huibertplaat, Ballonplaat en Rottumerbult (KP 40 - 50)



Route II variant 'TenneT' is gebaseerd op een kabelcorridor met 5 kabels, genaamd 'WP05', die eerder door Waterproof is uitwerkt (Waterproof, 2022). Variant 'TenneT' loopt grotendeels door deze uitgewerkte corridor, zie Afbeelding 3.4. Voor het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel is waar mogelijk gebruik gemaakt van de analyses van Waterproof. Daarbij moet worden opgemerkt dat Waterproof een ander zichtjaar heeft gebruikt (40 jaar in plaats van 50 jaar). Daarnaast word voor variant TenneT-A en TenneT-A1 lokaal afgeweken van de door Waterproof voorgestelde corridor om ankergebieden te mijden.

Afbeelding 3.4 Route II met variant 'Gasunie' (rood) en variant 'TenneT' (zwart) 'conform 'Baseline 3' zoals gebruikt in voorliggende studie en route WP05 die eerder is uitgewerkt door Waterproof (oranje lijnen, overgenomen uit [Waterproof, 2022])



In het vervolg van paragraaf 3.2 worden de belangrijkste morfologische kenmerken en ontwikkelingen per deelgebied beschreven. Dit wordt vervolgens gebruikt om het morfologische ontwerpprofiel per deelgebied

te bepalen (paragraaf 3.2.3 t/m 3.2.6). Het morfologische ontwerpprofiel wordt samengevat voor de gehele route in paragraaf 3.2.7.

3.2.2 Grootschalige ontwikkelingen nabij de route

In het 'Kombergingsrapport Lauwers en Groninger Wad' (Elias en Cleveringa, 2021) en in de studie door Waterproof naar een optimale corridor door de Eemsmonding (Waterproof, 2022) worden de grootschalige ontwikkelingen in het Eems-Dollard estuarium beschreven. De volgende ontwikkelingen zijn relevant voor de beschouwing van het morfologische ontwerpprofiel van route II:

- het Eems-Dollard estuarium importeert netto sediment. Dit blijkt uit studies door Elias et. al. (2021) en Pierik et al. (2022). Ondanks deze netto import is het oppervlak van diepe delen in het estuarium (bodemniveau onder -14 m NAP) sinds 1985 toegenomen;
- door zeespiegelstijging wordt de sedimentimport verder gestimuleerd. Naar verwachting is de import van zand naar de geulen echter niet groot genoeg om de zeespiegelstijging bij te houden (Van Maren, 2019). Dit kan leiden tot een toename van de geuldimensies (maar niet per definitie tot een daling van het bodemniveau van de geulen), hierdoor zal de baggerinspanning naar verwachting afnemen;
- moeilijk-erodeerbare of erosieresistente lagen hebben een sterke invloed op de morfologische ontwikkeling van met name het Randzelgat en de Westereems in de Eemsmonding. Op plekken met erosieresistente lagen is de ratio geulbreedte-geuldiepte relatief hoog. Er zijn in de afgelopen decennia geen grootschalige morfologische veranderingen in de Eemsmonding geweest. De geul Randzelgat - Westereems ligt stabiel langs het eiland Borkum en heeft daar een noordwestelijke oriëntatie;
- het bankencomplex waar de Huibertplaat en Ballonplaat deel van uit maken vormt de scheiding tussen de Westereems en het Huibertgat. De Ballonplaat en Rottumerbult ten westen van de Huibertplaat zijn relatief stabiel.

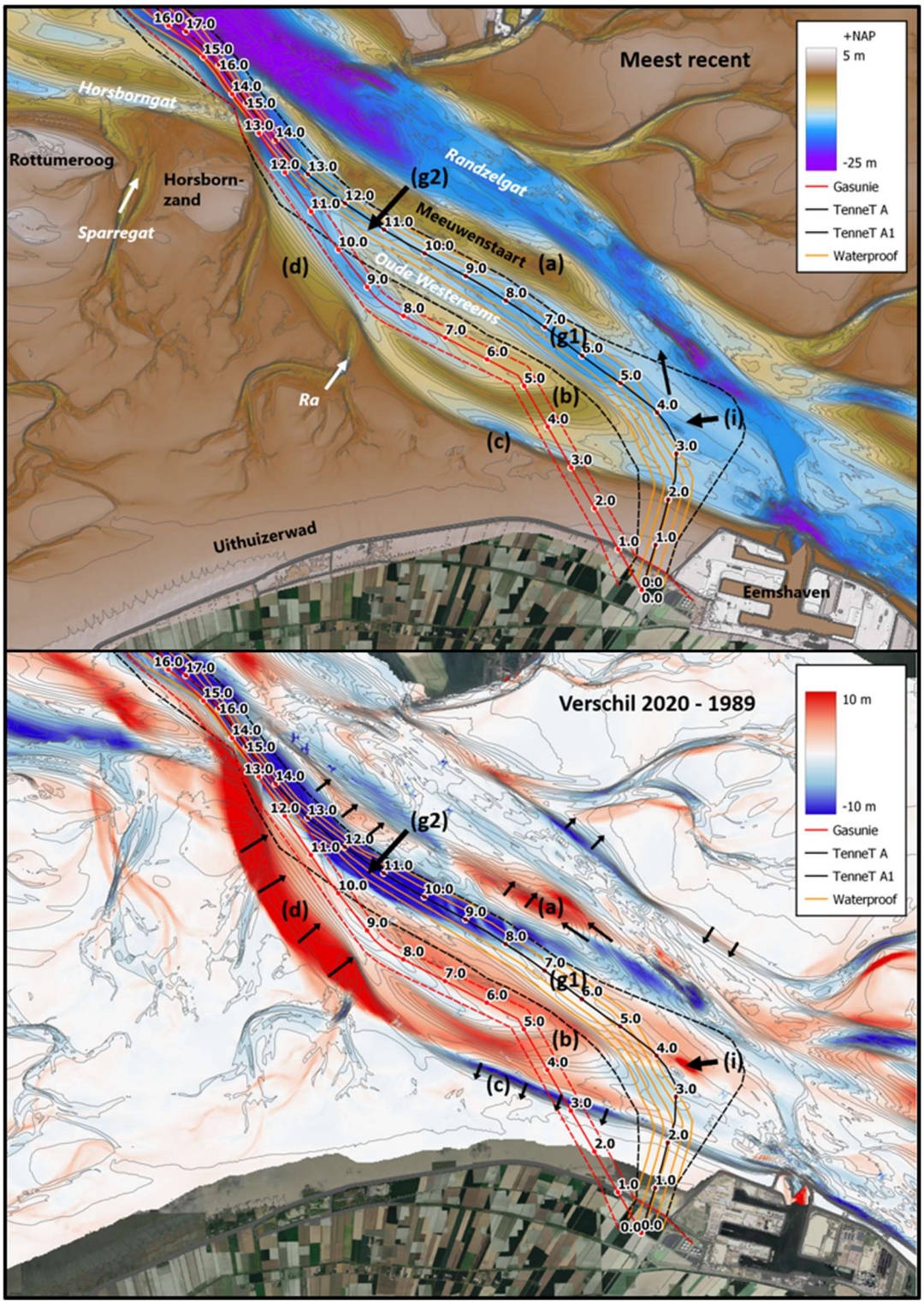
3.2.3 Deelgebied A - Eemshaven en begin Oude Westereems (KP 0 - 8)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

In Afbeelding 3.5 zijn de belangrijkste morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied A samengevat (aangepast naar Waterproof [2022]):

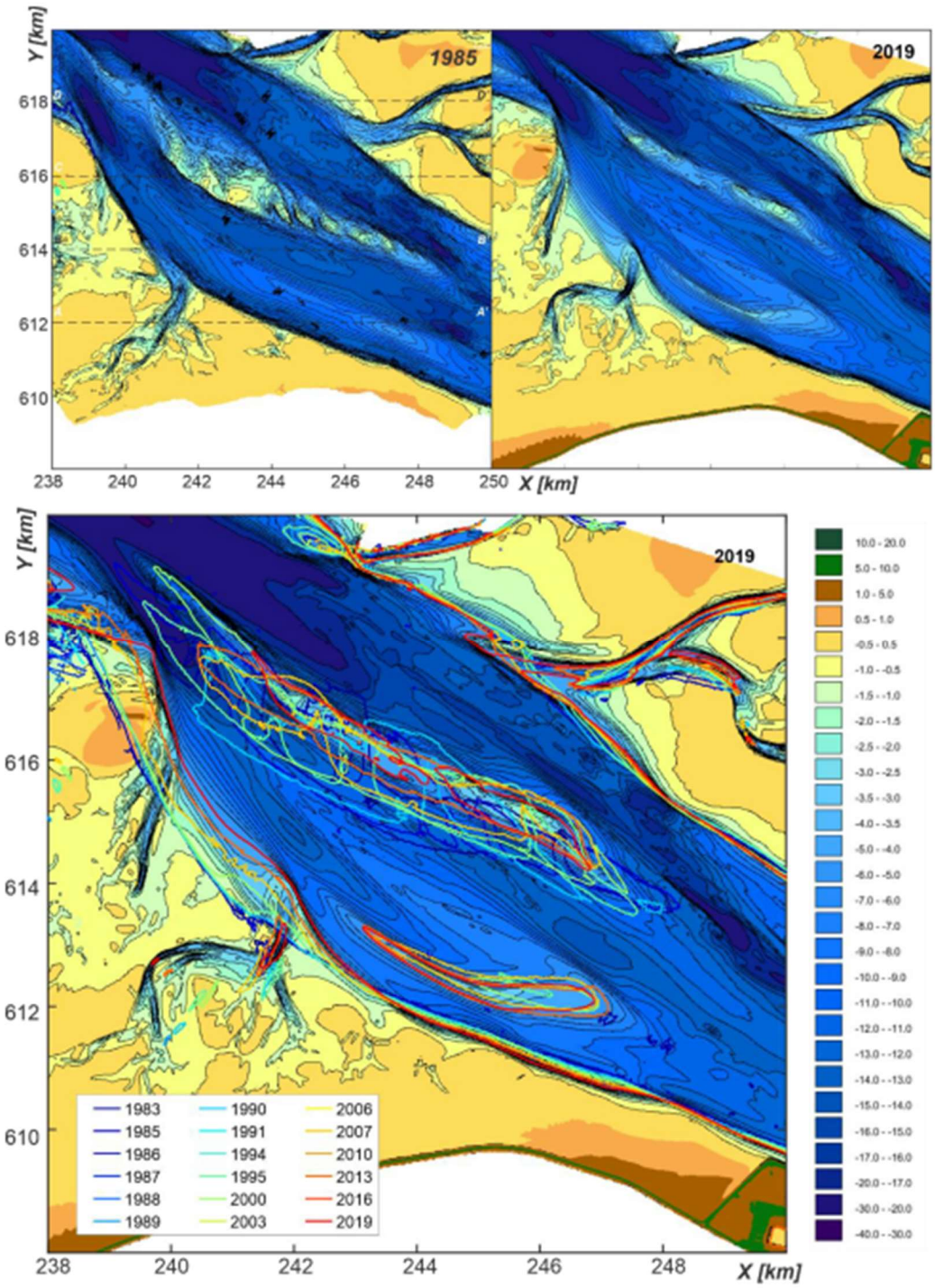
- (a): oostwaartse migratie en afname van de omvang van de Meeuwenstaart (ondiepte);
- (b): ontwikkeling van een nieuwe ondiepte;
- (c): plaat die zuidwaarts migreert;
- (d): plaat die naar het oosten migreert (waarschijnlijk gekoppeld aan de oostwaartse migratie van de Meeuwenstaart (a));
- (g1): deel van de Oude Westereems met relatief stabiele bodemligging (tussen circa KP 4 en KP 8 van variant 'TenneT');
- (g2): deel van de Oude Westereems met een sterk dynamische bodemligging (tussen circa KP 8 en KP 14 van variant 'TenneT');
- (i): erosiegat in het Randzelgat dat is opgevuld.

Afbeelding 3.5 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied A (KP 0 - 8). Weergegeven zijn route II (variant Gasunie: rood, variant TenneT: zwart), kabels binnen de corridor van route WP05 (magenta lijnen). Afbeelding aangepast naar Waterproof (2022)



Afbeelding 3.6 toont ontwikkeling van de oostzijde van het Groningerwad en de oude Westereems tussen 1985 en 2019 en de verplaatsing van de -5 m NAP contourlijn in die periode.

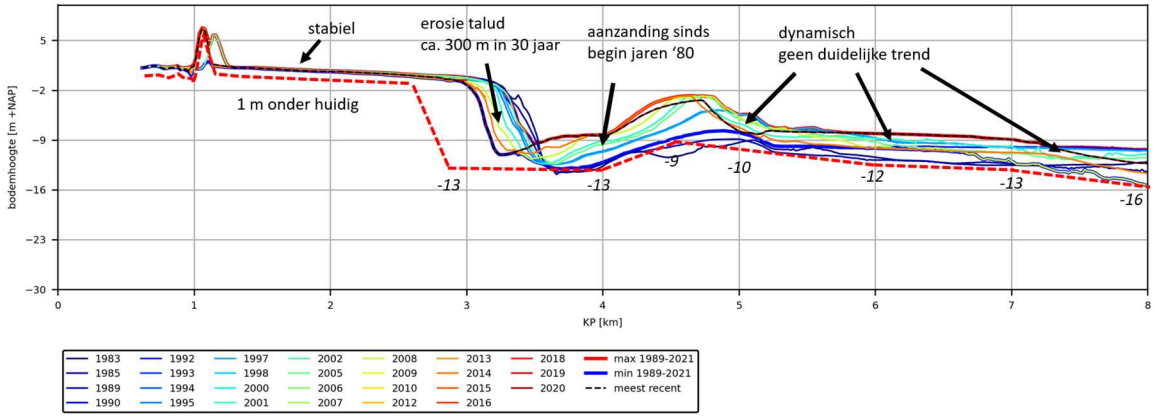
Afbeelding 3.6 Boven: ontwikkeling van de oostzijde van het Groningerwad en de oude Westereems 1985 en 2019. Onder: verplaatsing van de -5 m NAP contourlijn. Overgenomen uit Elias en Cleveringa (2021)



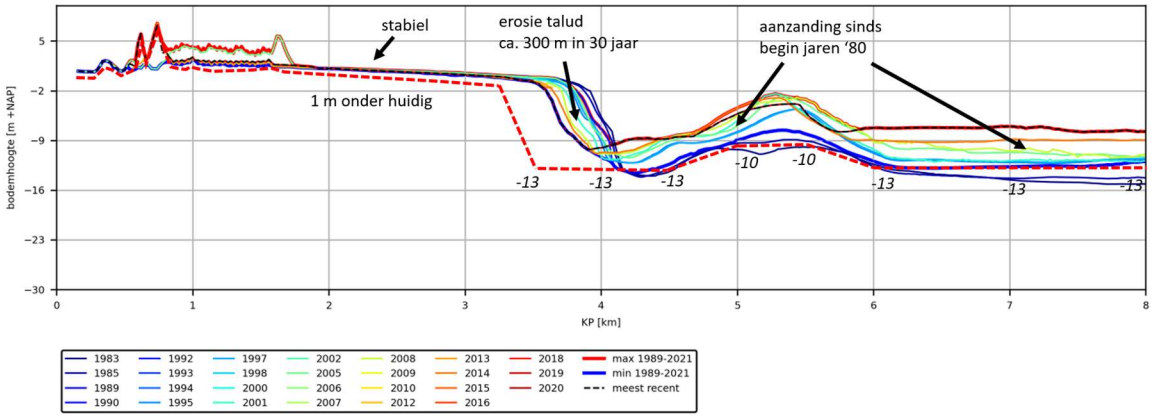
Morfologisch ontwerpprofiel - variant Gasunie

In Afbeelding 3.7, Afbeelding 3.8 en Afbeelding 3.9 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route II - variant Gasunie binnen deelgebied A (KP 0 - KP 8). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

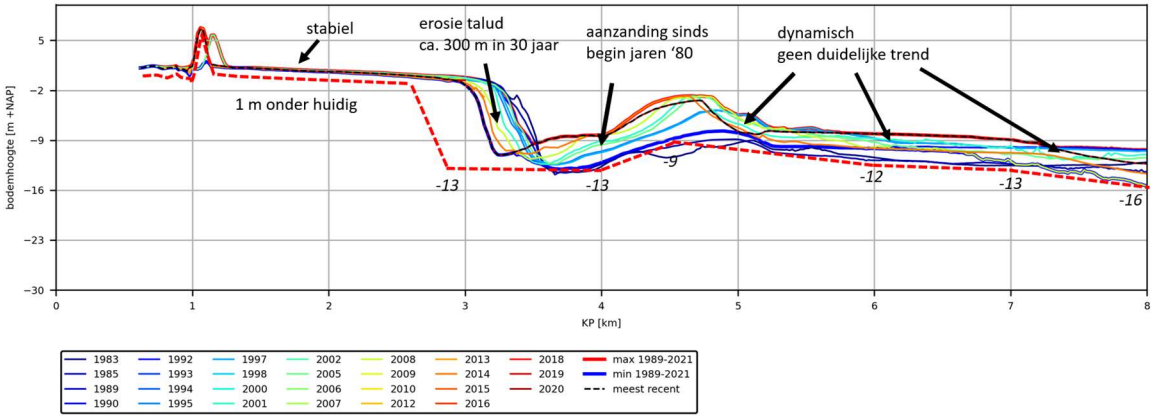
Afbeelding 3.7 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 8). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.8 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 8). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.9 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 8). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

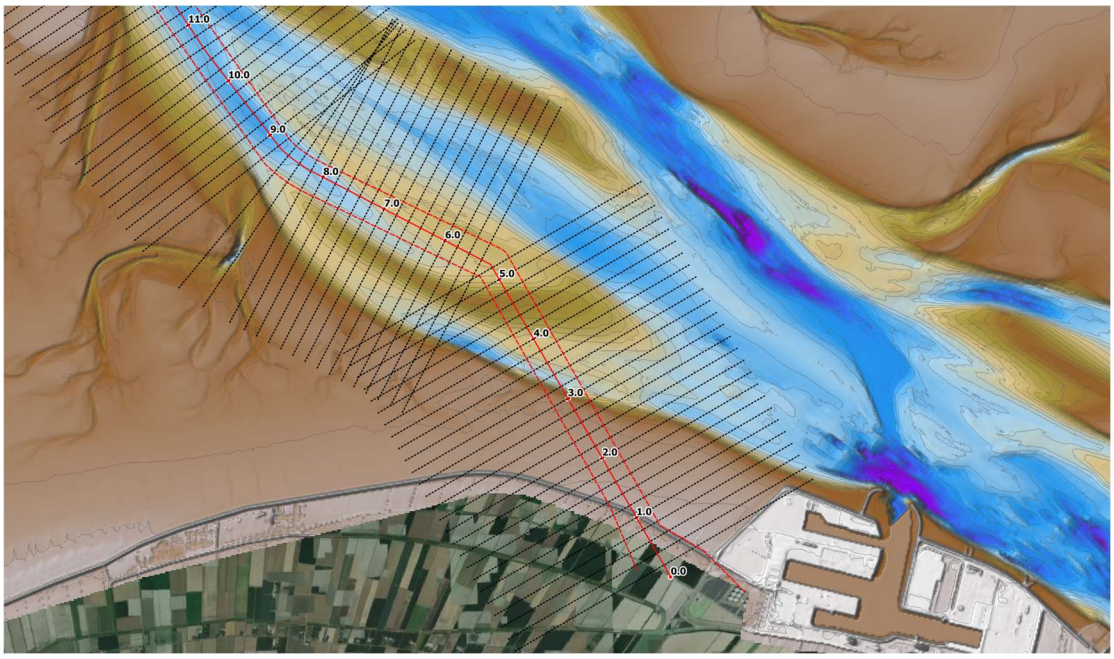


Binnen deelgebied A zijn langs route II Gasunie de volgende ontwikkelingen relevant (KP's voor middenlijn):

- KP 3 (Afbeelding 3.11): zuidwaartse migratie van de overgang geul-wad;
- KP 3.5-4.8 (Afbeelding 3.12): ondiepte die aanzand sinds begin jaren '80, echter kan erosie door het uitdiepen van de Oude Westereems in zuidoostelijke richting in de komende 50 jaar niet worden uitgesloten;
- KP 4.8-8 (Afbeelding 3.13): dynamisch gebied, geen duidelijke trend in het bodemniveau, verdieping kan optreden in de komende 50 jaar.

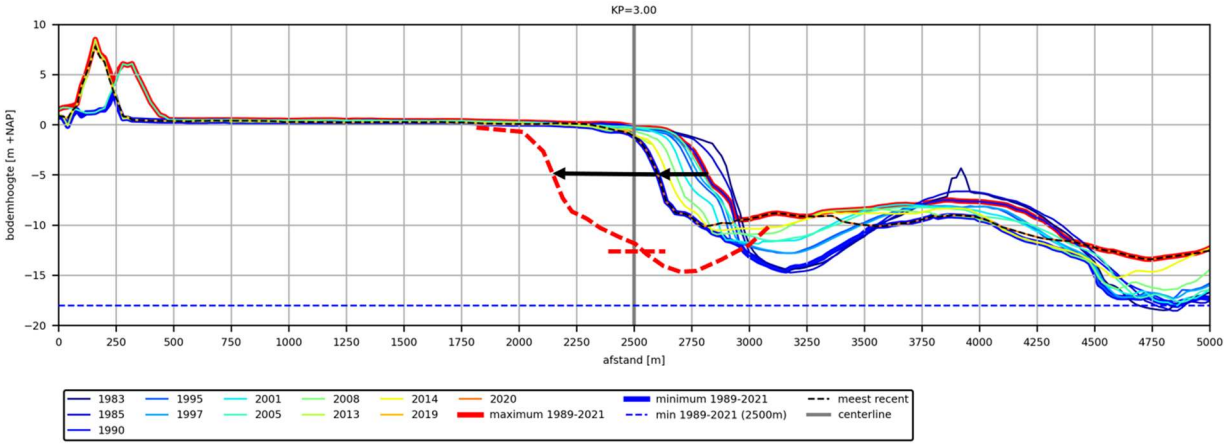
In Afbeelding 3.11 t/m Afbeelding 3.13 wordt de keuze voor het morfologische ontwerpprofiel langs de middenlijn van de route aan de hand van enkele dwarsprofielen nader toegelicht. De locatie van deze dwarsprofielen is weergegeven in Afbeelding 3.10. Op sommige locaties ligt het morfologisch ontwerpprofiel boven de meest recente bodemhoogte, omdat de trend op die locatie verondieping is.

Afbeelding 3.10 Overzicht dwarsprofielen met KP-nummers langs route II variant 'Gasunie' - deelgebied A



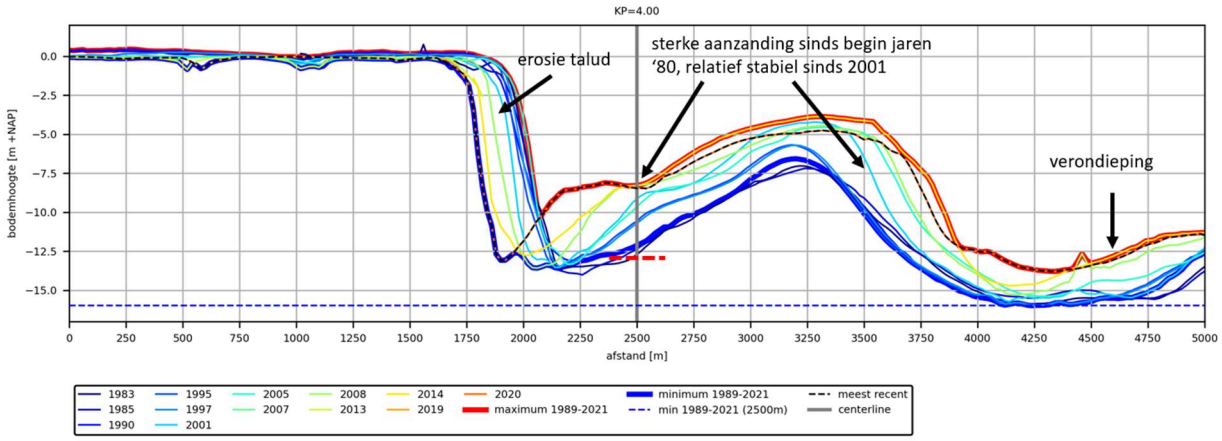
Afbeelding 3.11: Het talud op de overgang tussen geul en wad rond KP 3.0 is in de afgelopen decennia zuidwaarts gemigreerd (circa 300 m in 30 jaar), dit proces kan zich in de komende 50 jaar voortzetten (dat zou leiden tot circa 500 m migratie langs de middenlijn van de route). Daarnaast is het niet onwaarschijnlijk dat het bodemniveau van de geul één tot enkele meters zakt. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 3 gekozen op -13 m NAP.

Afbeelding 3.11 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel op KP 3,0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



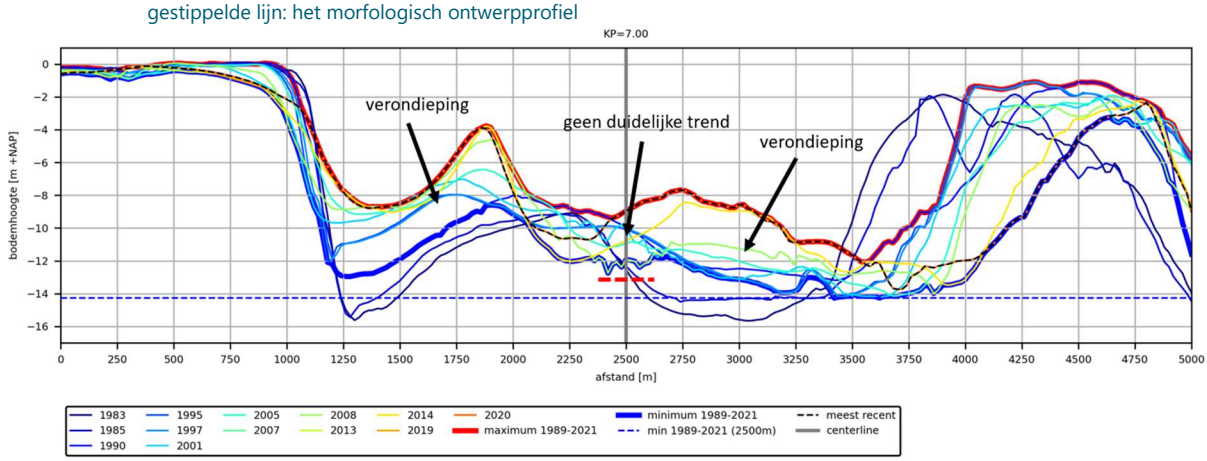
Afbeelding 3.12: Tussen KP 3,5 en KP 4,8 loopt de route door een ondiepte die aanzand sinds begin jaren ‘80. In de afgelopen 15 tot 20 jaar is de bodem hier vrij stabiel. Het kan niet worden uitgesloten dat de naastgelegen geul zich in zuidoostelijke richting gaat verdiepen in de komende 50 jaar. Dit zou leiden tot erosie van de ondiepte of verplaatsing daarvan in zuidoostelijke richting. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn van route II Gasunie tussen KP 3.5 en KP 4.8 gelijk gekozen aan het minimale bodemniveau sinds 1989, op -13 m NAP.

Afbeelding 3.12 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 4.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.13: Ter hoogte van KP 7 treedt aan weerszijden van de kabelroute verondieping op. Langs de middenlijn van de route is de variatie in het bodemniveau in de afgelopen 40 jaar orde 3 m, zonder een duidelijke trend van verdieping of verondieping. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 7 gelijk gekozen aan het minimale bodemniveau sinds 1989, op -13 m NAP. Voor het deel van de route tussen KP 4.8 en KP 8 is dezelfde redenatie gevolgd, wat heeft geleidt tot een morfologisch ontwerpprofiel tussen -10 m NAP (KP 5) en -16 m NAP (KP 8).

Afbeelding 3.13 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 7.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

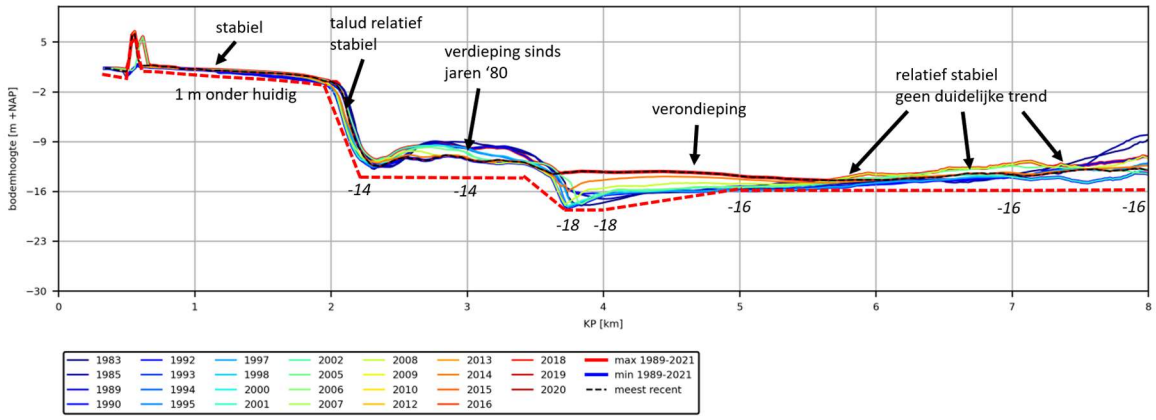


Morfologisch ontwerpprofiel - variant TenneT-A

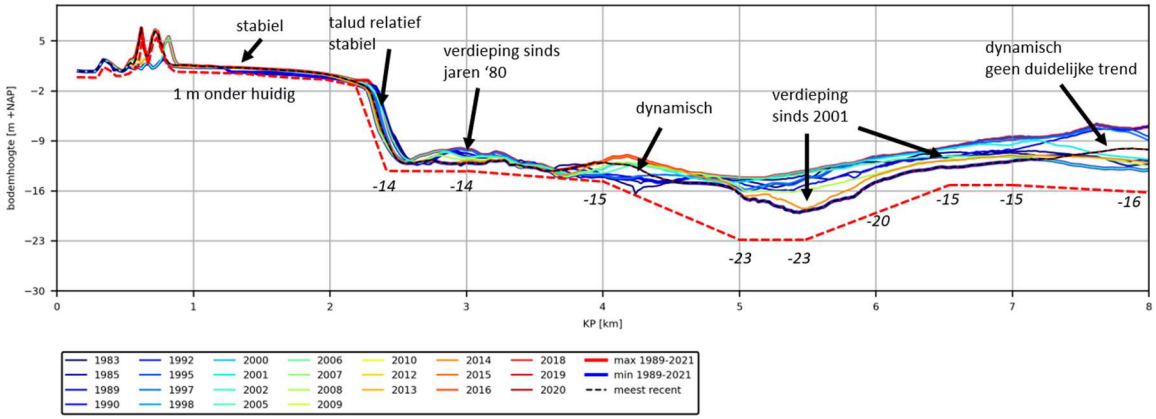
In Afbeelding 3.14, Afbeelding 3.15 en Afbeelding 3.16 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route II - variant TenneT-A binnen deelgebied A (KP 0 - KP 8). Ook weergegeven zijn de minimale bodemligging tussen 1989 en 2020 uit de dwarsprofielen (blauwe lijn) en het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

Ter hoogte van KP 3.5 bevindt zich tussen de middenlijn en de oostelijk zijlijn een locatie waar sinds begin jaren 80 een diep erosie gat aanwezig was wat sindsdien langzaam is opgevuld (zie Afbeelding 3.5). Hiermee is geen rekening gehouden bij het morfologisch ontwerpprofiel, omdat het gat aanzand. Echter, voor een route tussen de middenlijn en de oostelijke zijlijn kan dit wel tot zeer forse begraafdiepte leiden (> 10 m).

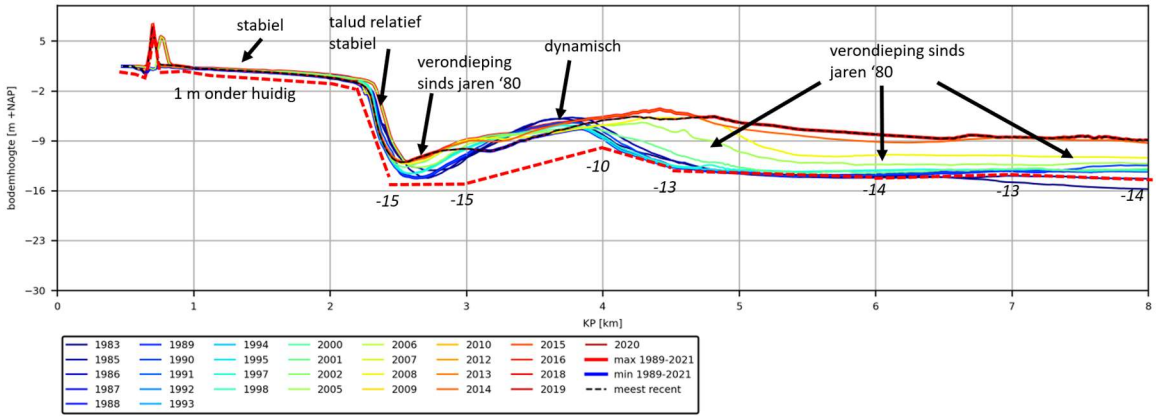
Afbeelding 3.14 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 10). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.15 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 10). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.16 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 10). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

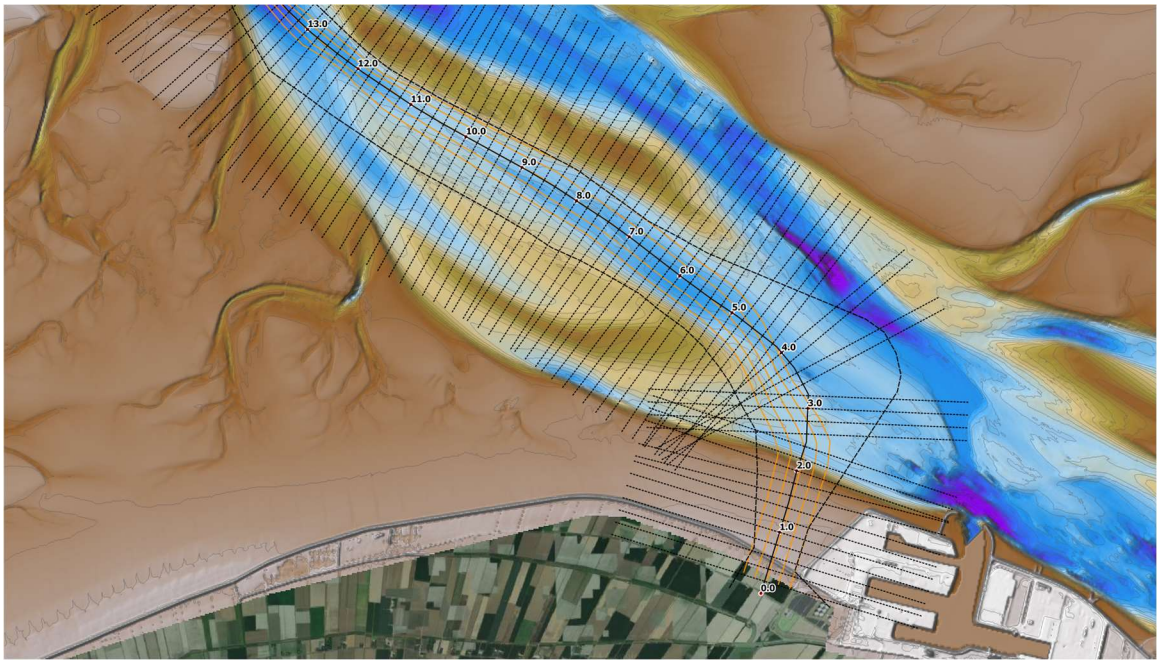


Binnen deelgebied A zijn langs route II TenneT-A de volgende ontwikkelingen relevant (KP's voor middenlijn):

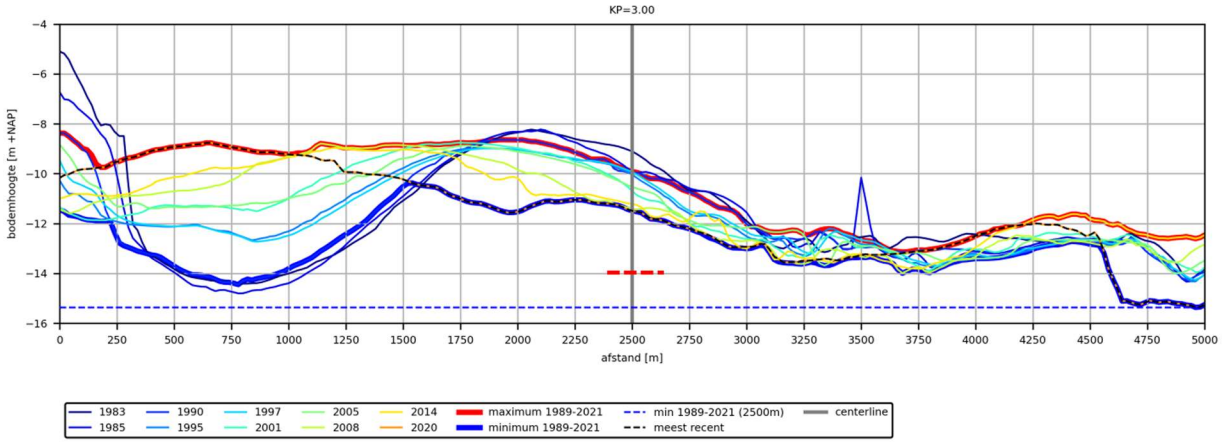
- KP 2 (Afbeelding 3.16): stabiel talud op overgang geul-wad;
- KP 2.3-3.6 (Afbeelding 3.18): verdieping sinds jaren '80, deze verdieping kan doorzetten in de komende 50 jaar;
- KP 3.6-5.5 (Afbeelding 3.19): verondieping sinds jaren '80, gebied kent lokale verdiepingen;
- KP 5.5-8.0 (Afbeelding 3.20): dynamisch gebied, relatief stabiel.

In Afbeelding 3.18 t/m Afbeelding 3.20 wordt de keuze voor het morfologische ontwerpprofiel aan de hand van enkele dwarsprofielen nader toegelicht. De locatie van deze dwarsprofielen is weergegeven in Afbeelding 3.17.

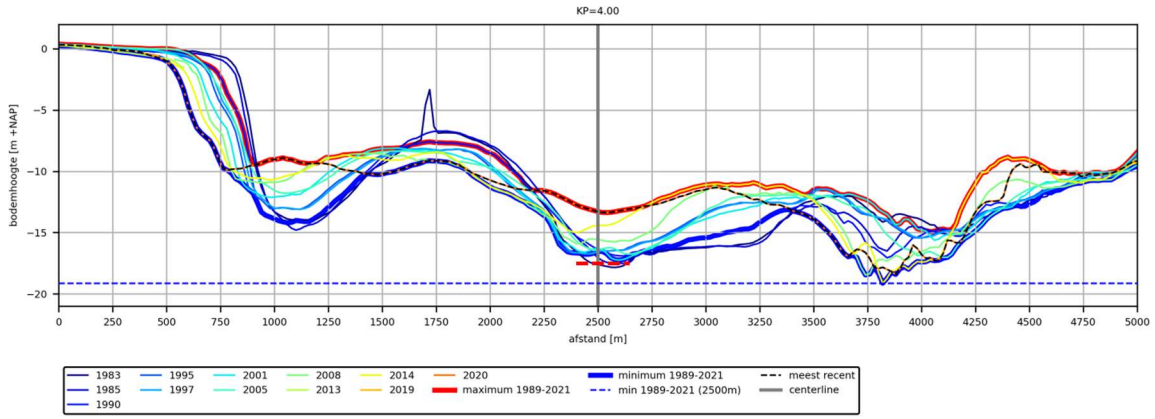
Afbeelding 3.17 Overzicht dwarsprofielen met KP-nummers langs route II variant 'TenneT-A' - deelgebied A



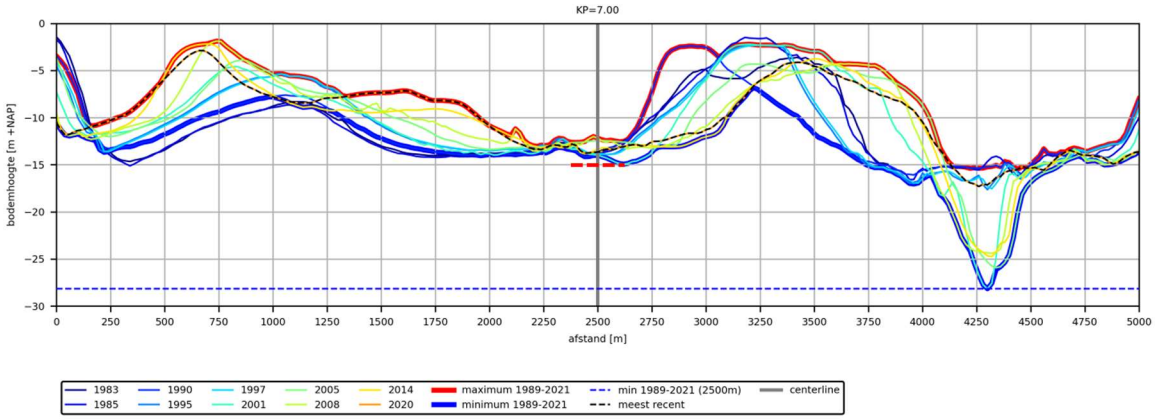
Afbeelding 3.18 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel op KP 3.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn.
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.19 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel op KP 4.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn.
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.20 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel op KP 7.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn.
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



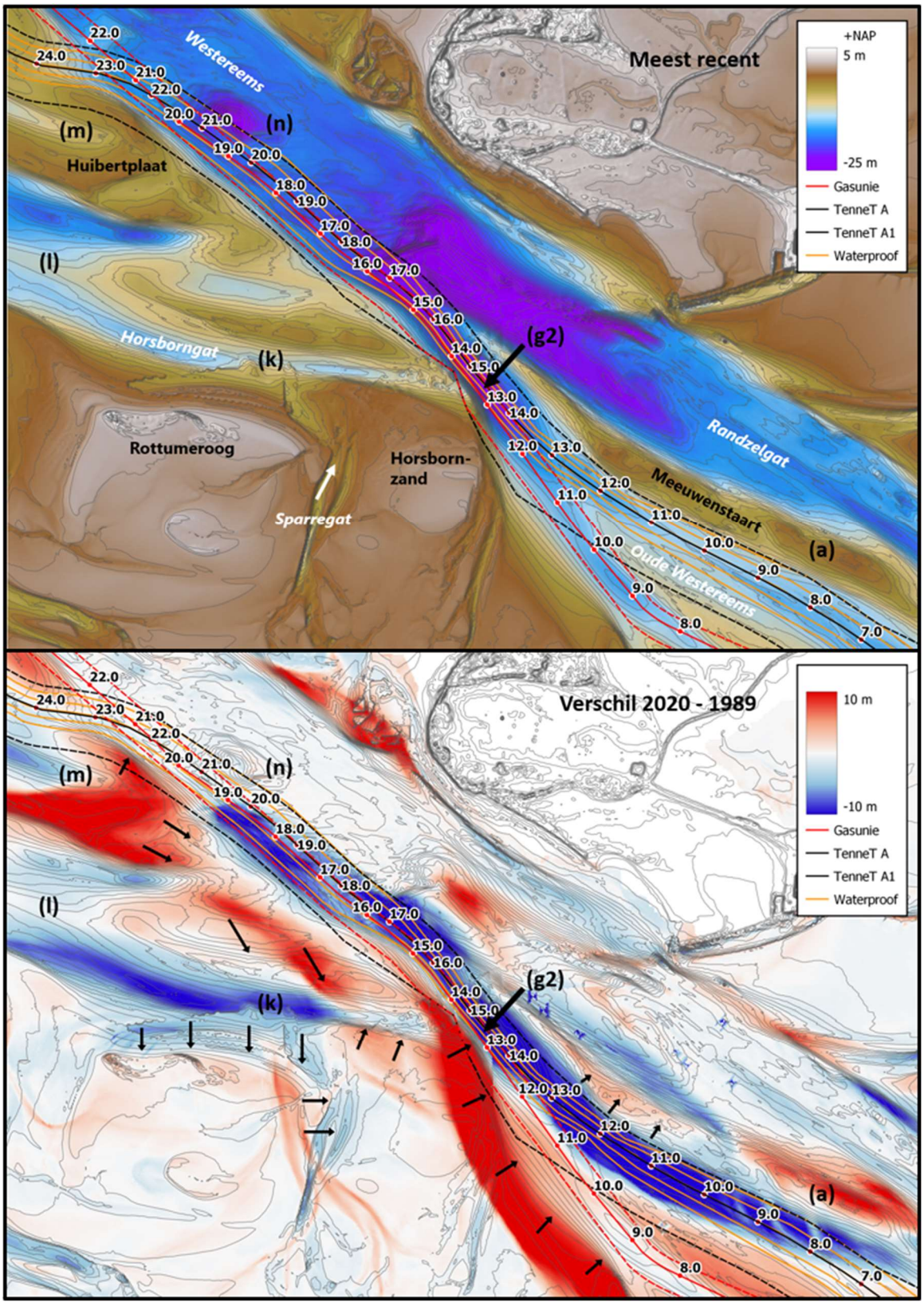
3.2.4 Deelgebied B - Oude Westereems en Westereems (KP 8 - 22)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

In Afbeelding 3.21 zijn de belangrijkste morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied B samengevat (aangepast naar Waterproof, 2022):

- (a): oostwaartse migratie en afname van de omvang van de Meeuwenstaart (ondiepte);
- (g2): deel van de Oude Westereems met grote veranderingen door een oostwaarste verplaatsing van de diepe getijdegeul die gepaard gaat met de oostwaartse uitbouw van het Horsbornzand;
- (k): zuidwaartse migratie van het Horsborngat (getijdegeul);
- (l): zeer dynamisch gebied nabij het Huibertgat met in sommige jaren een 1- en andere jaren een 2-geulen systeem;
- (m): migratie van de oostkant van de Huibertplaat naar het zuidoosten;
- (n): gebied met dieptes van meer dan 25 m ten opzichte van NAP in de Westereems, ten oosten van Borkum.

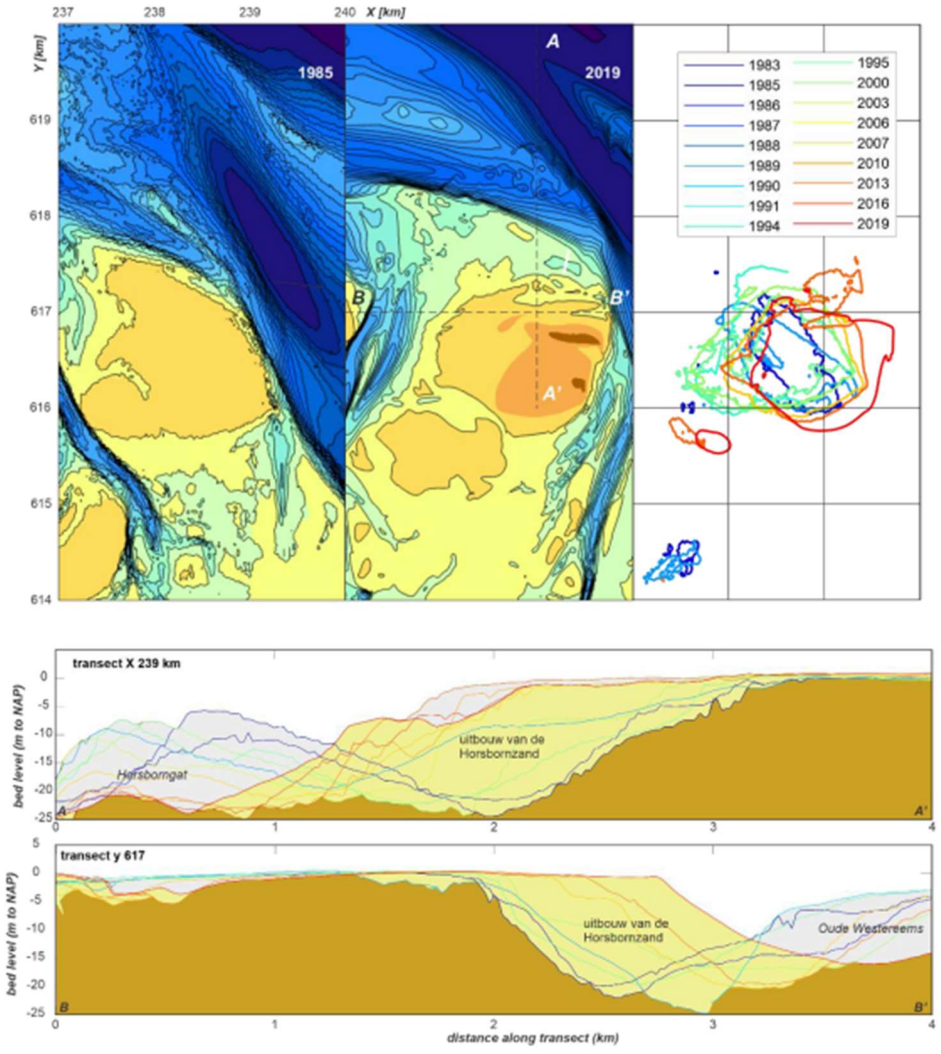
Afbeelding 3.21 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied B (KP 8 - 22). Weergegeven zijn route II (variant Gasunie: rood, variant TenneT: zwart), kabels binnen de corridor van route WP05 (magenta lijnen). Afbeelding aangepast naar Waterproof, 2022



In 1989 was het Huibertgat een doorgaande geul met west-oost oriëntatie (tussen de Noordzee en het Eems estuarium), ter hoogte van de Rottums en het Horsbornzand (Elias et al. 2021). De meest zuidelijke uitstroomgeul in het oostelijke deel van het Huibertgat wordt dan ook al Horsborngat genoemd, maar is niet dezelfde geul als het huidige Horsborngat. De vorming van het huidige Horsborngat is eerst zichtbaar in de 1995 bodem en in 2001-2008 vormt dan een doorgaande geul. Deze geul blijft dan zichtbaar in de 2014 en 2020 bodemopnamen. Het oude Horsborngat neemt dan snel in diepte af en is dan in de 2001 bodem vrijwel verdwenen. Tussen 2001 en 2020 ontstaat een ondiep drempelgebied langs de westzijde van de Westereems/Randzelgat. Waarschijnlijk speelt de toegenomen sedimenttoevoer door uitschuring van Horsborngat hierbij een rol. Deze geul zorgt ervoor dat zand kustlangs kan worden afgevoerd richting de Westereems, dat zich vervolgens afzet in dit drempelgebied (Elias et al. 2021).

In Afbeelding 3.22 is de ontwikkeling van de Horsbornzand en het Horsborngat weergegeven tussen 1985 en 2019. Tussen 1989 en 2020 treden er grote veranderingen op in de geulen van Randzelgat en Oude Westereems. Dit gaat gepaard met de uitbouw van de Horsbornzand richting het noordoosten. Daardoor wordt het Horsborngat lokaal naar het noorden 'gedrukt'. In de 1989 bodem zijn deze twee geulen nog zichtbaar als aparte geulen gescheiden door een langgerekte drempel. Deze drempel trekt zich in zuidelijke richting terug.

Afbeelding 3.22 Boven: Ontwikkeling van Horsbornzand aan de hand van de 1985 en 2019 Vakloding en 0 m NAP contourlijnen. Onderste afbeelding geeft de ontwikkeling van dwarsprofiel A-A' en langsprofiel B-B' weer. Donkerbruin geeft aan waar altijd sediment aanwezig is geweest (begrensd door de minimale bodemligging in alle jaren), geel geeft de meest recente bodemligging weer en grijs de envelop van bodemverandering. Gekopieerd uit Elias et al. (2021)

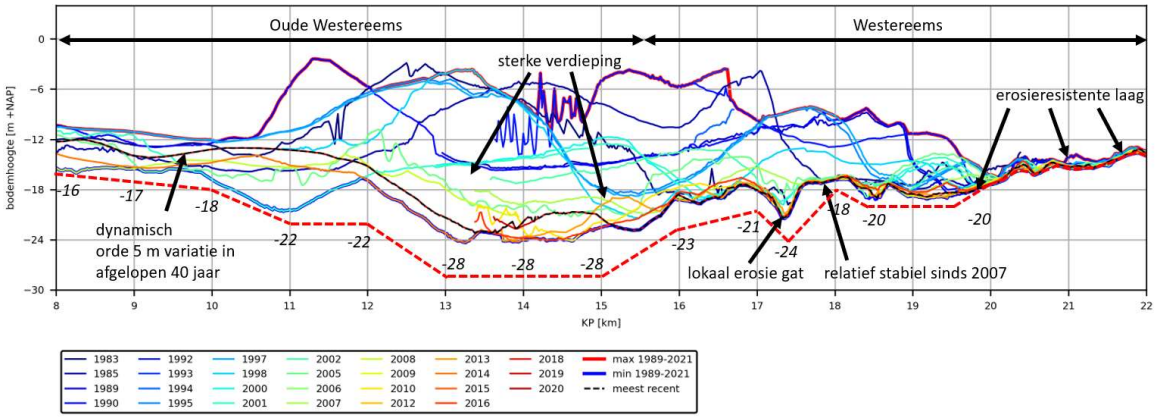


Er bestaat een kans dat het Huibertgat in de komende 50 jaar steeds meer water gaat afvoeren en als hoofdgeul gaat fungeren (expert judgement). De grootte van deze kans is niet met zekerheid te bepalen. Indien het Huibertgat als hoofdgeul gaat fungeren zal dit gepaard gaan met aanzienlijke erosie ten noorden van Rottumeroog en het Horsbornzand en verdieping van het Huibertgat. Mogelijk gaat hierdoor de Oude Westereems de functie van hoofdgeul overnemen van het Randzelgat, met verdieping van de Oude Westereems en verondieping van het Randzelgat tot gevolg (in het verleden was de Oude Westereems dieper en breder).

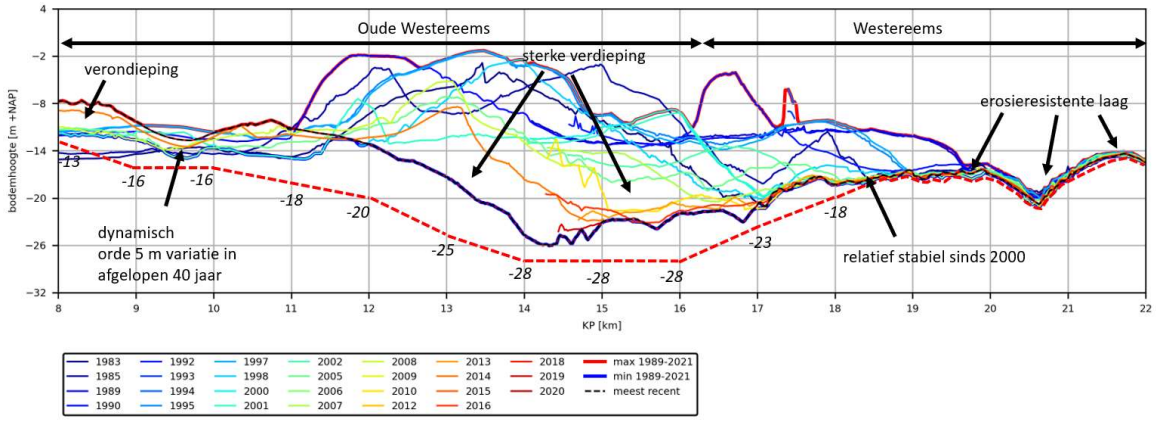
Morfologisch ontwerpprofiel - variant Gasunie

In Afbeelding 3.23, Afbeelding 3.24 en Afbeelding 3.25 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route II - variant Gasunie - binnen deelgebied B (KP 8 - KP 22). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

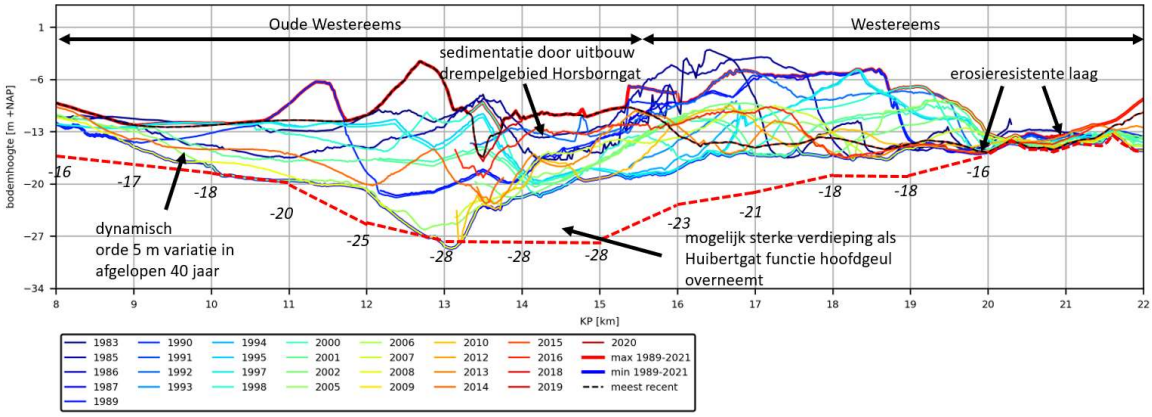
Afbeelding 3.23 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 8 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.24 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 8 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.25 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 8 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

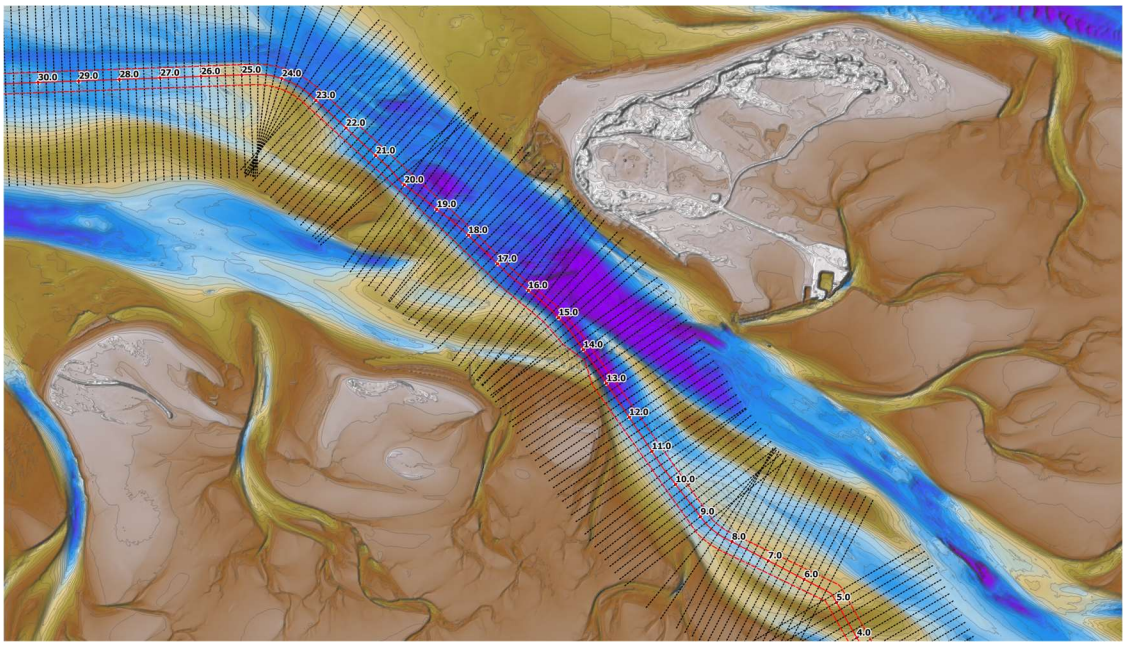


Langs dit deel van het morfologisch ontwerpprofiel zijn de volgende ontwikkelingen relevant:

- KP 8-12 (Afbeelding 3.27): dynamisch deel Oude Westereems, geen duidelijke trend, variatie van circa 5 m in afgelopen 40 jaar, verdieping van orde 4-6 m kan optreden in komende 50 jaar;
- KP 12-15,5 (Afbeelding 3.28, Afbeelding 3.29): deel van Oude Westereems waar in de afgelopen decennia grote veranderingen zijn opgetreden door oostwaartse migratie van de Meeuwenstaart en het Horsbornzand. Dit deel van de Oude Westereems kan verder verdiepen. De kans bestaat dat het Huibertgat de functie van hoofdgeul gaat overnemen, dit zal gepaard gaan met sterke verdieping van het Horsbornzand ten westen van route II en mogelijk ook verdere verdieping van de Oude Westereems;
- KP 15,5-20 (Afbeelding 3.30): relatief stabiel deel Westereems met moeilijk erodeerbare lagen en lokale erosiegaten;
- KP 20-22 (Afbeelding 3.31): zeer stabiel deel Westereems met erosieresistente lagen.

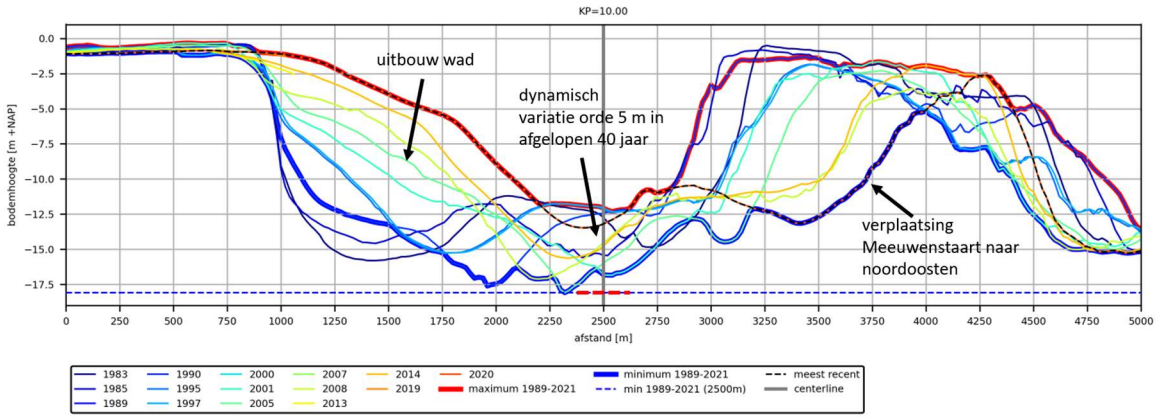
In Afbeelding 3.27 t/m Afbeelding 3.31 wordt de keuze voor het morfologische ontwerpprofiel aan de hand van enkele dwarsprofielen nader toegelicht. De locatie van deze dwarsprofielen is weergegeven in Afbeelding 3.26.

Afbeelding 3.26 Overzicht dwarsprofielen met KP-nummers langs route II variant 'Gasunie' - deelgebied B



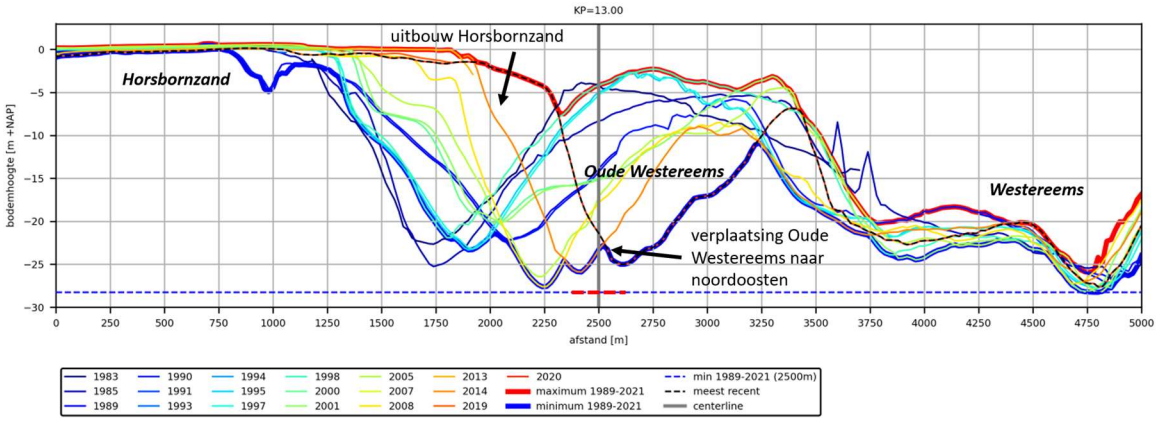
Bij KP 10 heeft het bodemniveau van de Oude Westereems de afgelopen 40 jaar gevarieerd met circa 5 m. Het is niet onwaarschijnlijk dat de Oude Westereems hier op termijn dieper wordt dan de diepte waar hij nu op ligt. Op basis van de geobserveerde variatie in de bodemhoogte zou in de komende 50 jaar circa 4-6 m verdieping kunnen optreden. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel gekozen op -18 m NAP (ongeveer 4 m beneden het meest recente bodemniveau en ongeveer gelijk aan het laagst gemeten bodemniveau).

Afbeelding 3.27 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 10.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



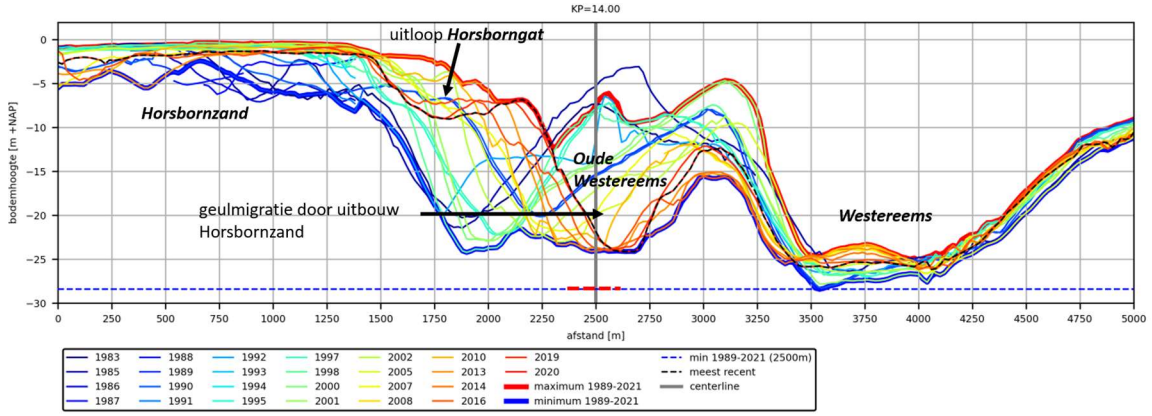
De Horsbornzand bouwt uit naar het noordoosten (Afbeelding 3.22), daardoor verplaatst ook het talud van de Oude Westereems naar het oosten. Dit proces kan stoppen of omdraaien. Daarnaast bestaat de kans dat het Huibertgat de functie van hoofdgeul gaat overnemen, dit zal gepaard gaan met sterke verdieping van het Horsbornzand ten westen van route II en mogelijk ook verdere verdieping van de Oude Westereems. Het morfologisch ontwerpprofiel is bij KP 13 gekozen op -28 m NAP, dit is gelijk aan het diepste punt van de Oude Westereems langs het dwarsprofiel ter hoogte van deze locatie in de afgelopen 40 jaar.

Afbeelding 3.28 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 13.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



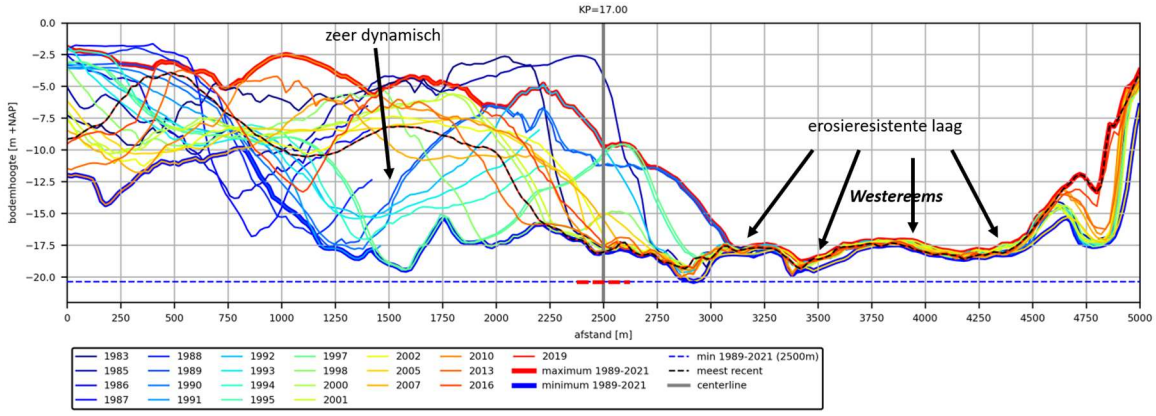
Ter hoogte van KP 14 loopt de route langs een uitloper van het Horsborngat, op de overgang naar de Oude Westereems. De bodem van de Oude Westereems is hier nooit lager dan -24 m NAP geweest en lijkt afgevlakt te zijn, wat duidt op de mogelijke aanwezigheid van een niet- (of moeilijk) erodeerbare laag op deze diepte, de aanwezigheid hiervan is echter onzeker. De bodem van de naastgelegen Westereems ligt dieper, op -28 m NAP. Het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 14 is gekozen op -28 m NAP omdat niet kan worden uitgesloten dat de Oude Westereems verder verdiept tot het bodemniveau van de Westereems.

Afbeelding 3.29 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 14.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



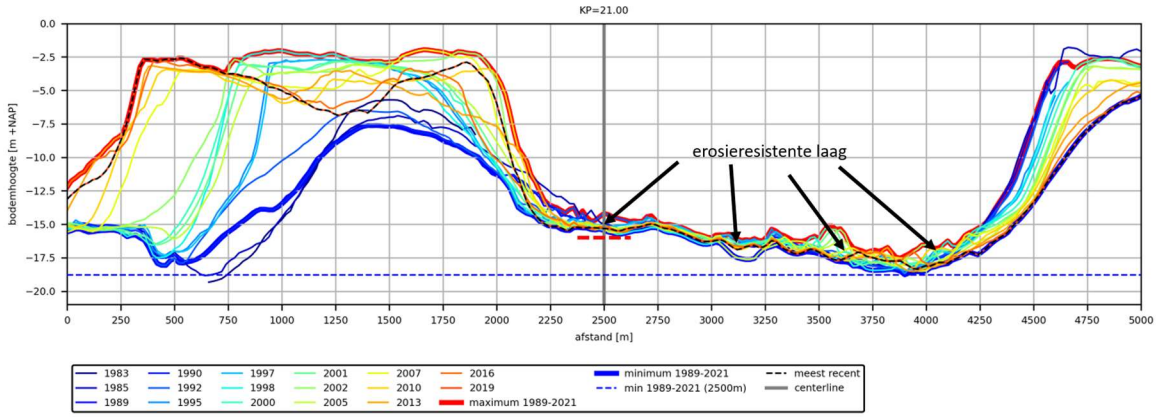
Ter hoogte van KP 17 loopt route II variant Gasunie door de Westereems, vlak langs het drempelgebied dat bij de uitstroom van het Huibertgat aanwezig is. Ten oosten van de route zijn overduidelijk erosieresistente lagen aanwezig, zo blijkt uit het dwarsprofiel. Het is zeer waarschijnlijk dat ook langs de middenlijn van de route een erosieresistente laag aanwezig is. Het morfologisch ontwerpprofiel is bij KP 17 gekozen op -21 m NAP, dit is gelijk aan de minimale geobserveerde bodemhoogte in het dwarsprofiel.

Afbeelding 3.30 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 17.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Ter hoogte van KP 22 is in de Westereems overduidelijk een erosieresistente laag aanwezig. Langs de middenlijn van route II ligt deze laag op circa -16 m NAP, en verder naar het oosten op circa -19 m NAP. Het morfologisch ontwerpprofiel is bij KP 21 gekozen op -16 m NAP, gelijk aan de bovenkant van de erosieresistente laag.

Afbeelding 3.31 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 21.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



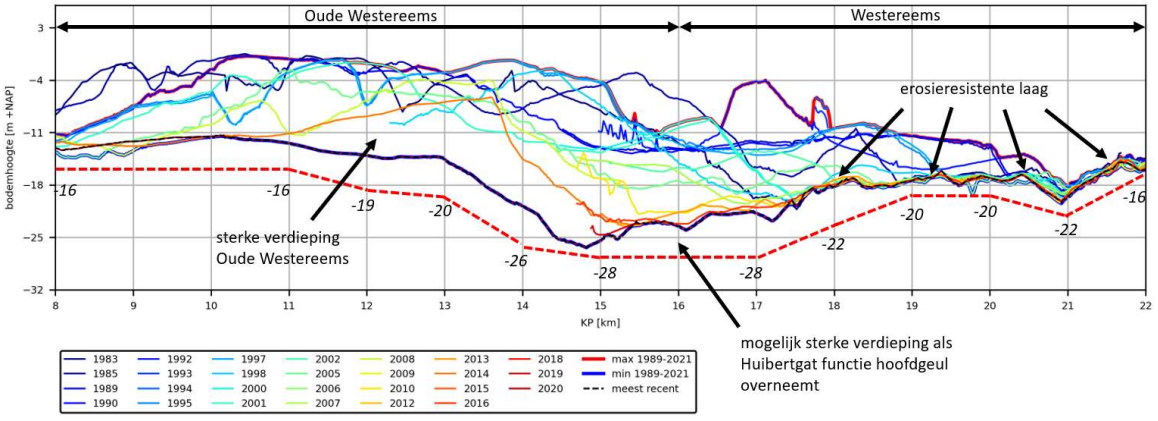
Aandachtspunten

- het wordt sterk aanbevolen om de aanwezigheid en diepteligging van erosieresistente lagen in de Westereems langs route II te verifiëren middels nieuwe boringen. Met name tussen KP 7.0 en KP 14.0 kan nieuwe informatie over de aanwezigheid van harde lagen de begraafdiepte mogelijk sterk beperken;
- het begraven van kabels of leidingen in erosieresistente lagen leidt mogelijk tot versnelde diepe erosie als door de laag heen wordt gebaggerd. Daarnaast is aanleg in deze lagen mogelijk uitvoeringstechnisch lastig. Met deze aspecten is geen rekening gehouden bij het vaststellen van het morfologisch ontwerpprofiel.

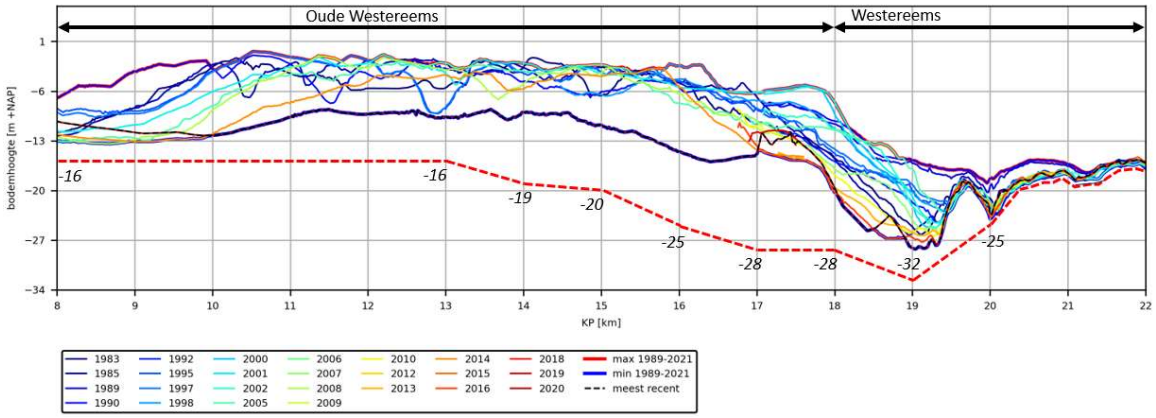
Morfologisch ontwerpprofiel - variant TenneT-A

In Afbeelding 3.32, Afbeelding 3.33 en Afbeelding 3.34 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route II - variant TenneT-A binnen deelgebied B (KP 8 - KP 22). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

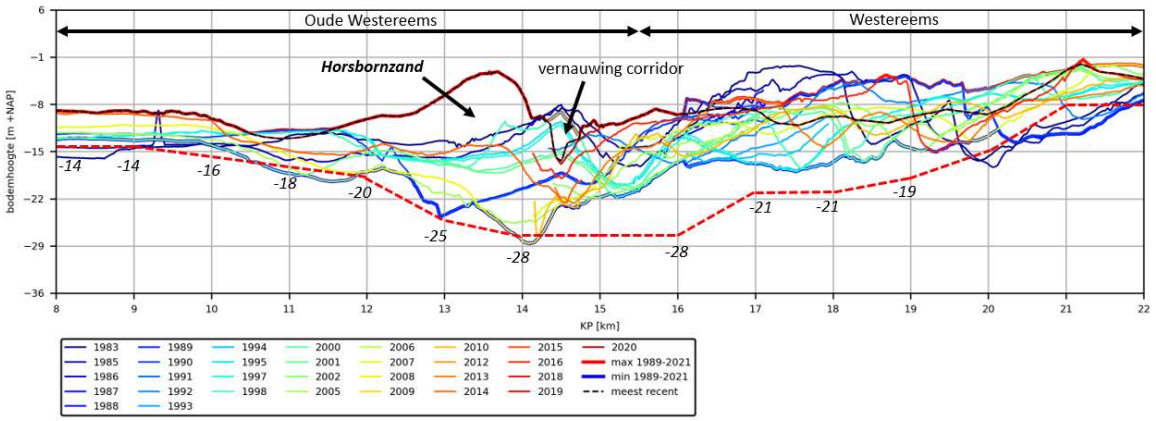
Afbeelding 3.32 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 8 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.33 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 8 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.34 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 8 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

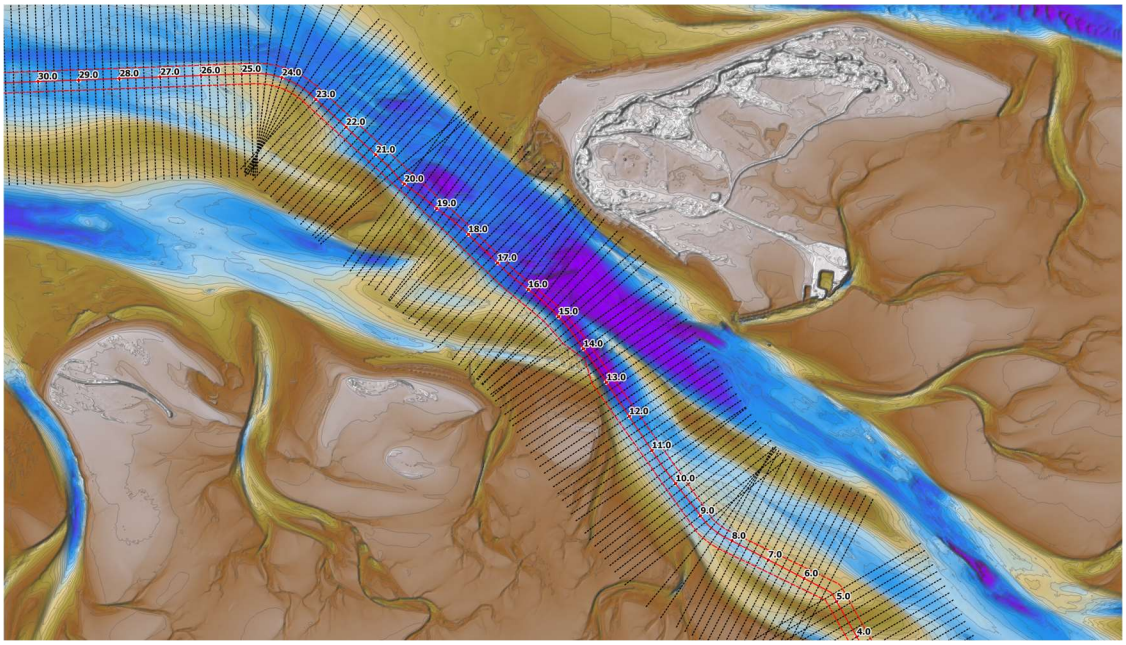


Langs dit deel van het morfologisch ontwerpprofiel zijn de volgende ontwikkelingen relevant:

- KP 8-13 (Afbeelding 3.36): deel Oude Westereems dat in de afgelopen 20 jaar sterk is verdiept, verdere verdieping kan niet worden uitgesloten;
- KP 13-18 (Afbeelding 3.37, Afbeelding 3.38): overgang van Oude Westereems naar Westereems, dit deel is in de afgelopen decennia sterk verdiept en nog verder kan verdiepen, de kans bestaat dat het Huibertgat de functie van hoofdgeul gaat overnemen, dit zal gepaard gaan met sterke verdieping van het Horsbornzand ten westen van route II en mogelijk ook verdere verdieping van de Oude Westereems;
- KP 18-22 (Afbeelding 3.39): stabiel deel Westereems met erosieresistente lagen.

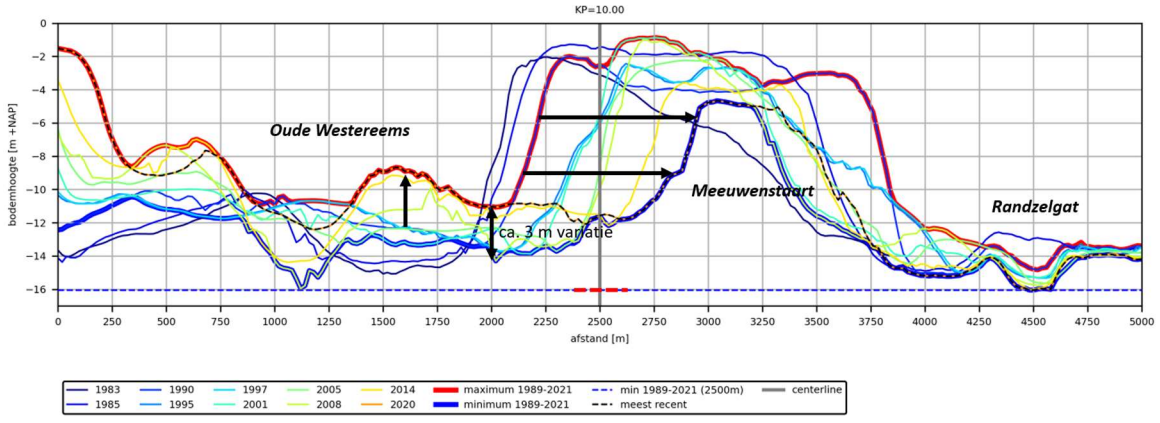
In Afbeelding 3.36 t/m Afbeelding 3.39 wordt de keuze voor het morfologische ontwerpprofiel aan de hand van enkele dwarsprofielen nader toegelicht. De locatie van deze dwarsprofielen is weergegeven in Afbeelding 3.35.

Afbeelding 3.35 Overzicht dwarsprofielen met KP-nummers langs route II variant 'TenneT-A - deelgebied B



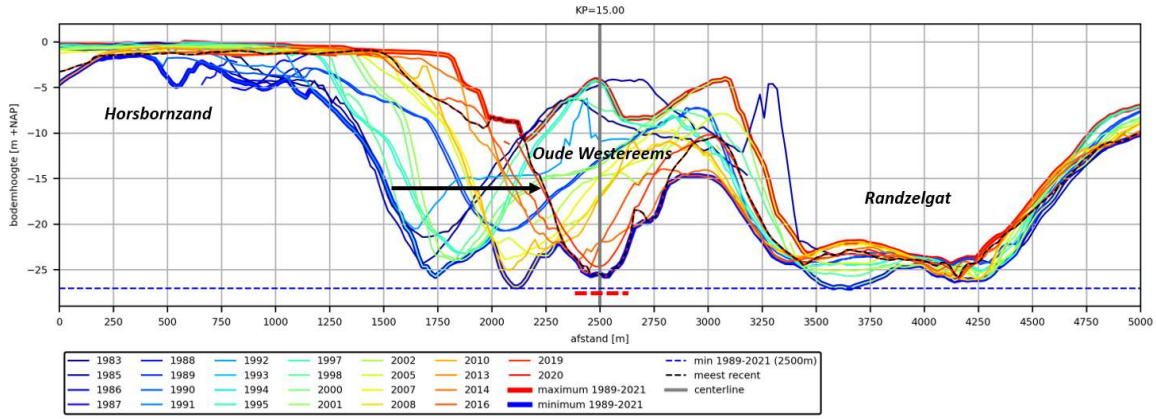
Bij KP 10 langs route II TenneT is de Oude Westereems in de afgelopen decennia sterk verdiept door de oostwaartse verplaatsing van de Meeuwenstaart. Het is niet onwaarschijnlijk dat de Oude Westereems hier op termijn dieper wordt. De Oude Westereems is langs dit dwarsprofiel nooit dieper geweest dan -16 m NAP. Op basis van de geobserveerde variatie in de bodemhoogte zou in de komende 50 jaar circa 4 m verdieping kunnen optreden. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel gekozen op -16 m NAP (ongeveer 4 m beneden het meest recente bodemniveau en ongeveer gelijk aan het laagst gemeten bodemniveau).

Afbeelding 3.36 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 10.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



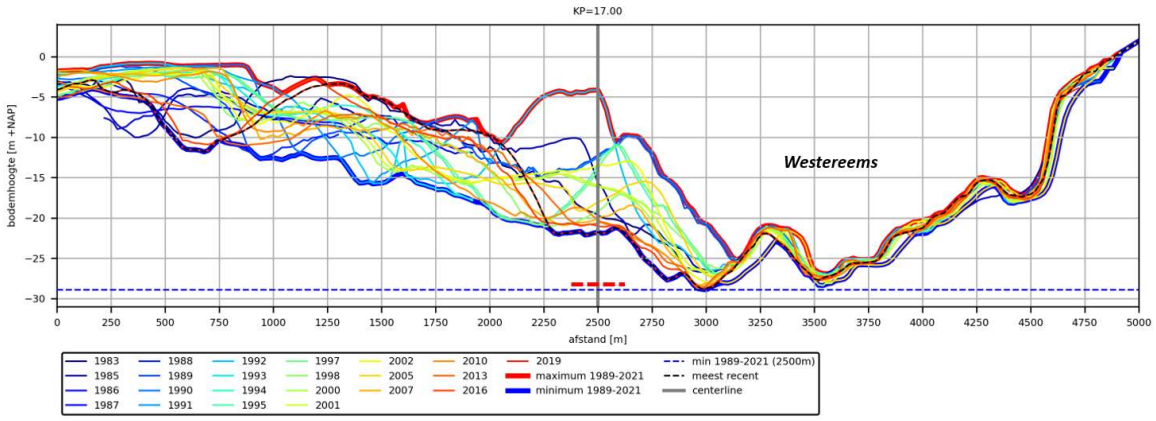
Ter hoogte van KP 15 loopt de route langs het Horsborngat, op de overgang naar de Oude Westereems. De bodem van de Oude Westereems en het naastgelegen Randzelgat is hier nooit lager dan -27 m NAP geweest. Het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 15 is gekozen op -28 m NAP omdat niet kan worden uitgesloten dat de Oude Westereems verder verdiept.

Afbeelding 3.37 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 15.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



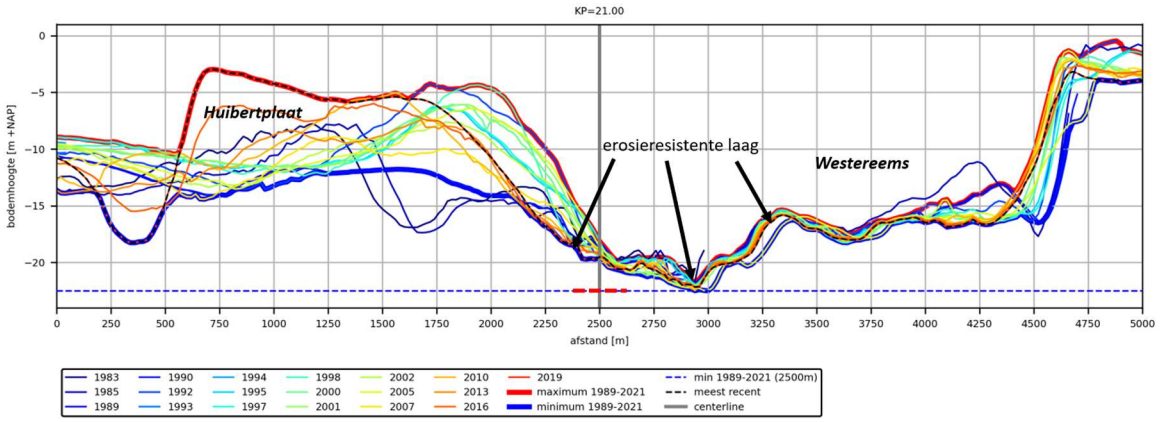
Ter hoogte van KP 17 loopt route II variant TenneT-A door de Westereems, vlak langs het drempelgebied dat bij de uitstroom van het Huibertgat aanwezig is. Ten oosten van de route zijn overduidelijk erosieresistente lagen aanwezig, zo blijkt uit het dwarsprofiel. Het is waarschijnlijk dat ook langs de middenlijn van de route een erosieresistente laag aanwezig is, maar onduidelijk is op welke diepte. Het morfologisch ontwerpprofiel is bij KP 17 gekozen op -28 m NAP, dit is ongeveer gelijk aan de minimale geobserveerde bodemhoogte in het dwarsprofiel.

Afbeelding 3.38 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 17.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Ter hoogte van KP 21 is in de Westereems een erosieresistente laag aanwezig. De laagst gemeten bodemligging langs het dwarsprofiel is -23 m NAP. Langs de middenlijn van de route lijkt ook een moeilijk erodeerbare laag aanwezig te zijn. Het morfologisch ontwerpprofiel is bij KP 21 gekozen op -23 m NAP, gelijk aan diepste ligging van de erosieresistente laag in het dwarsprofiel. De erosieresistente laag ter hoogte van de middenlijn ligt bij KP 17 naar verwachting ongeveer 3 m beneden de huidige bodem, dus kan een verdieping van 3 m in de komende 50 jaar niet worden uitgesloten.

Afbeelding 3.39 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 21.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



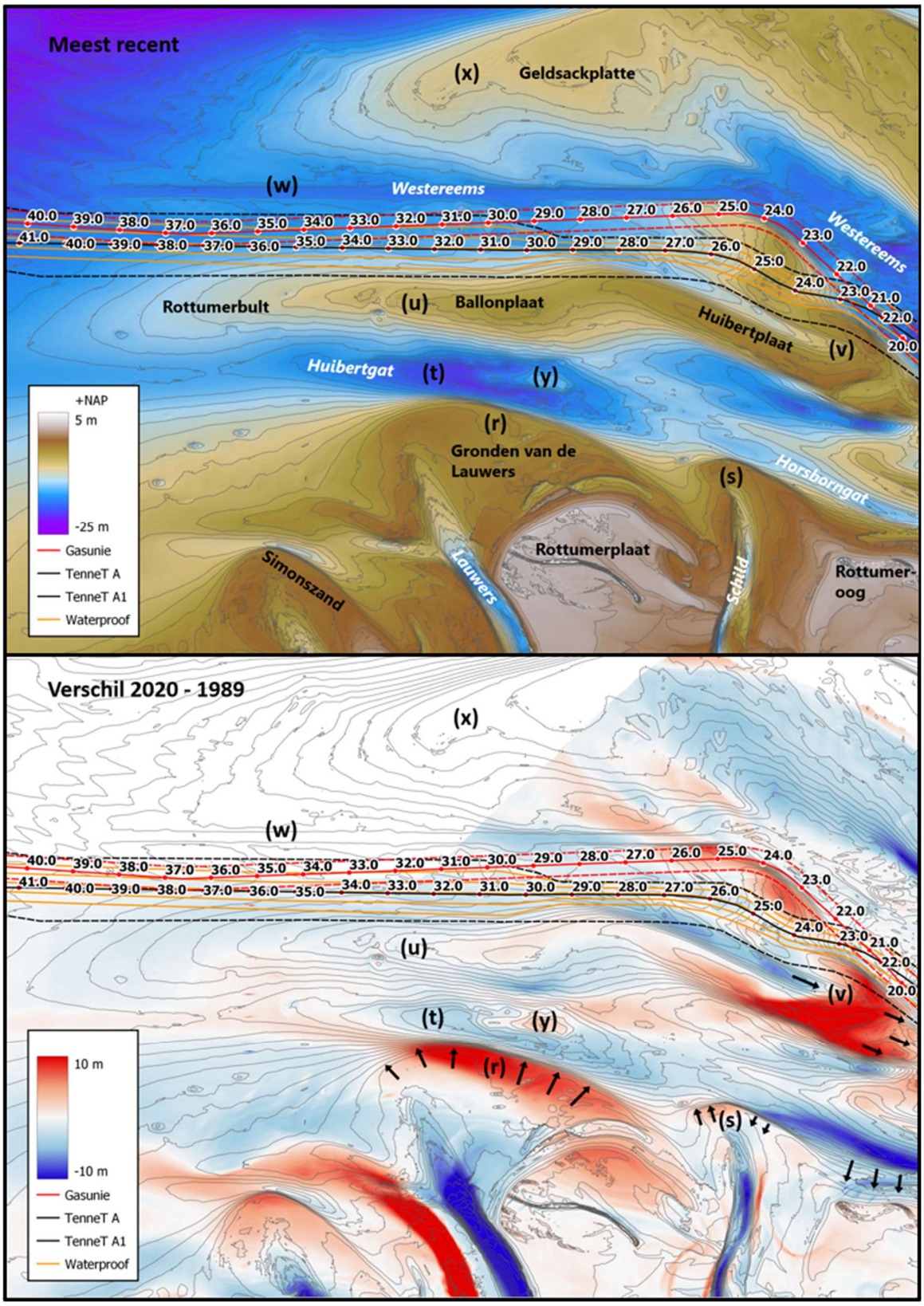
3.2.5 Deelgebied C - Huibertplaat, Ballonplaat en Rottumerbult (KP 22 - 40)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

In Afbeelding 3.40 zijn de belangrijkste morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied C samengevat (aangepast naar Waterproof, 2022):

- (r): uitbouw van de buitendelta bij Lauwers (Gronden van de Lauwers) ten Noorden van Rottumerplaat;
- (s): uitbouw van de buitendelta bij Schild;
- (t): door de uitbouw van de getijdedeltas (r) en (s) richting het noorden wordt het Huibertgat vanuit het zuiden iets versmald, aan de noordzijde (langs de Ballonplaat) is het Huibertgat stabiel. Omdat het Huibertgat ook verdiept blijft het doorstroomoppervlak vrij constant;
- (u): de westzijde van de Ballonplaat is relatief stabiel, het bodemniveau varieert hier met enkele decimeters per jaar (geen duidelijke trend), de maximale variatie in de afgelopen 40 jaar is orde 2 m;
- (v): aan de oostzijde van de Ballonplaat zorgen de sedimenttransporten ervoor dat de zandplaat richting het zuidoosten migreert. Er vormt zich daar een nieuwe geul;
- (w): ten noorden van Ballonplaat, waar de vaargeul naar de Eems ligt bedraagt de variatie in bodemhoogte enkele centimeters per jaar (verdieping);
- (x): de Geldsackplatte vertoont beperkte dynamiek;
- (y) verspreidingslocatie waar sediment is gestort dat vrij is gekomen bij de verdieping van de vaargeul naar Eemshaven.

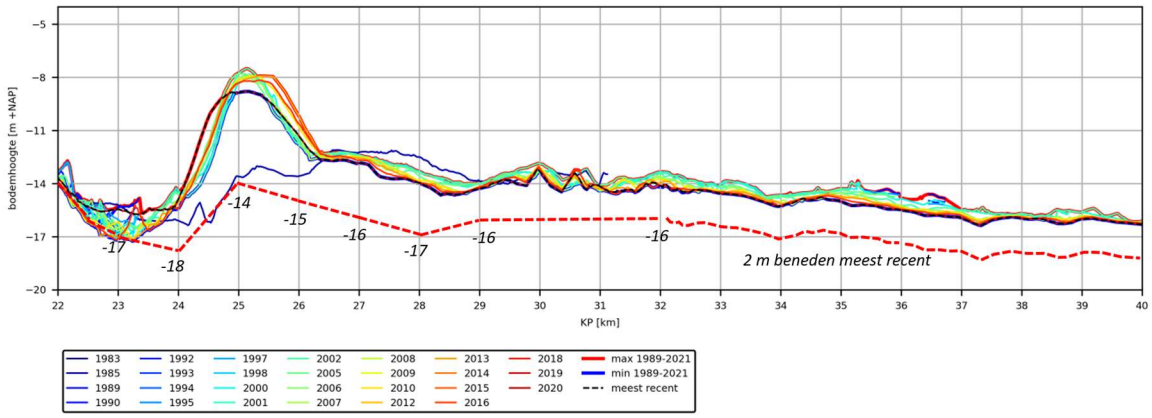
Afbeelding 3.40 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied B (KP 8 - 22). Weergegeven zijn route II (variant Gasunie: rood, variant TenneT: zwart), kabels binnen de corridor van route WP05 (magenta lijnen). Afbeelding aangepast naar Waterproof, 2022]



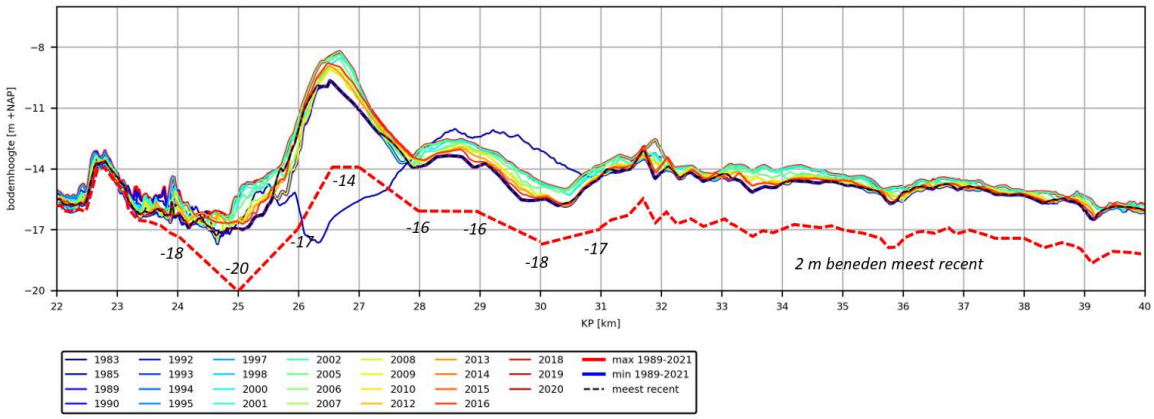
Morfologisch ontwerpprofiel - variant Gasunie

In Afbeelding 3.41, Afbeelding 3.42 en Afbeelding 3.43 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route II - variant Gasunie - binnen deelgebied C (KP 22 - KP 40). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

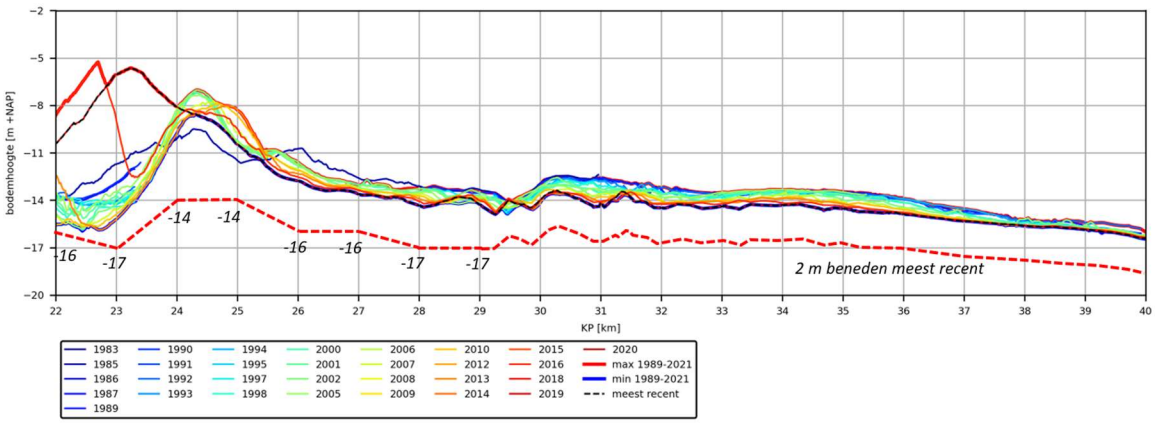
Afbeelding 3.41 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 22 - 40). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.42 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 22 - 40). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.43 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 22 - 40). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

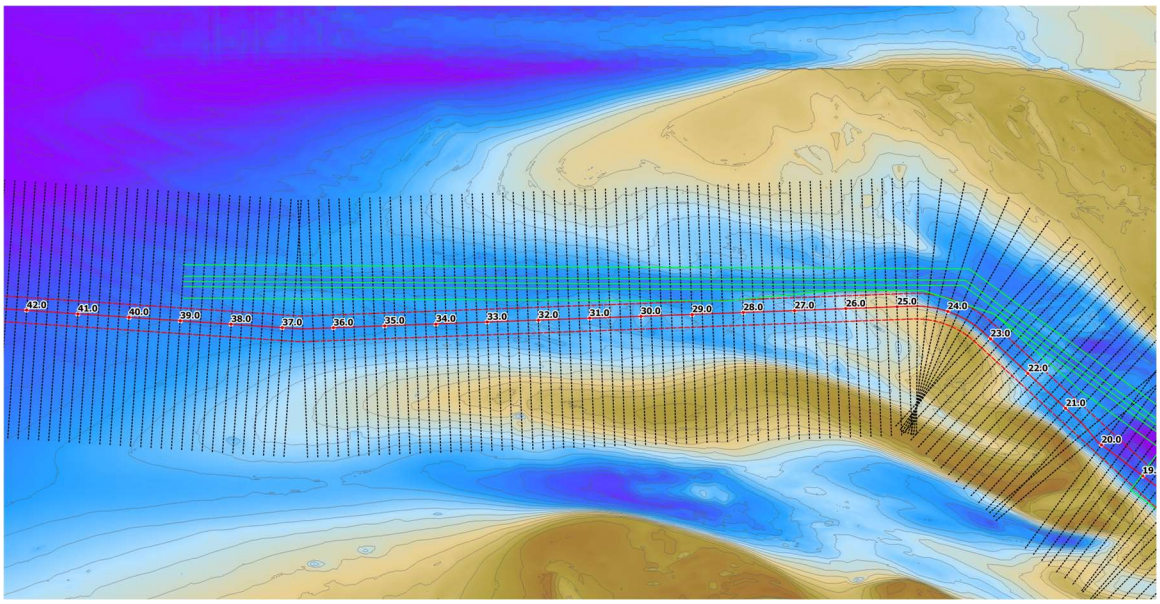


Langs dit deel van het dwarsprofiel zijn de volgende onderdelen relevant (KP's voor middenlijn):

- KP 22-24 (Afbeelding 3.45): deel van de Westereems met erosieresistente lagen;
- KP 24-27 (Afbeelding 3.46): ondiepte grenzend aan de vaargeul (noordzijde van Huibertplaat), het bodemniveau is hier relatief stabiel, maar het is niet onwaarschijnlijk dat deze ondiepte verdwijnt gedurende de levensduur van de kabels of leidingen;
- KP 27-40 (Afbeelding 3.47): gebied tussen de Ballonplaat en de vaargeul, het bodemniveau is hier in de afgelopen 40 jaar ongeveer 1 m gedaald. In de komende 50 jaar wordt conservatief rekening gehouden met een verdieping van 2 m.

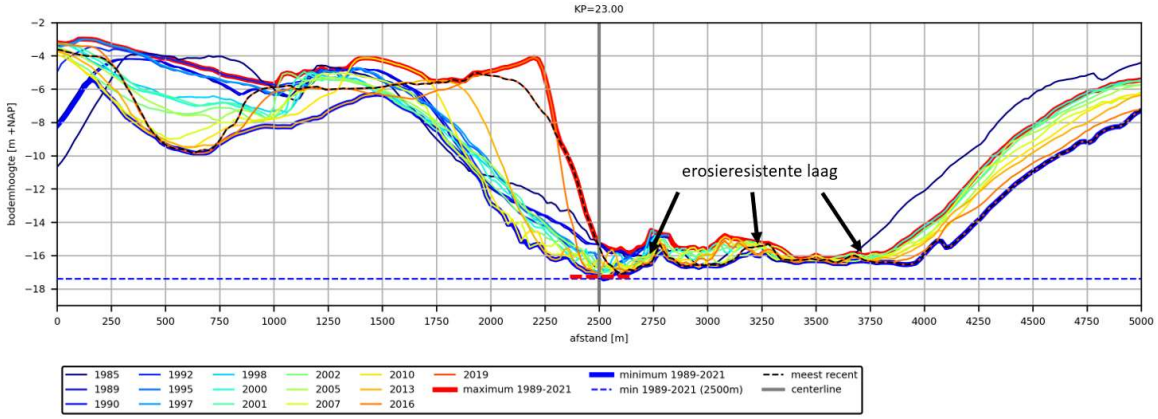
In Afbeelding 3.45 t/m Afbeelding 3.47 wordt de keuze voor het morfologische ontwerpprofiel aan de hand van enkele dwarsprofielen nader toegelicht. De locatie van deze dwarsprofielen is weergegeven in Afbeelding 3.44.

Afbeelding 3.44 Overzicht dwarsprofielen met KP-nummers langs route II variant 'Gasunie' - deelgebied C, tevens weergegeven zijn de contouren van de vaargeul (groene lijnen)



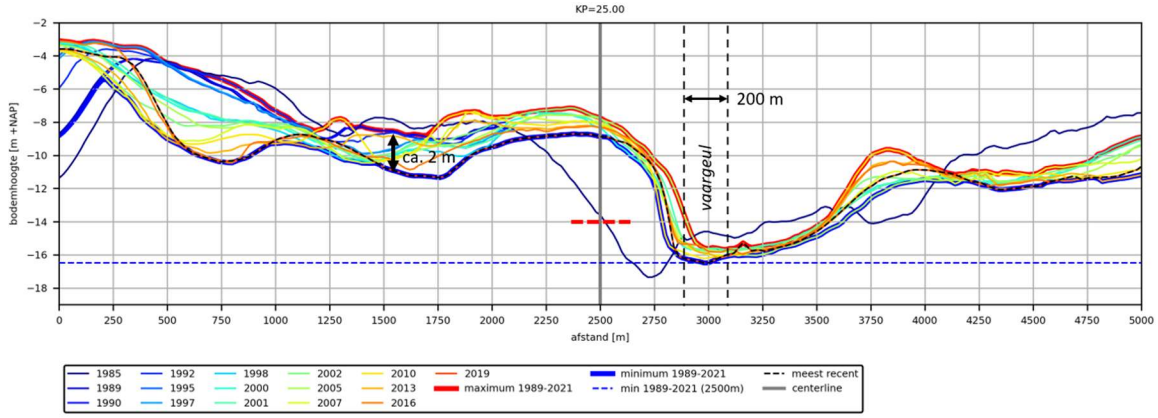
Ter hoogte van KP 23 loopt route II variant Gasunie door de Westereems, de bodemhoogte is hier erg stabiel en heeft in de afgelopen 40 jaar niet meer dan 1 m gevarieerd. Dit maakt de aanwezigheid van een erosieresistente laag zeer waarschijnlijk, dit komt ook overeen met de beschikbare informatie over erosieresistente lagen in de Westereems (zie paragraaf 2.4.2). Het morfologisch ontwerpprofiel is hier gekozen op -17 m NAP (bovenzijde vermoedelijk erosieresistente laag).

Afbeelding 3.45 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 23.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



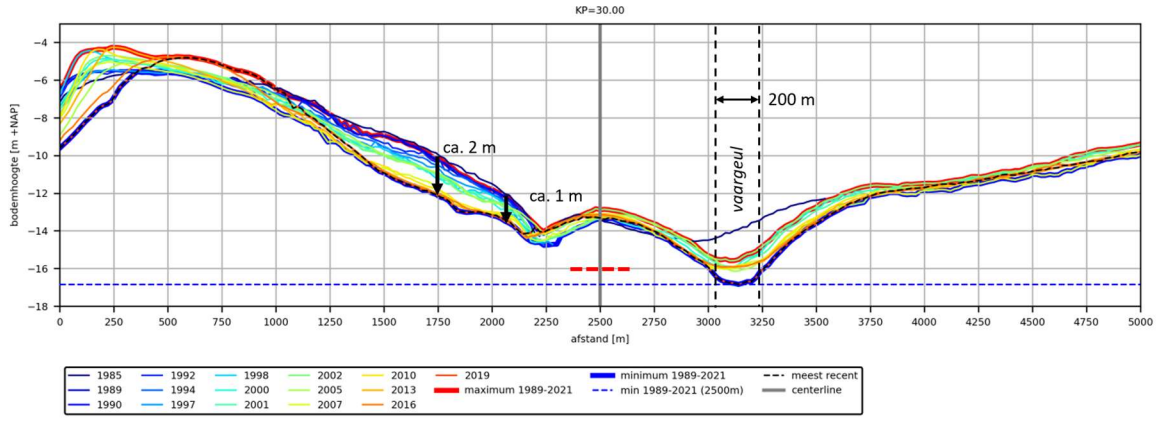
Tussen KP 24 en KP 27 kruist de middenlijn van route II variant Gasunie een ondiepte aan de noordzijde van Huibertplaat, direct grenzend aan de vaargeul. Het bodemniveau van is hier relatief stabiel (variatie van orde 2 m in 40 jaar). Op basis van de historische variatie is 3-5 m verdieping niet uit te sluiten. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel hier gekozen op -14 m NAP, dat is circa 5 m beneden de meest recente bodemhoogte.

Afbeelding 3.46 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 25.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Tussen KP 27 en KP 40 (gebied tussen de Ballonplaat en de vaargeul) is het bodemniveau in de afgelopen 40 jaar ongeveer 1-2 m gedaald. In de komende 50 jaar moet rekening worden gehouden met een verdieping van 3 m. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 30 gekozen op -16 m NAP (circa 3 m beneden het meest recente bodemniveau).

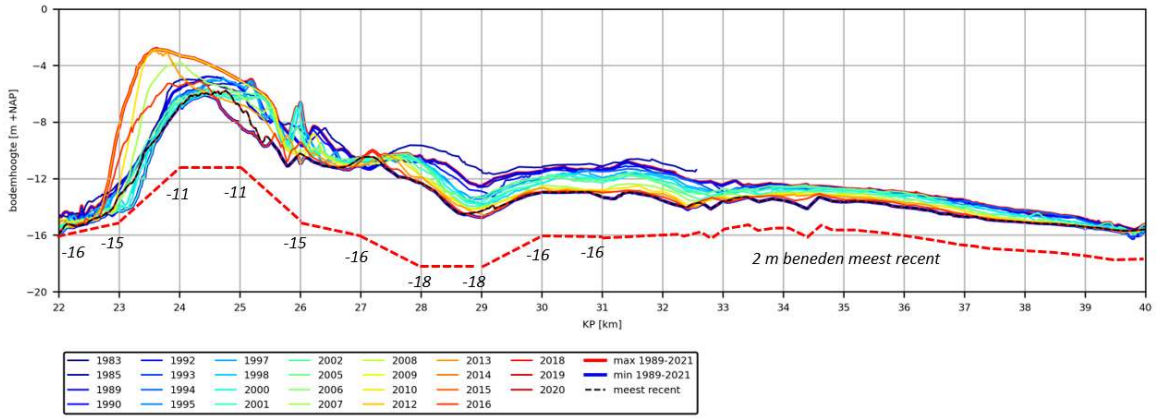
Afbeelding 3.47 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 30.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



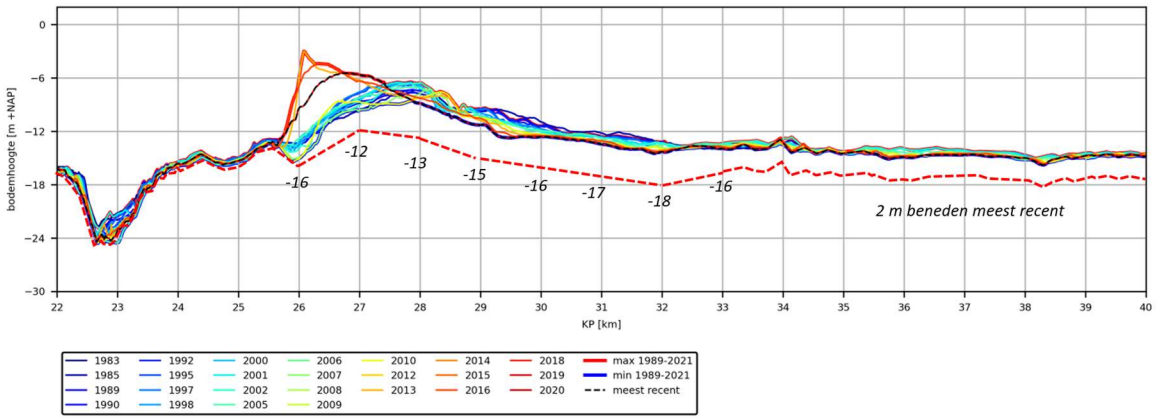
Morfologisch ontwerpprofiel - variant TenneT-A

In Afbeelding 3.48, Afbeelding 3.49 en Afbeelding 3.50 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route II - variant TenneT-A - binnen deelgebied C (KP 22 - KP 40). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

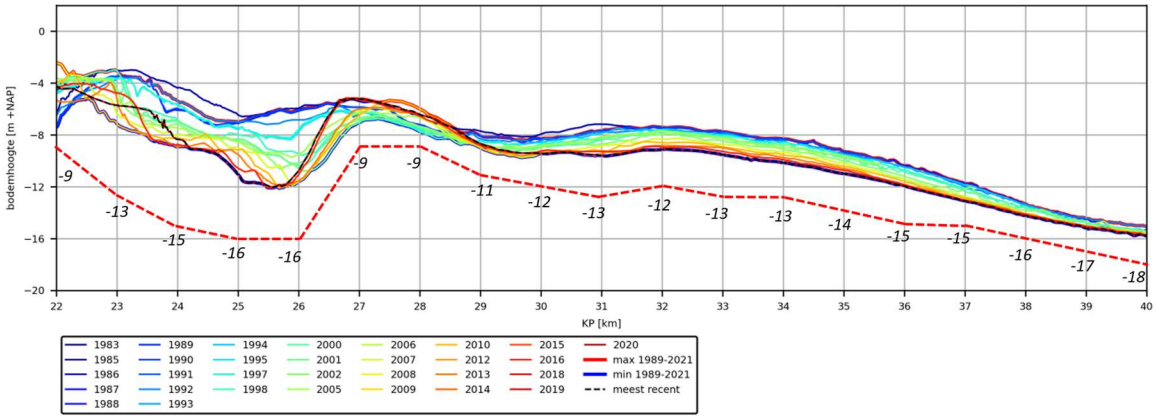
Afbeelding 3.48 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 22 - 40). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.49 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 22 - 40). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.50 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 22 - 40). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

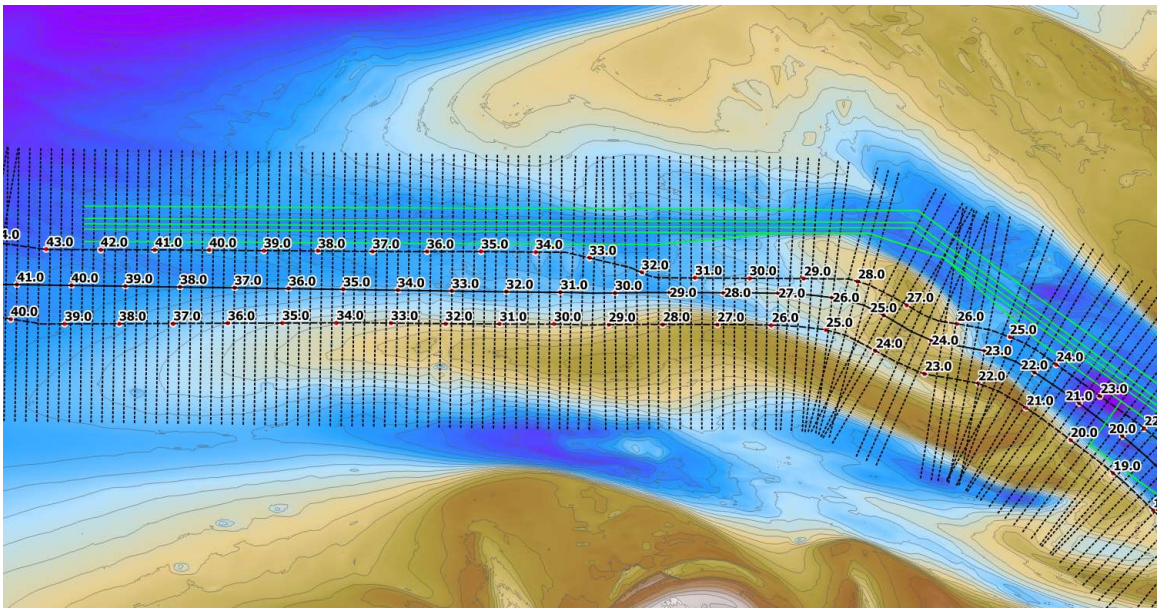


Langs dit deel van het dwarsprofiel zijn de volgende onderdelen relevant (KP's voor middenlijn):

- KP 22-23 (Afbeelding 3.52): deel van de Westereems met erosieresistente lagen;
- KP 23-27 (Afbeelding 3.53): ondiepte grenzend aan de vaargeul (noordzijde van Huibertplaat), deze ondiepte migreert naar het zuidoosten, wat leidt tot verdieping langs de route, deze verdieping kan zich in de komende decennia voortzetten;
- KP 27-33 (Afbeelding 3.54): gebied tussen de Ballonplaat en de vaargeul waar in de afgelopen 40 jaar ongeveer 2 m verdieping heeft plaatsgevonden, op basis hiervan wordt rekening gehouden met een verdere verdieping met 3 m in de komende 50 jaar;
- KP 33-40 (Afbeelding 3.55): gebied tussen de Ballonplaat en de vaargeul, het bodemniveau is hier in de afgelopen 40 jaar ongeveer 1 m gedaald. In de komende 50 jaar wordt conservatief rekening gehouden met een verdieping van 2 m.

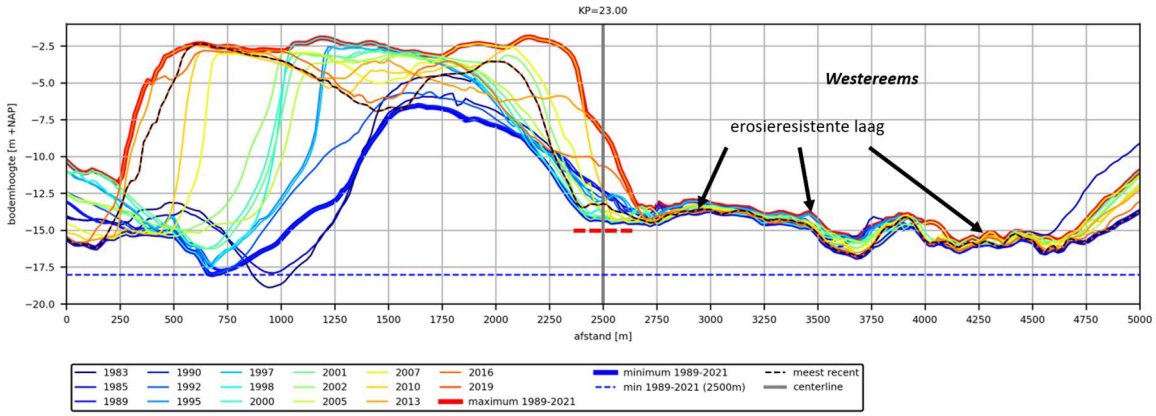
In Afbeelding 3.52 t/m Afbeelding 3.55 wordt de keuze voor het morfologische ontwerpprofiel aan de hand van enkele dwarsprofielen nader toegelicht. De locatie van deze dwarsprofielen is weergegeven in Afbeelding 3.51.

Afbeelding 3.51 Overzicht dwarsprofielen met KP-nummers langs route II variant 'TenneT-A' - deelgebied C, tevens weergegeven zijn de contouren van de vaargeul (groene lijnen)



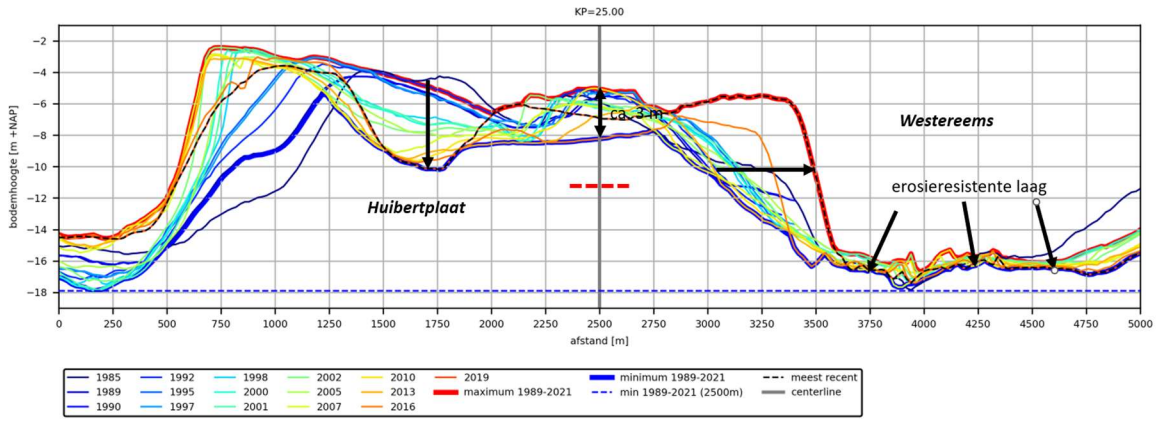
Bij KP 23 loopt route II TenneT-A door de Westereems, langs de rand van de Huibertplaat. Het bodemniveau van de Westereems is hier sinds begin jaren ‘80 erg stabiel. Daarom is de aanwezigheid van erosieresistente lagen hier zeer waarschijnlijk, ook onder de middenlijn van de route. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel gekozen op -15 m NAP (bovenzijde erosieresistente laag).

Afbeelding 3.52 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 23.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



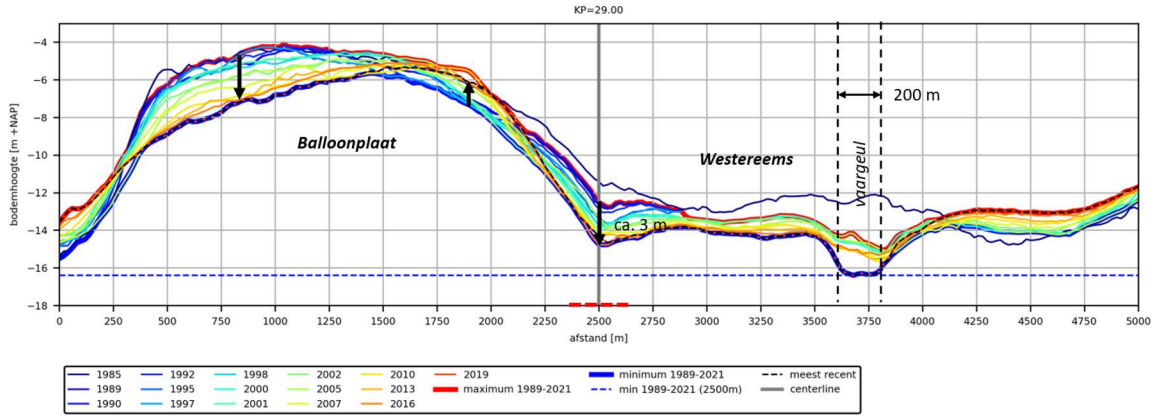
Tussen KP 23 en KP 27 snijdt route II de ondiepte aan de noordzijde van de Ballonplaat. Deze ondiepte migreert naar het zuidoosten, wat leidt tot verdieping langs de route. Deze verdieping kan zich in de komende decennia voortzetten. Bij KP 25 heeft het bodemniveau in de afgelopen 40 jaar met ongeveer 3 m gevarieerd. Op basis daarvan wordt rekening gehouden met een mogelijk daling van 4 m in de komende 50 jaar. Daarom is het morfologische ontwerpprofiel bij KP 25 gekozen op -11 m NAP (4 m onder het meest recente bodemniveau).

Afbeelding 3.53 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 25.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



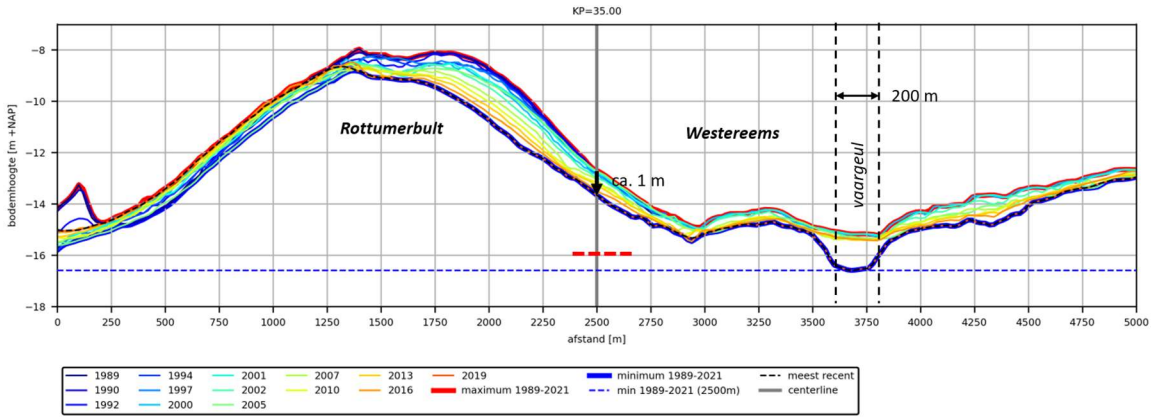
Bij KP 29 loopt de middenlijn van route II TenneT-A lang de noordzijde van de Ballonplaat. Op basis van een waargenomen verdieping van circa 3 m de afgelopen 40 jaar wordt in de komende 50 jaar rekening gehouden met een verdere verdieping van 4 m. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 29 gekozen op -18 m NAP (circa 4 m onder het meest recente bodemniveau).

Afbeelding 3.54 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 29.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Bij KP 35 loopt de middenlijn van route II TenneT-A lang de noordzijde van de Rottumerbult (ten westen van de Ballonplaat). Op basis van een waargenomen verdieping van ca. 1 m de afgelopen 40 jaar wordt in de komende 50 jaar rekening gehouden met een verdere verdieping van 2 m. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 35 gekozen op -16 m NAP (circa 2 m onder het meest recente bodemniveau).

Afbeelding 3.55 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 35.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

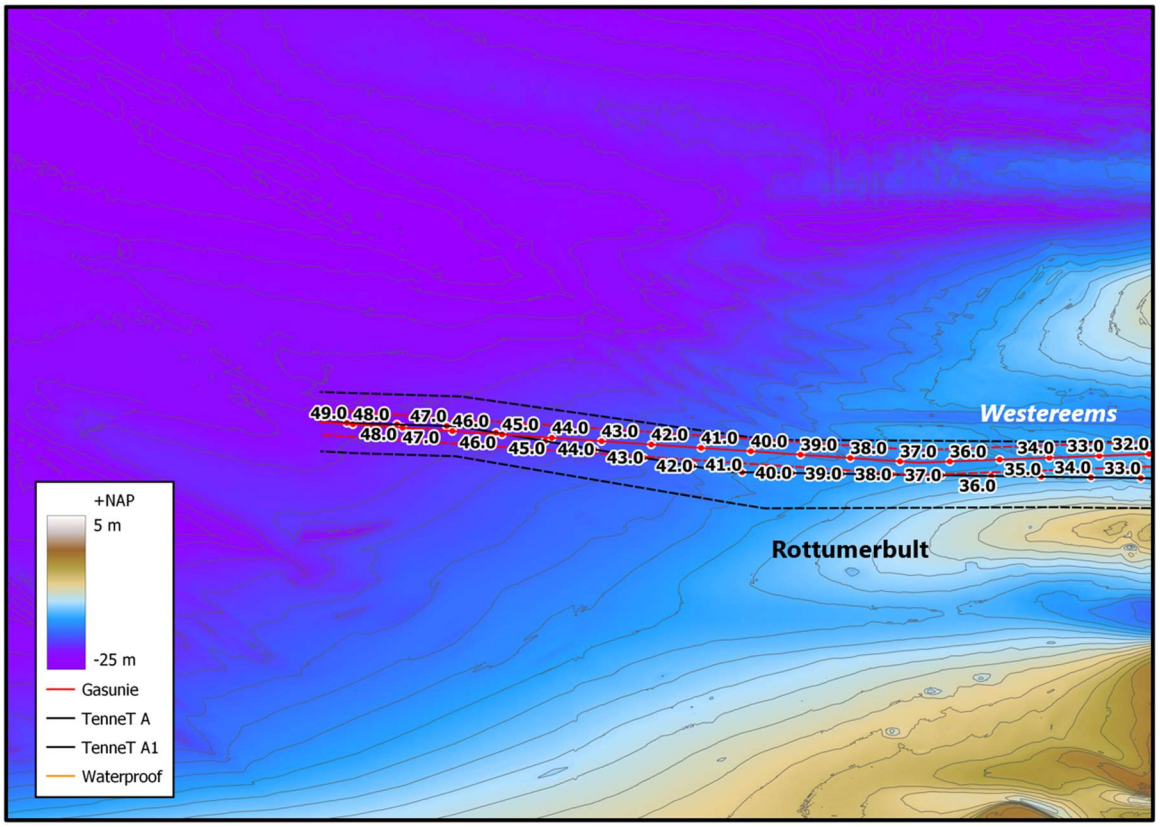


3.2.6 Deelgebied D - Noordzeekustzone (KP 40 - 50)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- binnen dit gebied is maar beperkt bathymetrische data beschikbaar. De vaklodingen dekken het gebied t/m KP 48.6, vanaf KP 48.6 is uitsluitend de meest recente bodemligging van EMODnet (EMODnet, 2020) beschikbaar. De beschikbare vaklodingen beslaan de periode van 1989 t/m 2019;
- de bodemligging in dit gebied is relatief stabiel (max. bodemhoogteverschillen langs het tracé sinds 1989 verticaal circa 0,5 m);
- tussen 1989 en 2019 is de bodemhoogte ongeveer 0,5 m afgenomen. Er lijkt sprake van een trend van verlaging van de bodemhoogte (circa 0,02 m/jaar).

Afbeelding 3.56 Meest recente bodemhoogte langs route II variant Gasunie en variant TenneT-A tussen KP 40 en KP 50



Morfologisch ontwerpprofiel - variant Gasunie

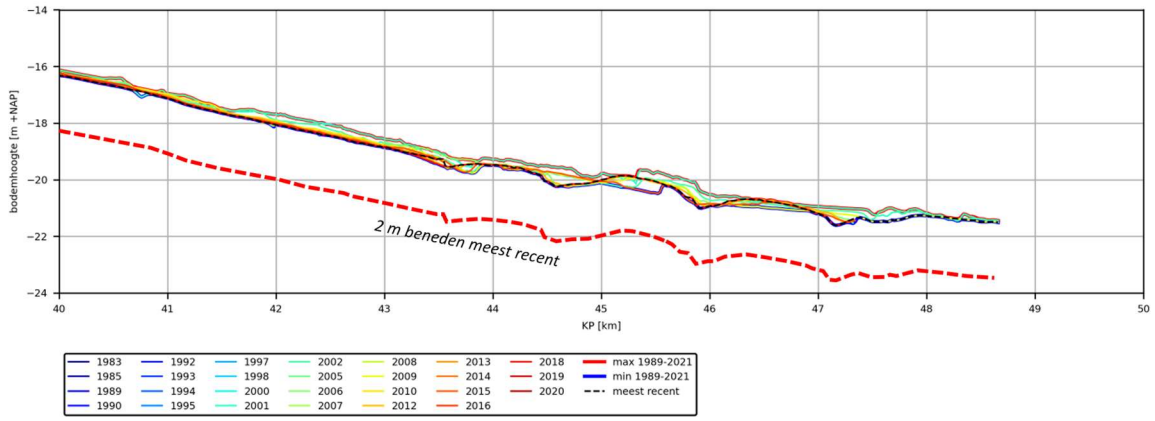
In Afbeelding 3.57, Afbeelding 3.58 en Afbeelding 3.59 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, zijlijn oost en zijlijn west van route II variant Gasunie binnen deelgebied D (KP 40 - KP 50). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippeld lijn).

Als de trend van verdieping (circa 2 cm/jaar) zich voortzet zou dit kunnen leiden tot max. 1 m verdieping over 50 jaar. Omdat niet kan worden uitgesloten dat zich verdere variatie zal voordoen en doordat er weinig data beschikbaar is (met name vanaf KP 48) is hier bovenop 1 m extra begraafdiepte opgenomen. Het morfologisch ontwerpprofiel ligt daarmee 2 m beneden het meest recente bodemniveau tussen KP 41 en KP 50.

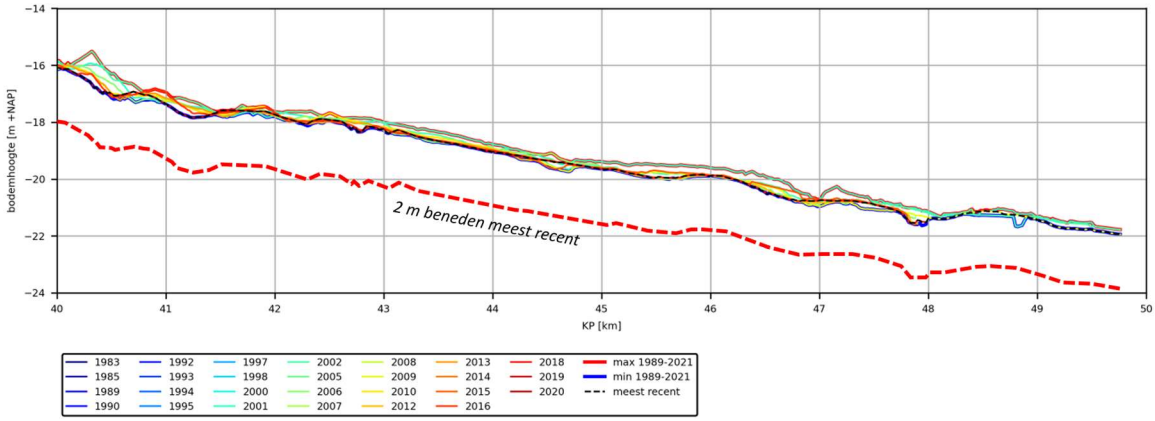
Aandachtspunten:

- vanaf KP 48 is er beperkt bodemdata beschikbaar en vanaf KP 51 is de bodemhoogte ingeschat op basis van maar 1 moment van inmeten (exacte moment onbekend) waardoor het afleiden van trends niet mogelijk is.

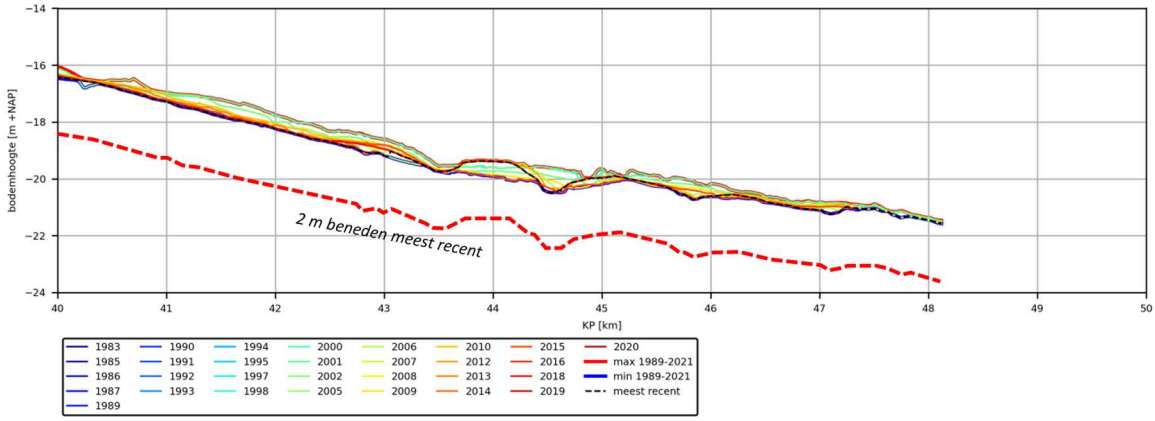
Afbeelding 3.57 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 40 - 50). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.58 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 40 - 50). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.59 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 40 - 50). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Morfologisch ontwerpprofiel - variant TenneT-A

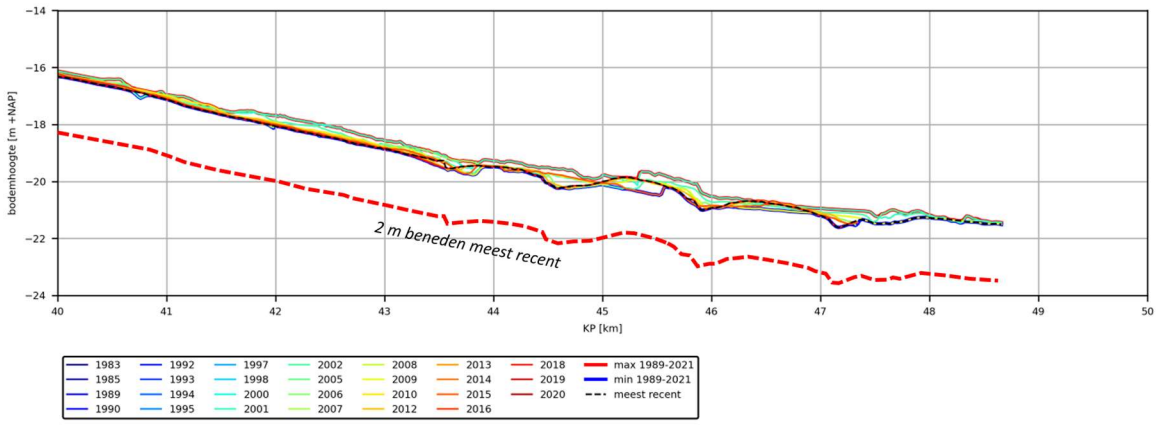
In Afbeelding 3.60, Afbeelding 3.61 en Afbeelding 3.62 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, zijlijn oost en zijlijn west van route II variant TenneT-A binnen deelgebied D (KP 40 - KP 50). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippeld lijn).

Als de trend van verdieping (circa 2 cm/jaar) zich voortzet zou dit kunnen leiden tot max. 1 m verdieping over 50 jaar. Omdat niet kan worden uitgesloten dat zich verdere variatie zal voordoen en doordat er weinig data beschikbaar is (met name vanaf KP 48) is hier bovenop 1 m extra begraafdiepte opgenomen. Het morfologisch ontwerpprofiel ligt daarmee 2 m beneden het meest recente bodemniveau tussen KP 41 en KP 50.

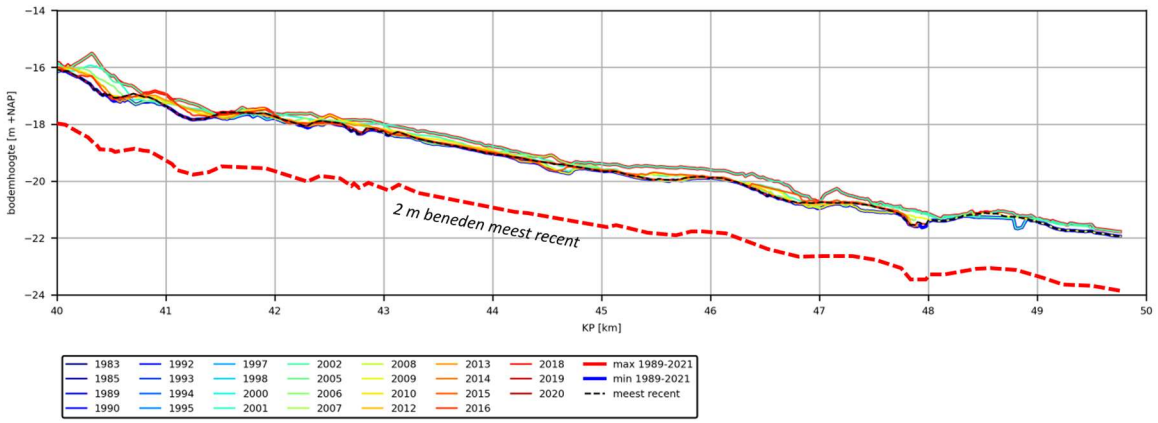
Aandachtspunten:

- vanaf KP 48 is er beperkt bodemdata beschikbaar en vanaf KP 51 is de bodemhoogte ingeschat op basis van maar 1 moment van inmeten (exacte moment onbekend) waardoor het afleiden van trends niet mogelijk is.

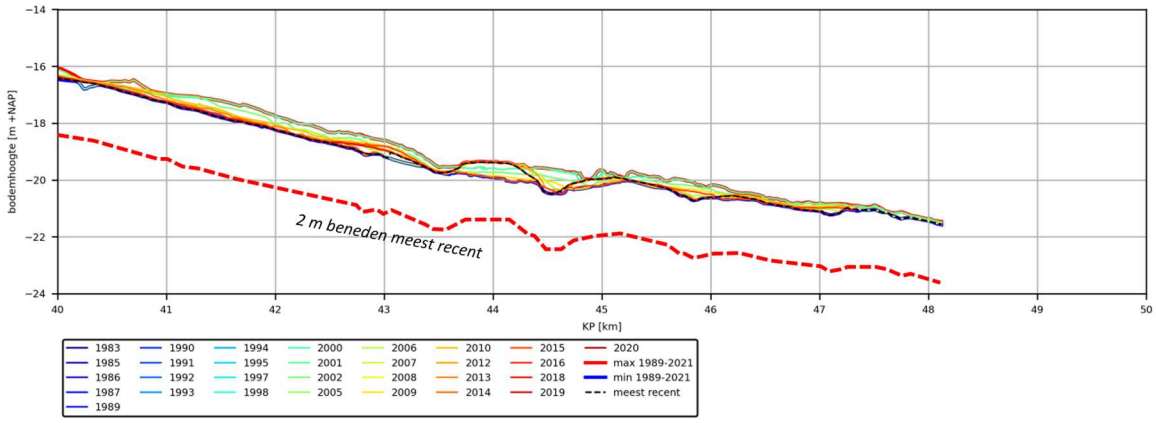
Afbeelding 3.60 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 40 - 50). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.61 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 40 - 50). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.62 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 40 - 50). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



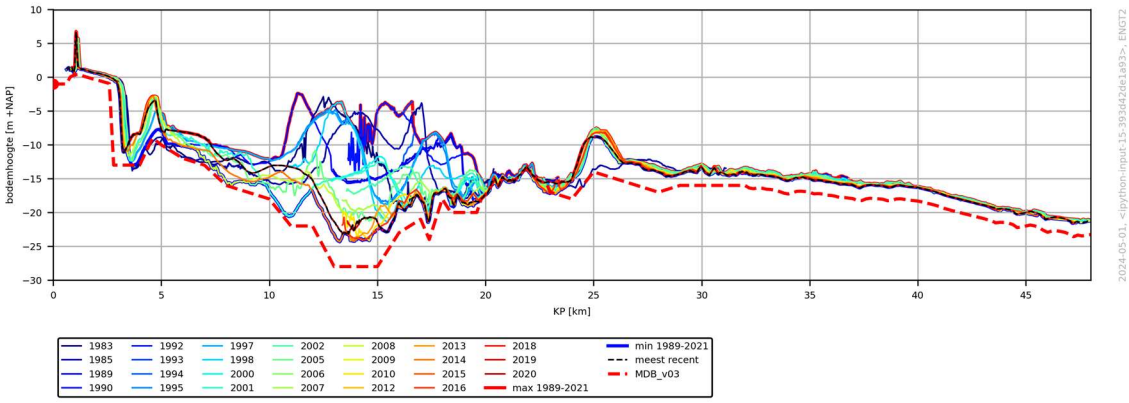
3.2.7 Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel

Afbeelding 3.63 t/m Afbeelding 3.68 geven het morfologisch ontwerpprofiel weer van de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijk zijlijn van route II variant Gasunie en variant TenneT-A. In bijlage III is per route de diepte weergegeven van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau.

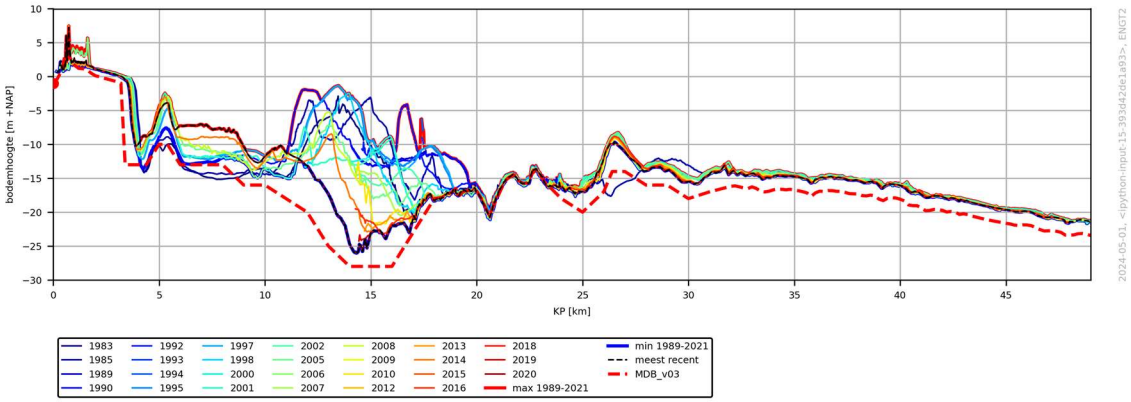
Aandachtspunten en mogelijke optimalisaties bij deze route zijn als volgt:

- het wordt sterk aanbevolen om de aanwezigheid en diepteligging van erosieresistente lagen in de Westereems langs route II (op basis van de beschikbare informatie zijn er aanwijzingen voor harde lagen tussen grifweg KP 7 en KP 26) te verifiëren met nieuwe boringen;
- het begraven van kabels of leidingen in erosieresistente lagen leidt mogelijk tot versnelde diepe erosie als door de laag heen wordt gebaggerd. Daarnaast is aanleg in deze lagen mogelijk uitvoeringstechnisch lastig. Met deze aspecten is geen rekening gehouden bij het vaststellen van het morfologisch ontwerpprofiel;
- vanaf KP 48 is er beperkt bodemdata beschikbaar en vanaf KP 51 is de bodemhoogte ingeschat op basis van maar 1 peiling.

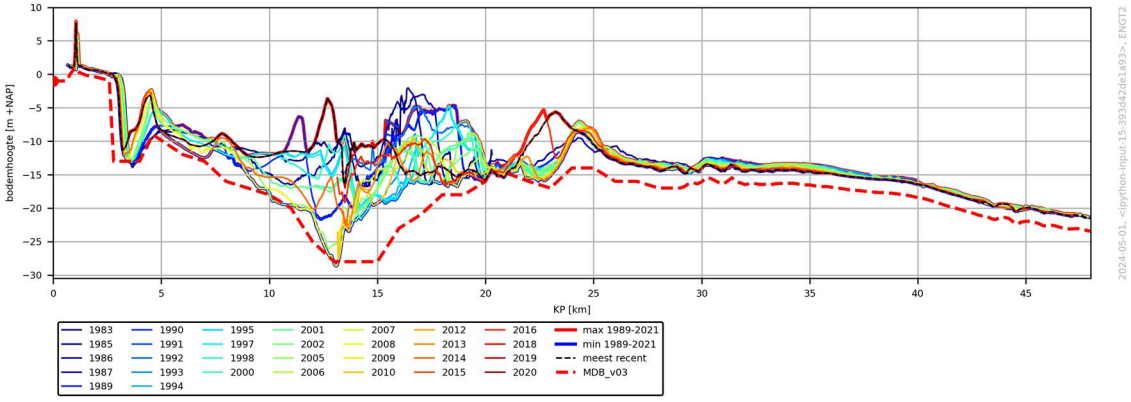
Afbeelding 3.63 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (rode lijn) voor de middenlijn van route II variant Gasunie. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



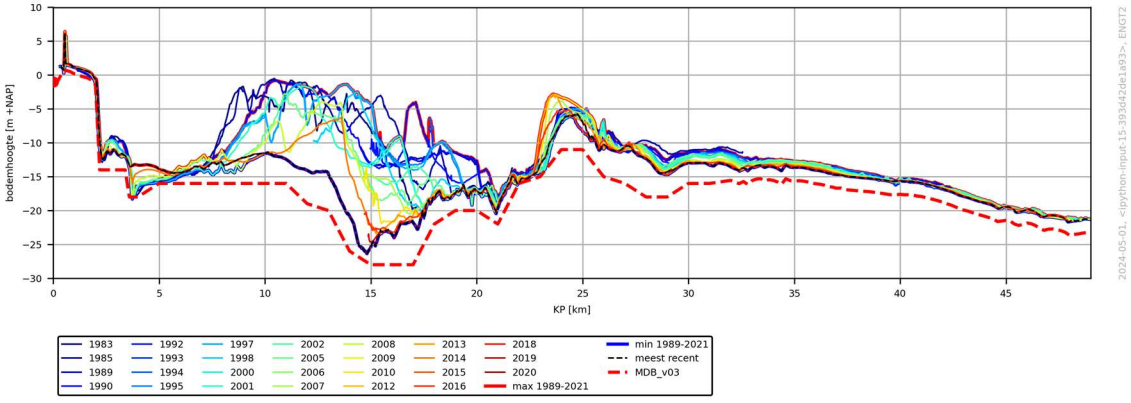
Afbeelding 3.64 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (rode lijn) voor zijlijn oost van route II variant Gasunie. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



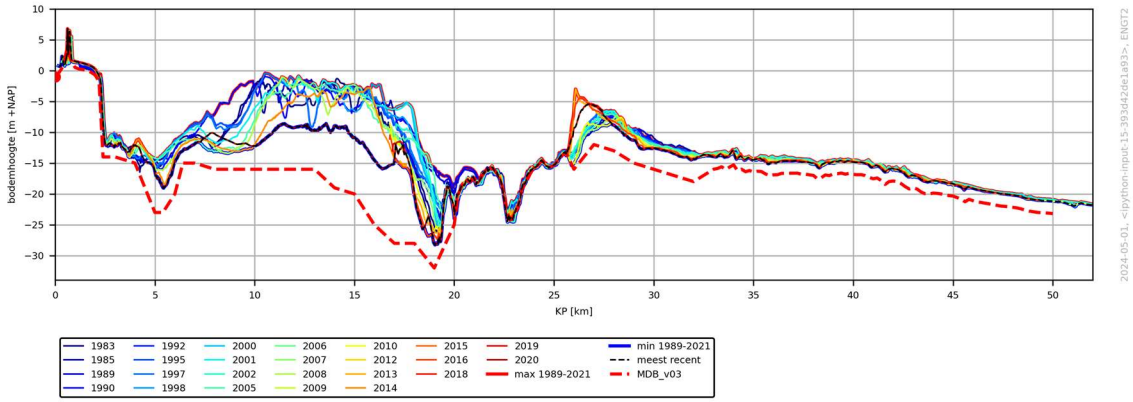
Afbeelding 3.65 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (rode lijn) voor zijlijn west van route II variant Gasunie. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



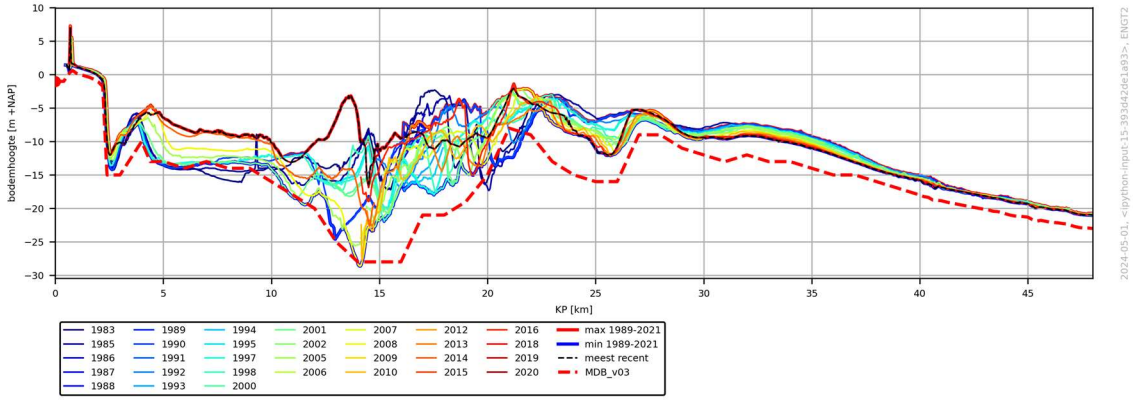
Afbeelding 3.66 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (rode lijn) voor de middenlijn van route II variant TenneT-A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding 3.67 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (rode lijn) voor zijlijn oost van route II variant TenneT-A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding 3.68 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (rode lijn) voor zijlijn west van route II variant TenneT-A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



3.3 Route V – Boschgat

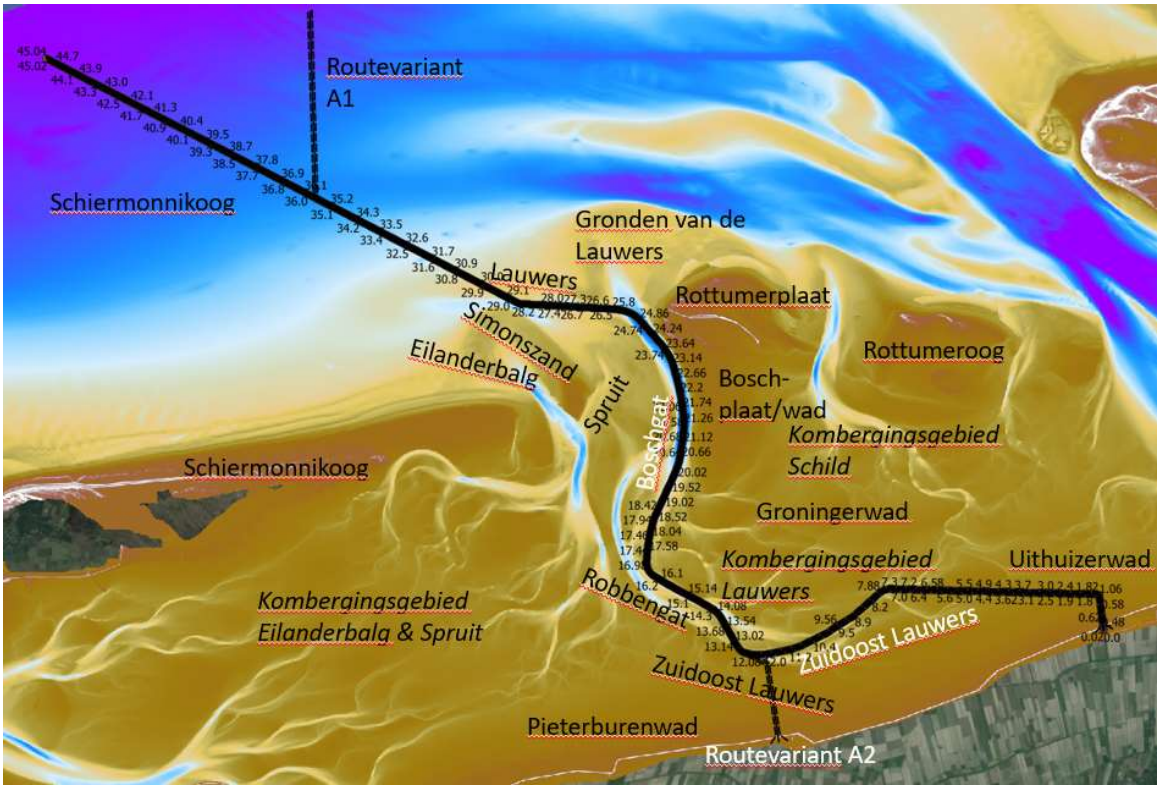
3.3.1 Routebeschrijving en indeling deelgebieden

Route V Boschgat wordt alleen overwogen voor leidingen. Route A loopt vanaf het vasteland van Groningen, door het Boschgat en de geul Lauwers, richting de buitendelta ten oosten van Schiermonnikoog om vervolgens af te buigen richting het platform op zee (Afbeelding 3.69). Variant A1 wijkt af van A in de Noordzeekustzone. Vanaf KP 35,7 loopt variant A1 noordwaarts, i.p.v. richting het noordwesten. Variant A2 start 10 kilometer westelijker en steekt rechtdoor het wad over in het verlengde van het zeegat en volgt vanaf KP 12,5 van variant A (KP 3,3 van variant A2) hetzelfde tracé als route A.

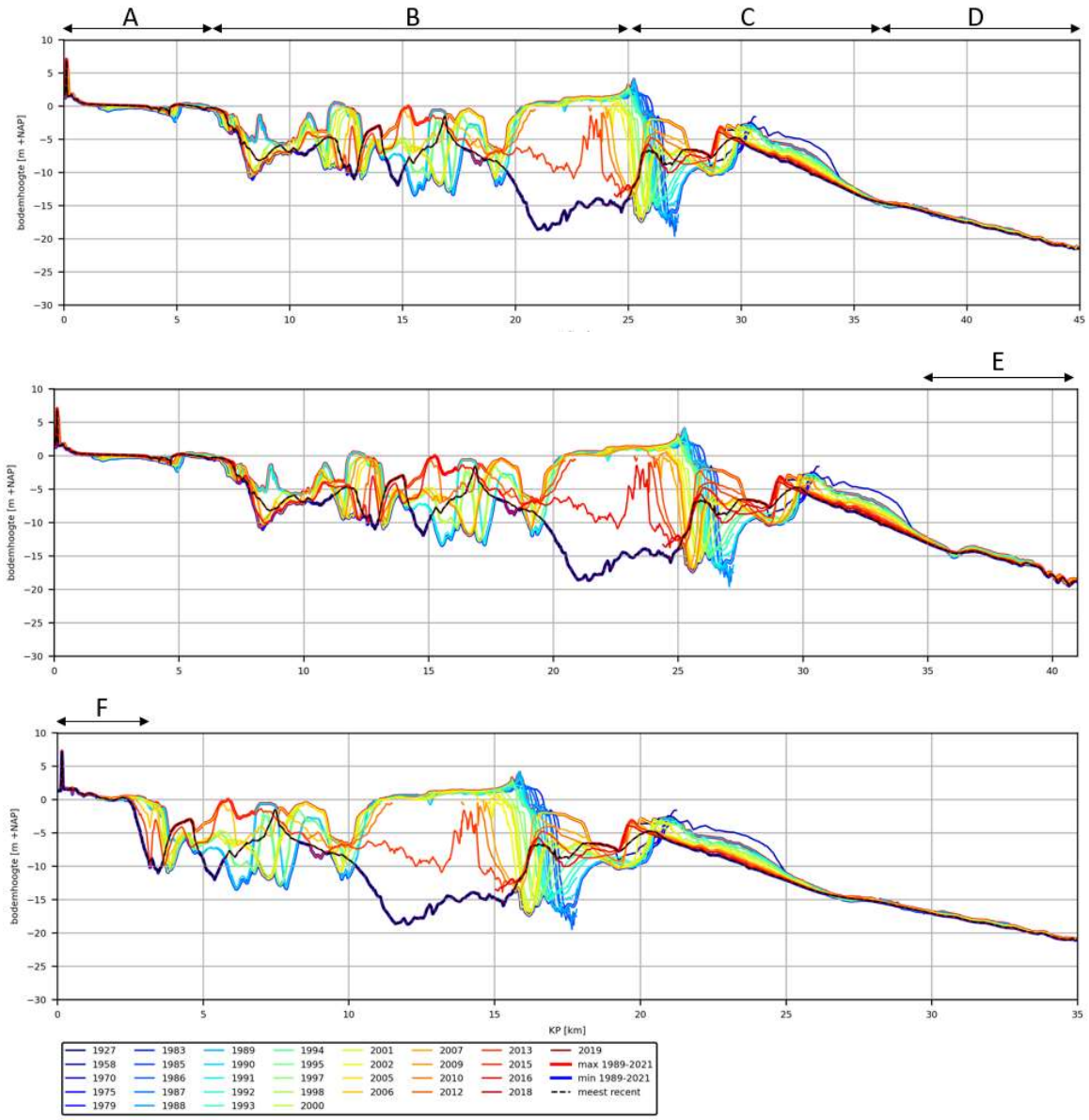
Voor Route A onderscheiden we langs de route de volgende deelgebieden:
- A Wadplaten bij vasteland (KP 0-7,0);
- B Zuidoost Lauwers en Boschgat (KP 7,0-25,0);
- C Buitendelta (KP 25,0-36,0);
- D Noordzeekustzone (KP 36,0-45,0) (voor route A1 KP 36,0-41,4);

Voor variant A1 en A2 zijn extra deelgebieden gedefinieerd:
- E Variant A1 (KP 35,0 – 42,0);
- F Variant A2 (KP 0,0 – 3,3).

Afbeelding 3.69 Bovenaanzicht en langsprofiel route V A (Boschgat) inclusief variant A1 en A2 en naamgeving geulen, platen, kwelders



Afbeelding 3.70 Waargenomen bodemligging langs route V door de jaren van 1927 t/m 2020. Van boven naar beneden: route A, variant A1 en variant A2



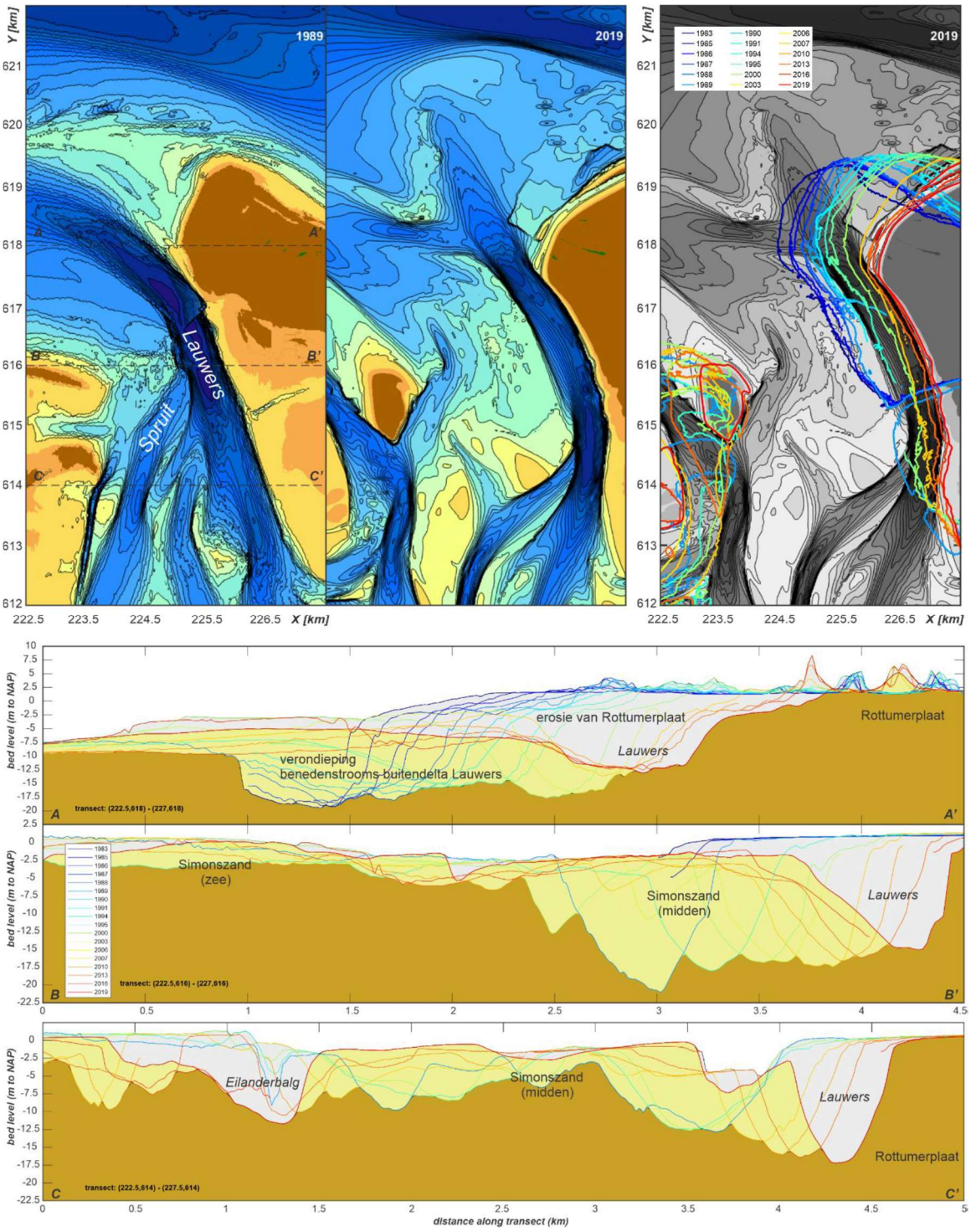
3.3.2 Grootschalige ontwikkelingen nabij de route

Vanuit de kombergingsstudie (Elias en Cleveringa, 2021) zijn er een aantal grootschalige ontwikkelingen langs het tracé die van belang kunnen zijn voor het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel (voor namen van geulen en platen zie Afbeelding 3.69):

- de configuratie van het geulsysteem Lauwers is sinds 1950 niet sterk verandert. De geulen Lauwers en Spruit vertoonden tussen 1949 en 1989 vooral een rotatie: het zeewaartse deel verplaatst daarbij oostelijk, het landwaartse deel vertoont een kleine westelijke verplaatsing. Het diepste deel van de geul Lauwers is sinds 1989 ca. 1 km naar het oosten verplaatst, gezamenlijk met het uitbreiden van de oostelijk punt van Schiermonnikoog. De doorstroomoppervlakte varieerde, waarschijnlijk als gevolg van ontwikkelingen in het naastgelegen kombergingsgebied Schild en van de zandbank Simonszand. In diezelfde periode (1989 en 2019) veranderde de uitstroom van de Lauwers in de buitendelta van een westelijke naar een noord-noordwestelijke oriëntatie;
- de geul Lauwers bocht midden in het kombergingsgebied uit naar het westen waardoor er een kans is dat deze een verbinding gaat vormen met het geulenstelsel van Spruit;

- rond 1950 startte intensief beheer van de Rottumerplaat met onder andere de aanleg van een stuifdijk in de periode tussen 1952 en 1980. Na 1980 is het ontstane strand gestabiliseerd. Sinds de jaren negentig worden Rottumerplaat en Rottumeroog niet meer actief beheerd. De eilanden zijn echter nog steeds aanwezig en aan verandering onderhevig (Afbeelding 3.71). De omvang van het aangrenzende Boschwad neemt gaandeweg af door de verplaatsing van de Lauwers naar het oosten.

Afbeelding 3.71 Boven: een detailoverzicht van de hoogteligging van de Lauwers bij Rottumerplaat in 1985 en 2019 en de verplaatsing van de 0m contourlijn. Onder: bodemontwikkeling in geselecteerde langsdoorsneden. Overgenomen uit Elias en Cleveringa (2021)

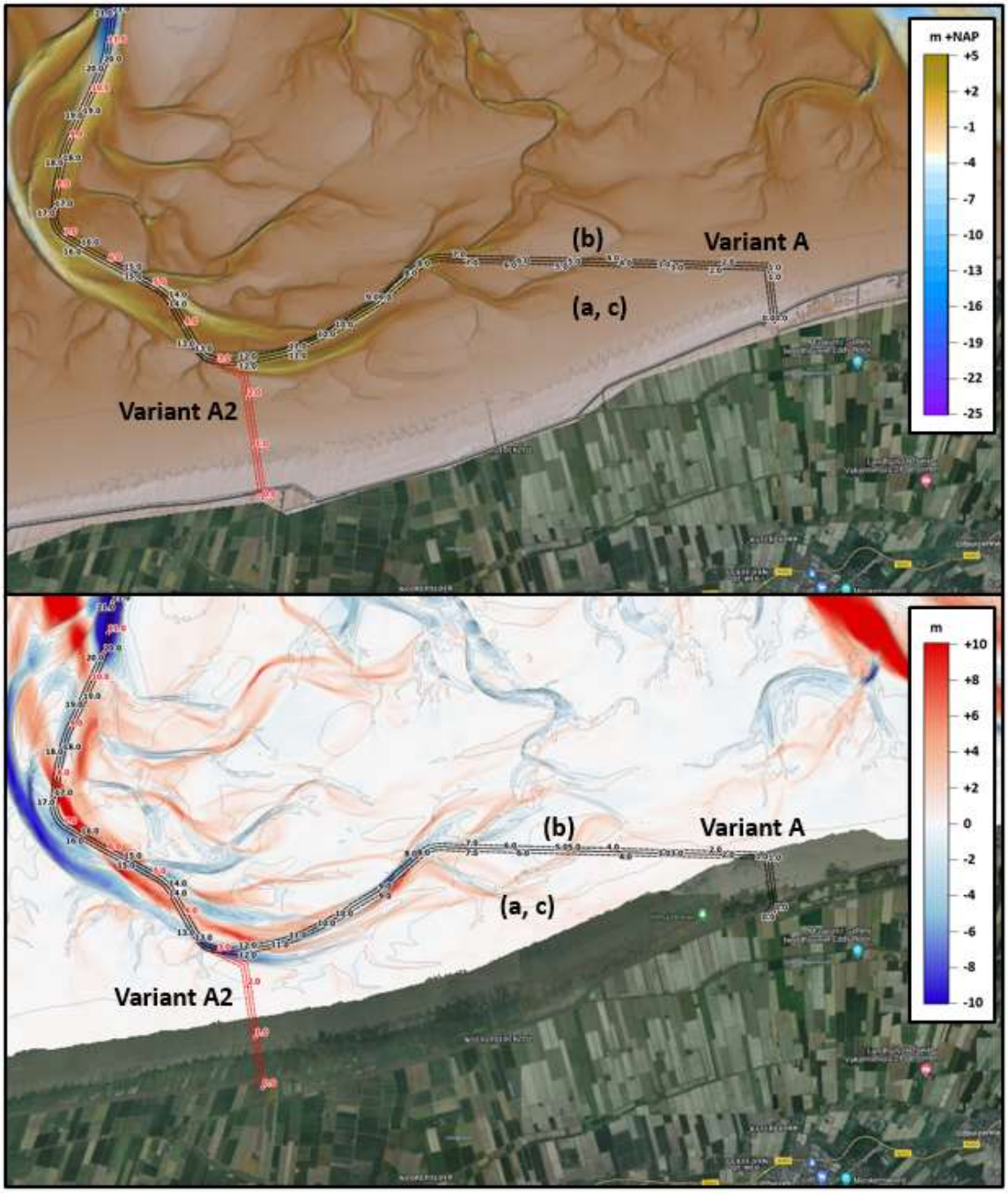


3.3.3 Deelgebied A – Wadplaten bij vasteland (KP 0- 7,0)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a) tussen KP 0,0 en 7,0 loopt de route over het wad aan de vastelandszijde;
- (b) tussen KP 4,0 en 5,5 doorsnijdt het tracé een kleine geul (-1,2 m NAP), waarbij de minimale bodemligging in de waarnemingen -2,5 m NAP is;
- (c) de bodemhoogte in dit gebied is relatief stabiel m.u.v. de bodemhoogte bij de geul tussen KP 4,0 en 5,5 en vanaf KP 6,5 waar het tracé de geul Zuidoost Lauwers nadert.

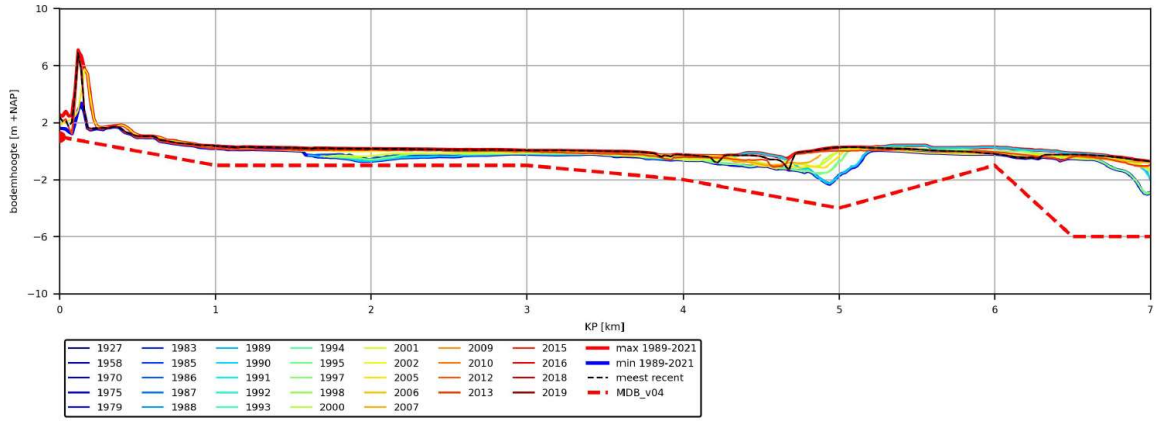
Afbeelding 3.72 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route V (Variant A) deelgebied A



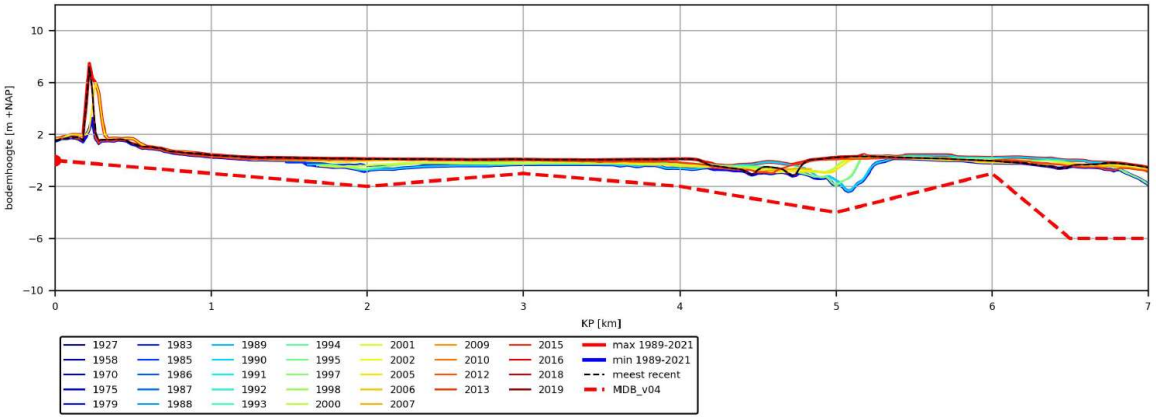
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.73 t/m Afbeelding 3.75 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route V - variant A binnen deelgebied A (KP 0,0 - KP 7,0). De rood gestippelde lijn geeft het morfologisch ontwerpprofiel.

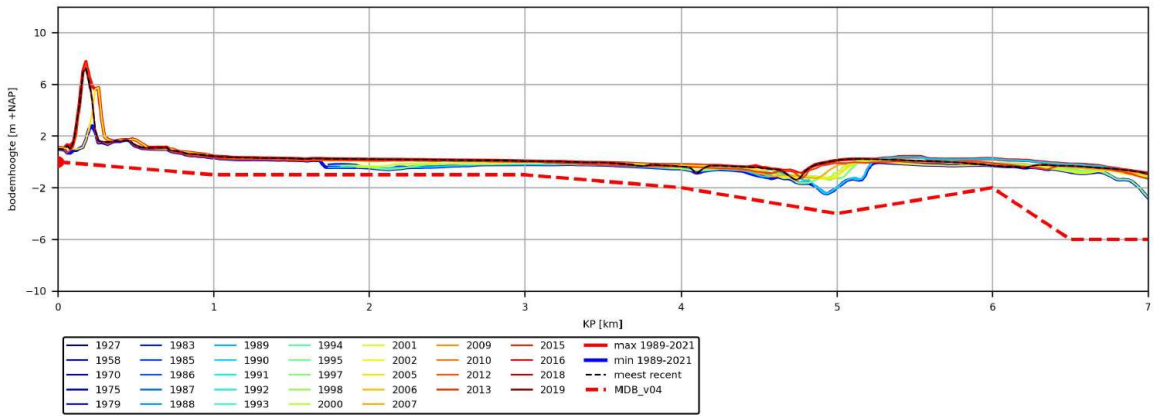
Afbeelding 3.73 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route V A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 7,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.74 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 7,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.75 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 7,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel.



Doordat de bodemligging in het gebied over het algemeen stabiel is ligt het morfologisch ontwerpprofiel dicht tegen de huidige en minimale bodemligging aan.

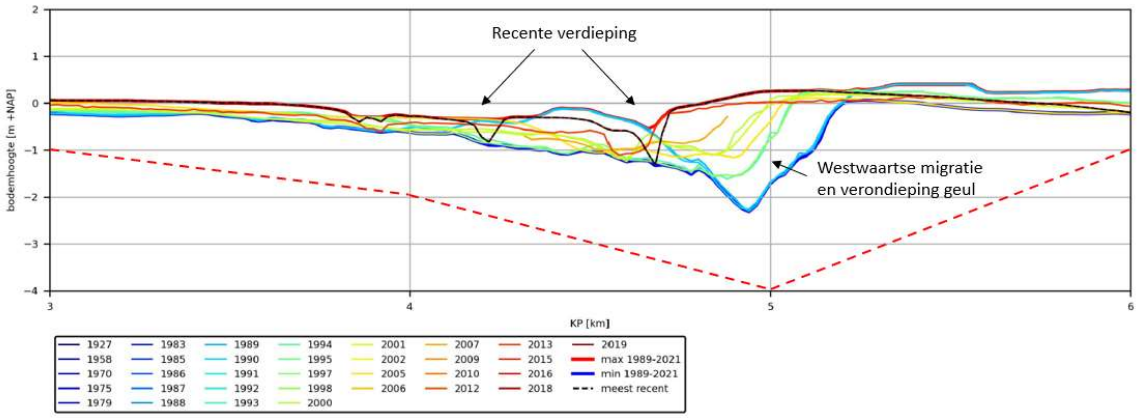
Nabij KP 5,0 doorkruist het tracé een geul. Op het moment is deze geul relatief ondiep (circa -1,5 m NAP), maar in het verleden zijn bodemhoogtes van rond -3 m NAP voorgekomen. Kleine geulen kunnen over de loop van de tijd wat verlengen of verkorten. Daarom kan niet worden uitgesloten dat dieptes tot -4,0 m NAP in de komende 50 jaar kunnen voorkomen nabij KP 5,0.

In het gebied tussen de kleinere geul en Zuidoost Lauwers bij KP 6,0 ligt een relatief stabiele wadplaat (Afbeelding 3.77). Daarom kan het morfologisch ontwerpprofiel hier op -1,0 m NAP worden gezet.

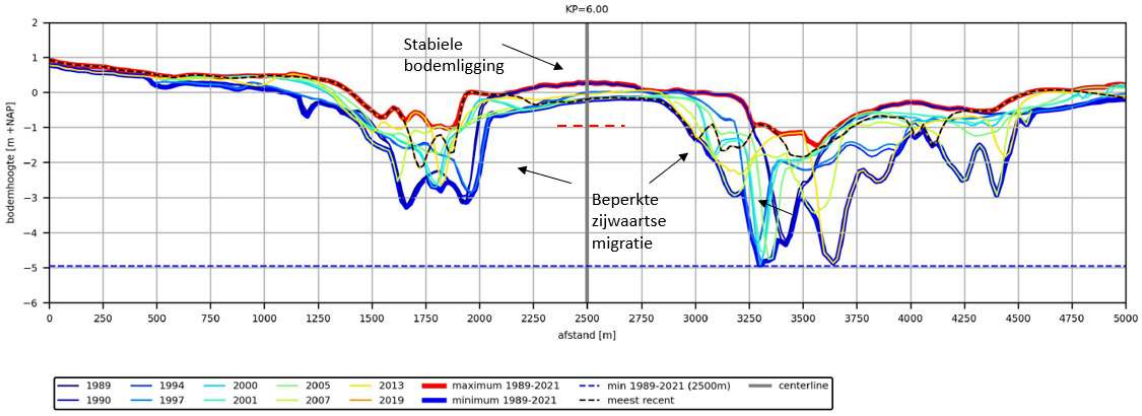
Rond KP 6,5-7,0 nadert het tracé de geul Zuidoost Lauwers. Hier dient rekening gehouden te worden met bodemveranderingen door het verlengen van de geul en zijwaartse migratie. In het lengteprofiel is te zien dat diepteveranderingen beperkt zijn (Afbeelding 3.73), verlengen/verkorten van de geul heeft dus relatief weinig effect op de diepte ter hoogte van KP 6,5/7,0. In het dwarsprofiel is zijwaartse migratie van de geul zichtbaar over een zone van circa 500-750m (Afbeelding 3.78) Binnen een afstand van 750m van het profiel zijn dieptes voorgekomen tot -5,5 m. Dieptes in het omliggende gebied zijn niet veel groter en daarom wordt voor het morfologisch ontwerpprofiel -6,0 m NAP als voldoende beschouwd.

In principe bepalen we het morfologisch ontwerpprofiel voor ieder kilometerpunt. Met het morfologisch ontwerpprofiel op -1,0 m NAP bij KP 6,0 en -6,0 m NAP bij KP 7,0 zou het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 6,5 op -3,5 m NAP komen te liggen (gemiddelde waarde). Echter kan niet worden uitgesloten dat de geul hier in de toekomst insnijdt waarbij dieptes tot -6,0 m NAP zouden kunnen voorkomen. Omdat het onnodig om ook een diepte van -6,0 aan te houden voor KP 6,0 is een extra punt aan het morfologisch ontwerpprofiel toegevoegd bij KP 6,5 met diepteligging -6,0 m NAP.

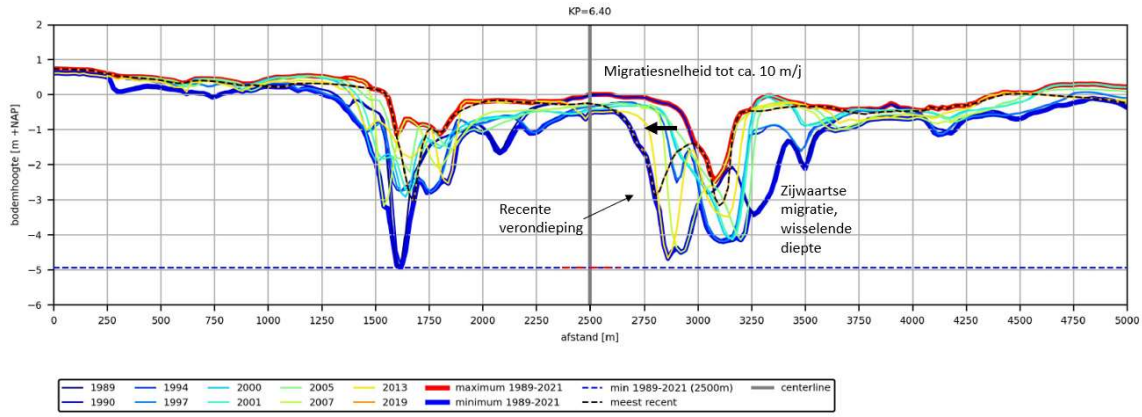
Afbeelding 3.76 Waargenomen bodemligging langs route V – A (KP 3-6). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.77 Waargenomen bodemligging langs route V – A ter hoogte van KP 6,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.78 Waargenomen bodemligging langs route V – A ter hoogte van KP 6,4. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn oost ligt tussen KP 0,0 en 2,0 op 0,5 tot 1,0 m lager dan het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn. Net als bij de middenlijn is de bodemligging hier stabiel, alleen ligt deze iets lager.

Het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn west wijkt af van het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn bij KP 0,0 en KP 6,0. Bij KP 0,0 is de bodemligging net als bij de middenlijn stabiel, maar ligt wat lager. Bij KP 6,0 is ervoor gekozen om het morfologisch ontwerpprofiel 0,5 m lager te leggen dan bij de

middenlijn, omdat de zijlijn west zich wat meer aan de zijkant van de stabiele plaat bevindt. Daar is meer variatie in de hoogteligging.

Aandachtspunten

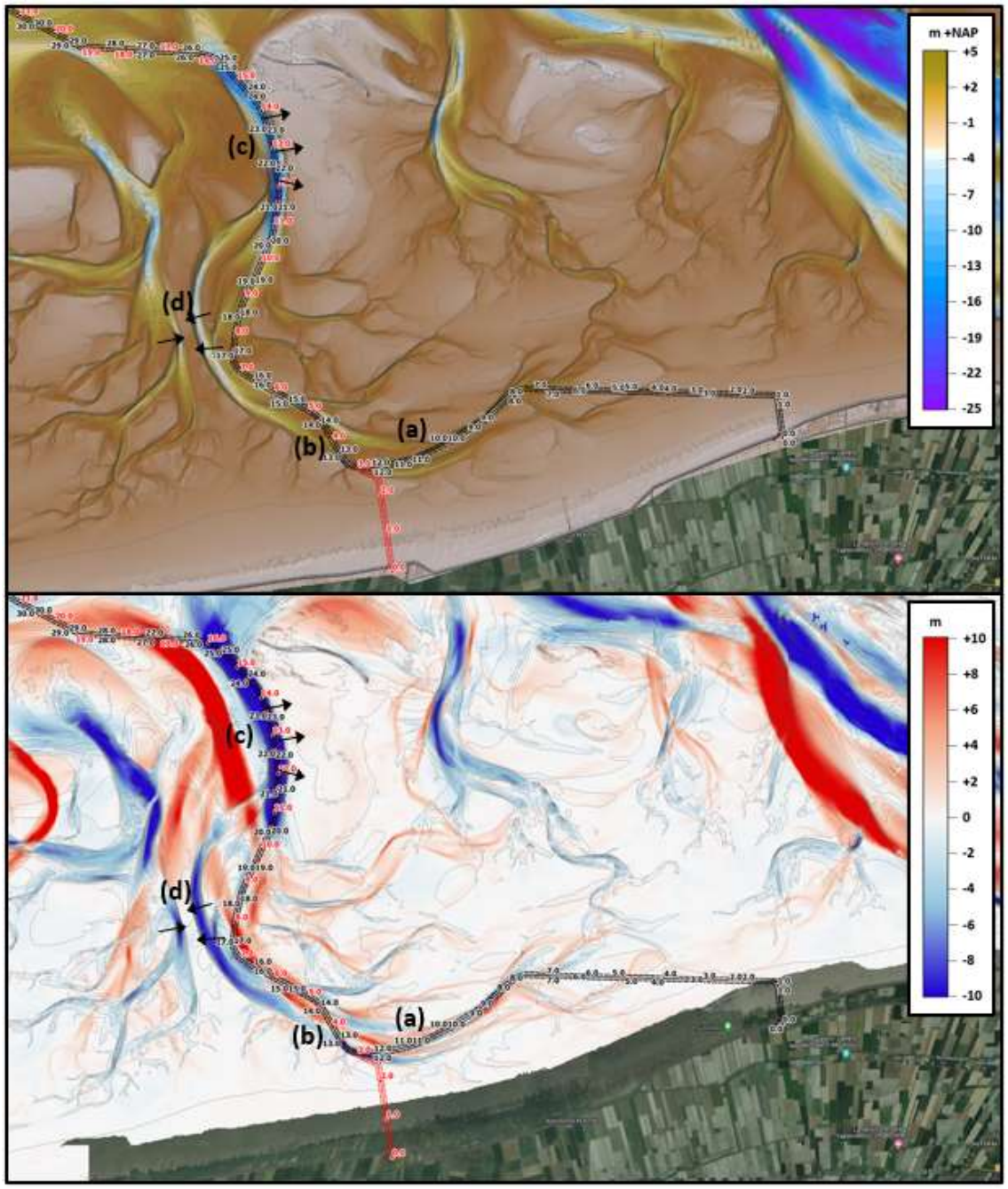
- wanneer de rijshouten dammen van de kwelderwerken niet onderhouden worden zou enige erosie van de vastelandskwelder kunnen plaatsvinden. I.v.m. dat met een diepe HDD wordt gewerkt onder de kwelders, maakt het niet uit als enige erosie bij de vastelandskwelders plaatsvindt. Daarom is voor dit rapport de beheerinspanning nu niet verder beschouwd.

3.3.4 Deelgebied B - Zuidoost Lauwers en Boschgat (KP 7,0-25,0)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a): tussen KP 7 en KP 17 volgt het tracé de geul de Zuid Oost Lauwers, die zowel in diepte als in locatie varieert (Afbeelding 3.69);
- (b): rond KP 17 ligt een drempel (ondiepte) tussen Zuid Oost Lauwers en Boschgat.
- (c): het tracé volgt tussen KP 20,0 en KP 25,0 het diepste deel van de geul Boschgat. Het Boschgat is hier tussen 1979 en 2021 langzaam richting het oosten gemigreerd (Afbeelding 3.79);
- (d): de geulen Robbengat en Spruit zijn sinds 2000 steeds dichterbij elkaar komen te liggen (zie bijv. Bijlage B uit Elias en Cleveringa, 2021). Op basis van de waargenomen migratiesnelheden kan niet worden uitgesloten dat op termijn een verbinding ontstaat tussen het geulsysteem van Robbengat en Spruit.

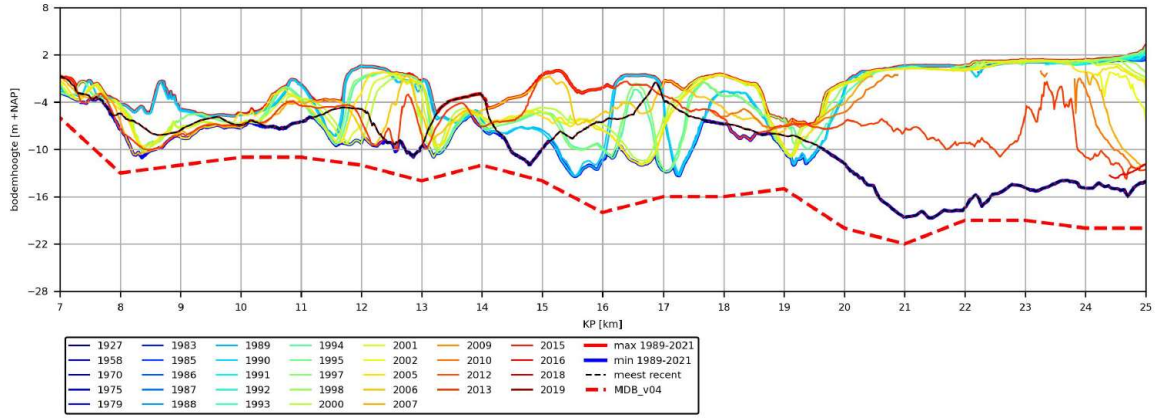
Afbeelding 3.79 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route V deelgebied B



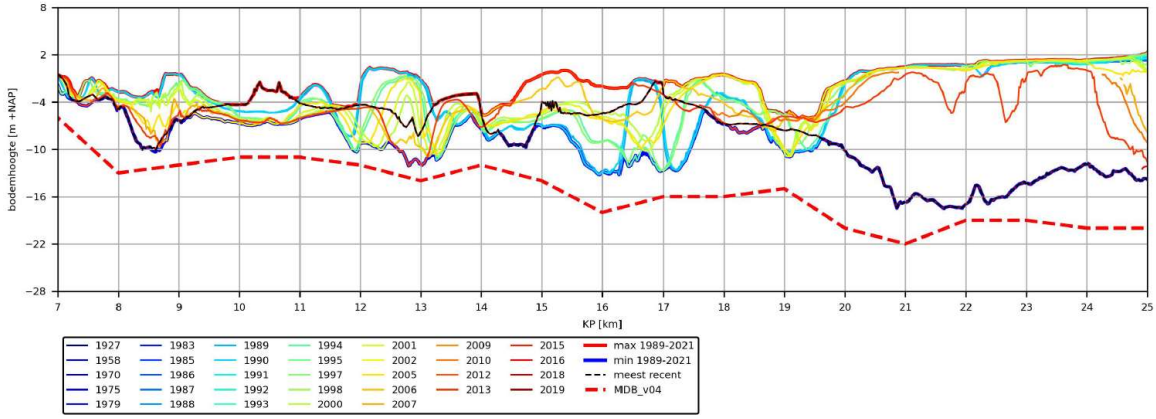
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.80 t/m Afbeelding 3.82 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route V - variant A binnen deelgebied A (KP 7,0-25,0). Ook weergegeven zijn de minimale bodemligging tussen 1989 en 2020 uit de dwarsprofielen (blauwe lijn) en het morfologisch ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

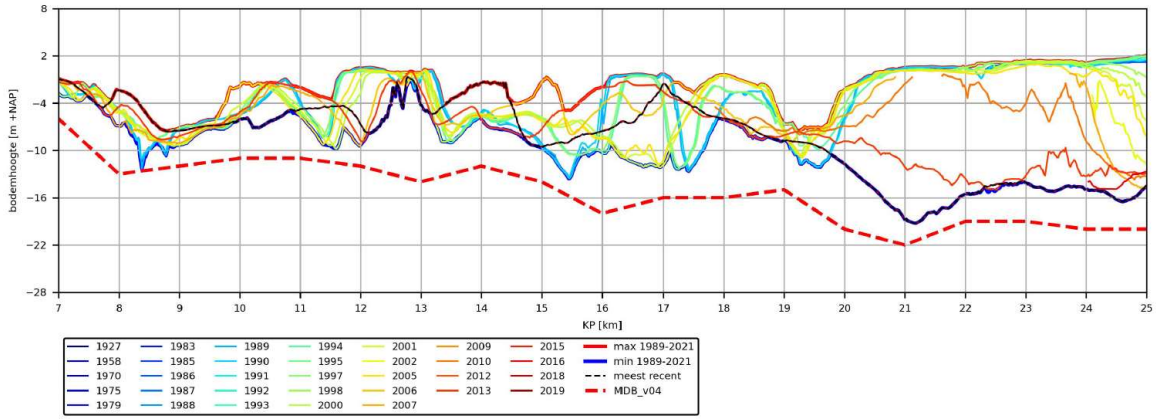
Afbeelding 3.80 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 7,0-25,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.81 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 7,0-25,0). Blauwe lijn: minimale bodemligging sinds 1989 uit de dwarsprofielen, rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.82 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 7,0-25,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Binnen deelgebied B zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerpprofiel:

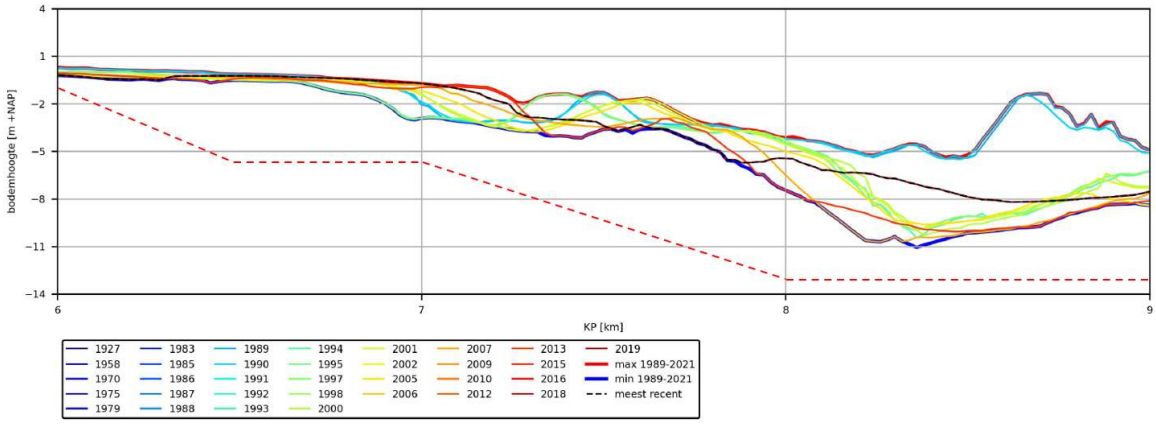
- de geul Zuidoost Lauwers is binnen een zone van 500 tot 750 zuidwaarts gemigreerd. Er kan niet worden uitgesloten dat de geul in de komende vijftig jaar binnen deze zone heen en weer migreert en daarom is het ontwerpprofiel gebaseerd op de diepst voorkomende ligging binnen deze zone;

- langs het tracé liggen een aantal drempels (overgang tussen geulen en wat hoger gelegen gebieden binnen de geul). Bij Zuidoost Lauwers zijn de hoger gelegen gebieden van de geul relatief stabiel over tijd. De drempels nabij Robbengat/Boschgat zijn dat niet. Daarom ligt het morfologisch ontwerpprofiel bij de drempels nabij het Robbengat/Boschgat relatief diep;
- er kan niet worden uitgesloten dat in de komende 50 jaar een verbinding wordt gevormd tussen de geulsystemen Spruit en Robbengat. In bijlage II staan de mogelijke effecten hiervan beschreven. Uit de analyse in de bijlage is gebleken dat voor deze ontwikkeling geen extra diepte hoeft te worden opgenomen in het morfologisch ontwerpprofiel van route V;
- de zijlijnen van de corridor liggen relatief dicht bij de middenlijn (65 m) ten opzichte van de ruimte waarbinnen de geulen heen en weer migreren. Het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn west en oost is daardoor in deelgebied B gelijk aan het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn.

Hieronder volgt aan de hand van afbeeldingen een nadere toelichting op het morfologisch ontwerpprofiel.

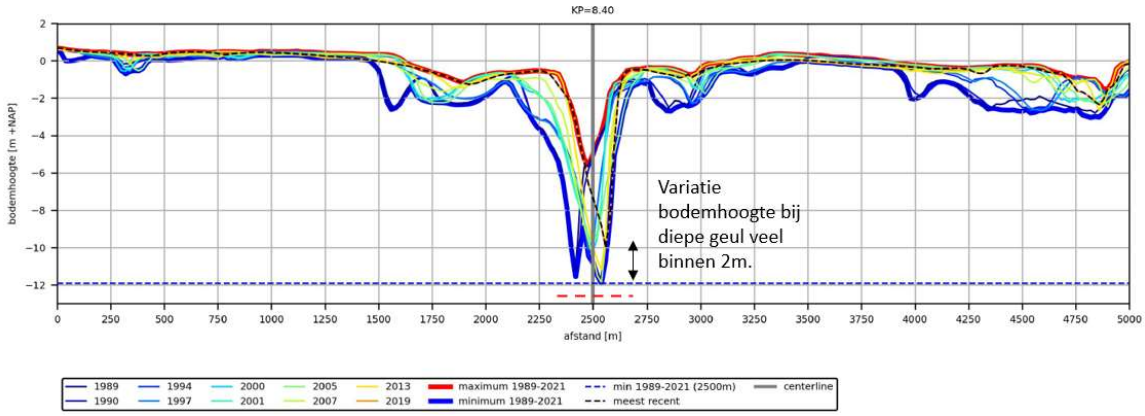
Van KP 7,0 tot en met KP 9,0 ligt het tracé op de overgang van het wad naar de geul waarbij de diepte geleidelijk toeneemt. Naast zijwaartse migratie van de geul zou verkorten/uitbreiden van de geul ook effect kunnen hebben op variatie in bodemligging. Dit zou het best te zien zijn rond KP 7,8-8,3 waar de geul ondieper wordt. Uit het langsprofiel rond KP 7,0 t/m 8,3 lijkt het verkorten/verlengen van de geul op de locatie van het tracé echter geen groot effect te hebben op de diepteligging (Afbeelding 3.83). Voor het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel zijn zijwaartse verschuivingen van de geul binnen een zone van 500 tot 750 m vanaf de huidige ligging van het tracé leidend.

Afbeelding 3.83 Waargenomen bodemligging langs middenlijn van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 6,0-9,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



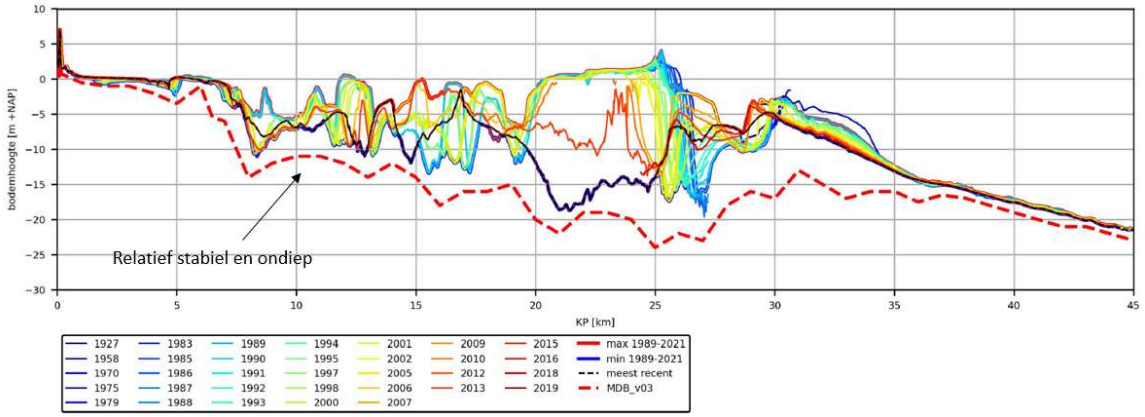
Nabij KP 8 is de laagste ligging van de geul -12,0 m NAP (bij middenlijn KP 8,40, Afbeelding 3.84). De diepteligging van de geul varieert hier veelal tussen -10 m NAP en -12 m NAP. Gezien de variatie in diepte van de geul kan niet worden uitgesloten dat de geul ergens in de komende 50 jaar nog iets dieper zou kunnen worden. De geul is op deze locatie ook nog niet zo smal als elders wat verder aannemelijk maakt dat verdere verdieping nog zou kunnen plaatsvinden (in plaats van alleen verbreding). Als morfologische ontwerpdiepte is daarom -13,0 m NAP aangenomen.

Afbeelding 3.84 Bodemligging langs route V-A rondom KP 8,4. Migratie geul zichtbaar over een zone van circa 100-150 m. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

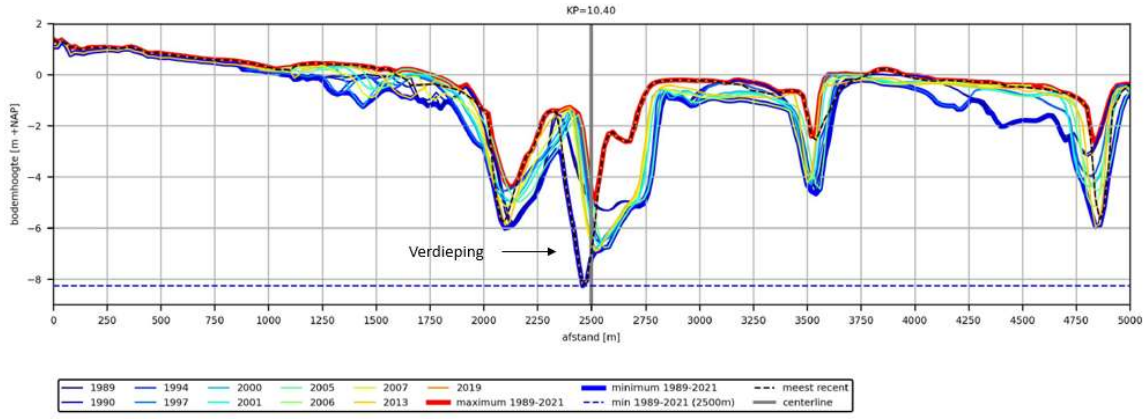


Rondom KP 10 en 11 ligt de bodemhoogte gemiddeld over de gehele periode wat hoger dan rondom KP 8 en KP 12 (Afbeelding 3.85). Het kan echter niet worden uitgesloten dat de bodemhoogte in de toekomst lager komt te liggen. De laagste waargenomen bodemhoogte tussen KP 10,0 en 11,0 is circa-8,5 m NAP bij KP 10,4 (Afbeelding 3.86). Op die locatie heeft verdieping van de geul plaatsgevonden en het is niet uit te sluiten dat deze verdieping doorzet. Echter i.v.m. de waargenomen bodemhoogtes in het omliggende gebied uit de afgelopen tientallen jaren (veelal -8 m NAP, nergens dieper dan rond -10 m NAP) beschouwen we voor het morfologisch ontwerpprofiel -11 m NAP als voldoende.

Afbeelding 3.85 Ontwikkeling bodemhoogte langs route V-A. Bodemhoogte ligt relatief hoog nabij KP 10-11

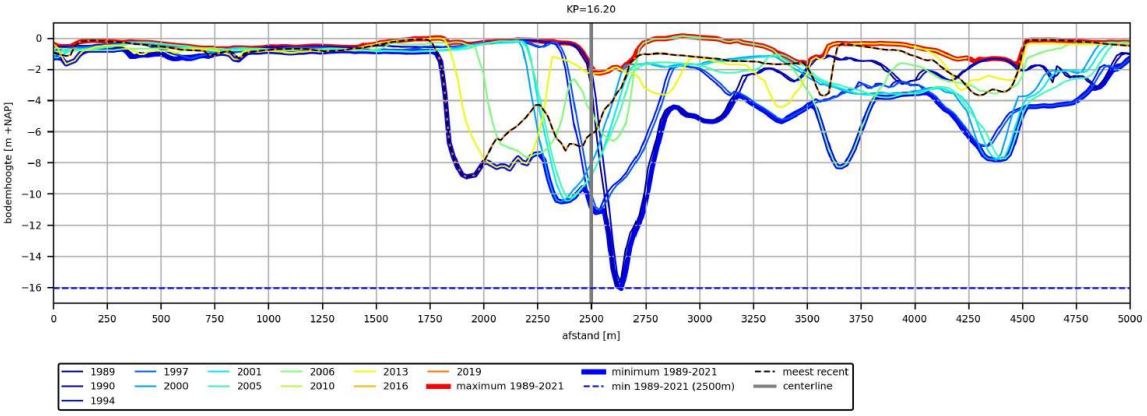


Afbeelding 3.86 Ontwikkeling bodemhoogte dwars op route V-A. Bodemhoogte bij KP 10,4



Vanaf KP 16 komen grotere geuldieptes voor en is de geul dynamischer. Bij KP 16,2 is een bodemhoogte van -16,0 m NAP waargenomen (Afbeelding 3.87). Op dit moment is de geul ondieper geworden nabij het tracé, maar er kan niet worden uitgesloten dat de geul in de toekomst weer verder gaat uitslijten. Doordat de bodemhoogte relatief veel varieert op de locatie (geulsysteem dynamischer dan bij locatie dichter bij het vasteland) en omdat de bodemhoogtedata niet verder teruggaat dan 1987 nemen we een buffer op van 2 m en komt het morfologisch ontwerpprofiel op -18 m NAP.

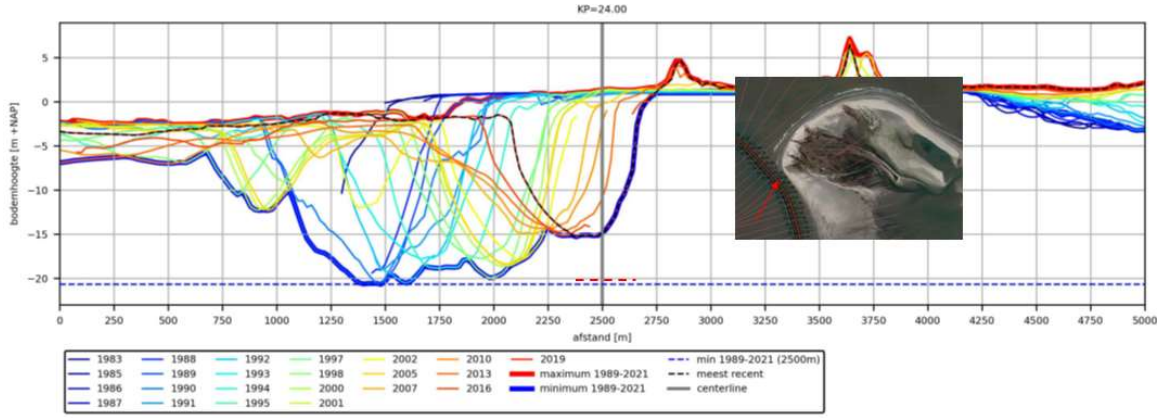
Afbeelding 3.87 Ontwikkeling bodemhoogte dwars op route V-A. Bodemhoogte bij KP 16,2



Tussen KP 20,0 en KP 27,0 ligt het morfologisch ontwerpprofiel relatief laag. Hier treden grote stroomsnelheden op waardoor de bodemligging laag is en dynamisch.

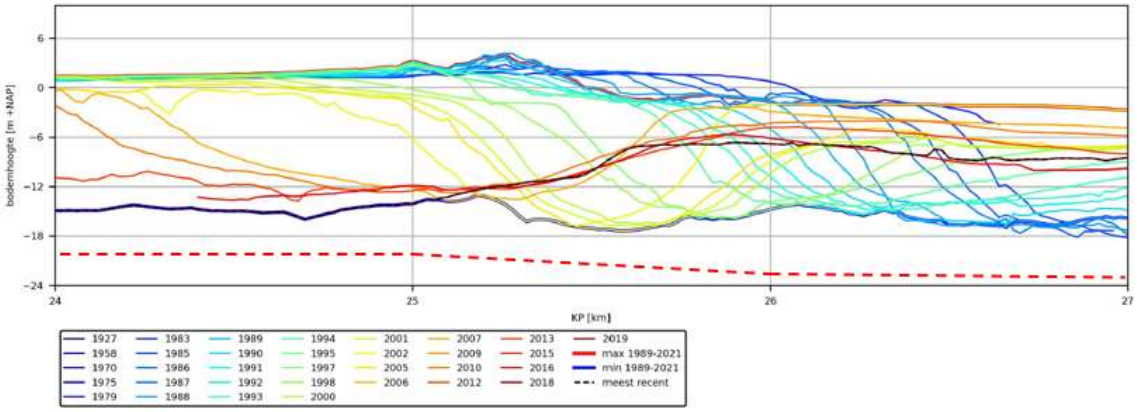
Bij KP 24,0 migreert de geul Boschgat richting Rottumerplaat en lijkt de geulwand te versteilen (Afbeelding 3.88). Doordat Rottumerplaat verdere migratie bemoeilijkt is het mogelijk dat de geul hier verder gaat verdiepen. Het valt verder op dat de geulbodem de laatste jaren niet dieper dan -15,0 m is komen te liggen. Mogelijk ligt hier een harde laag. Dit is echter niet met zekerheid te zeggen. Wanneer de harde laag beschadigd raakt bij aanleg van de kabels kan hier lokaal sterke erosie optreden. Omdat niet met zekerheid te zeggen is of een harde laag aanwezig is en omdat bij beschadiging van de harde laag ook erosie kan optreden ligt het morfologisch ontwerpprofiel op -20,0 m NAP.

Afbeelding 3.88 Ontwikkeling bodemhoogte dwars op route V-A. Bodemhoogte bij KP 24,0. De geul migreert richting de Rottumerplaat (locatie rode pijl). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

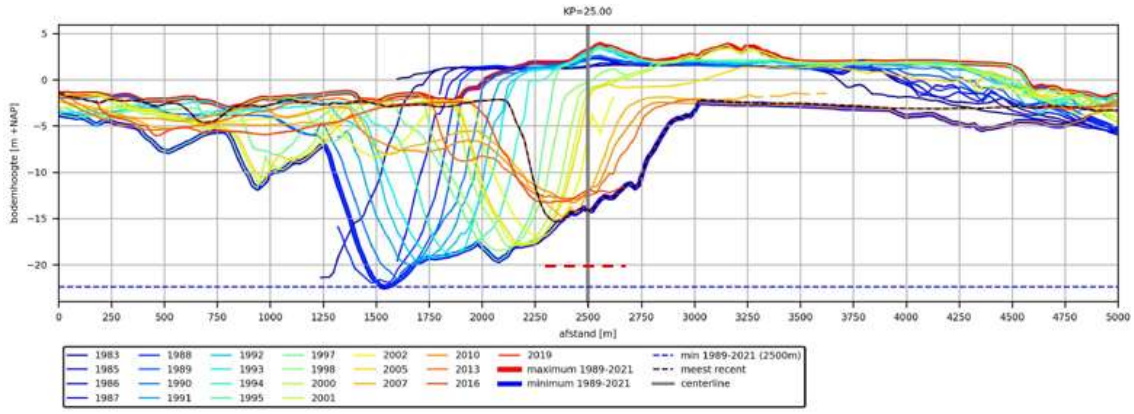


Nabij KP 25,0 liggen de waargenomen bodemhoogte tot -18 m NAP (Afbeelding 3.89). Op dit moment is de bodemhoogte ongeveer -15 m NAP, maar recent, sinds 2016 is wel verdieping zichtbaar. Het kan niet worden uitgesloten dat de geul in de toekomst verder gaat verdiepen. Op ongeveer 1 km westwaarts zijn in het verleden dieptes tot ca. -22 m NAP voorgekomen. De verwachting is echter dat deze dieptes niet op het tracé zullen voorkomen omdat de geul bij een meer oostelijke liggen naar verwachting minder water trekt. Vanwege de relatief grote dynamiek en recente verdieping nemen we een marge van 2 m t.o.v. de laagste ligging op het tracé zelf waarmee het morfologisch ontwerpprofiel op -20,0 m NAP komt te liggen (Afbeelding 3.90).

Afbeelding 3.89 Ontwikkeling bodemhoogte langs route V-A. Bodemhoogte bij KP 24,0-27,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.90 Ontwikkeling bodemhoogte dwars op route V-A. Bodemhoogte bij KP 25,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Aandachtspunten:

- nabij Rottumerplaat zou de geul in de toekomst sterk kunnen gaan verdiepen doordat Rottumerplaat relatief erosieresistent is. Daarnaast is het mogelijk dat een harde laag in de ondergrond aanwezig is, wat bij ontgraven lokaal tot sterke erosie kan leiden wanneer zachtere lagen bloot komen te liggen. Om beide redenen heeft het de voorkeur om de route iets meer aan de binnenzijde (westen) van de bocht te laten lopen in plaats van zeer dicht tegen Rottumerplaat aan (circa 500 m verplaatsing naar het westen);
- het tracé loopt op dit moment niet overal door het diepste deel van de geul. Dit heeft geen effect op het morfologisch ontwerpprofiel, maar een optimalisatie van de begraafdiepte door kleine wijzigingen van het tracé is mogelijk.

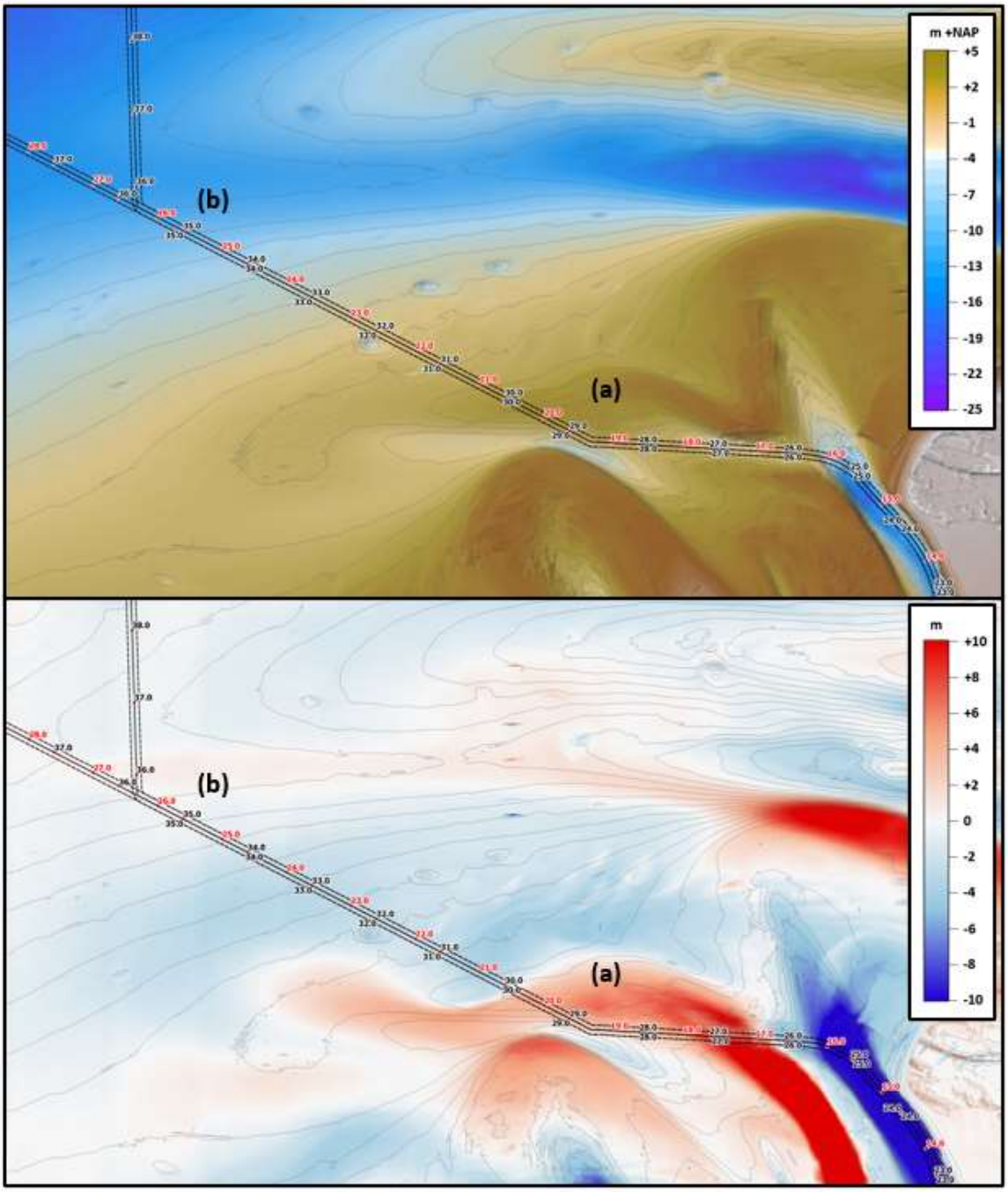
3.3.5 Deelgebied C - Buitendelta (KP 25.0-36.0)

Tussen KP 25,0 en KP 38,0 volgt het tracé de geul door de buiten delta, door de Lauwers en vervolgens richting het platform op zee.

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a): Buitendelta's zijn zeer veranderlijk. De geul die hier gevolgd wordt kan tijdens de levensduur van de kabel sterk verplaatsen;
- (a) De uitstroom van Lauwers is in de afgelopen 30 jaar veranderd van een westelijke naar een noord-noordwestelijke oriëntatie. Dit lijkt het gevolg van de oostelijke verplaatsing van de geul Eilanderbalg wat weer gerelateerd is aan de uitbouw van de eilandstaart van Schiermonnikoog als gevolg van de afsluiting van de Lauwerszee. Deze oriëntatie zou daarom in de toekomst, bijvoorbeeld bij erosie van de eilandstaart, weer kunnen veranderen;
- (b): Vanaf KP 30 is een continue afname van de bodemhoogte over de tijd zichtbaar.

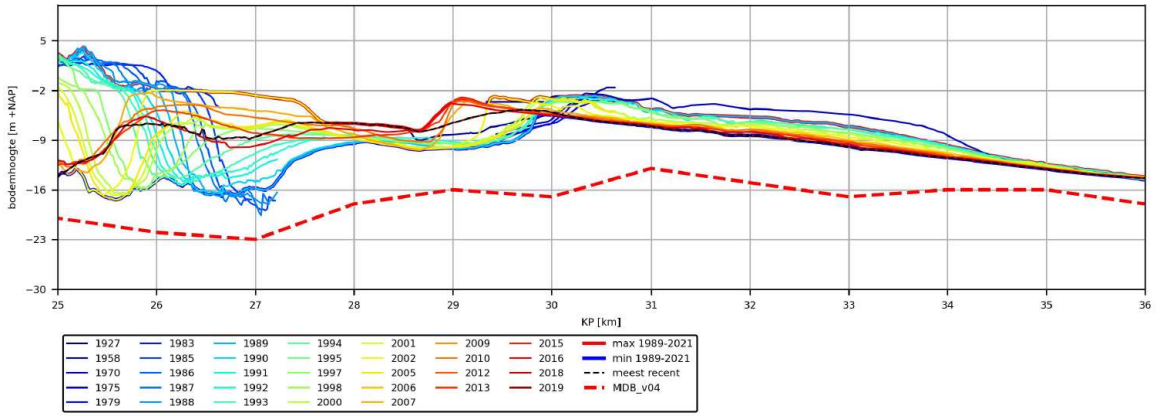
Afbeelding 3.91 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route V deelgebied C



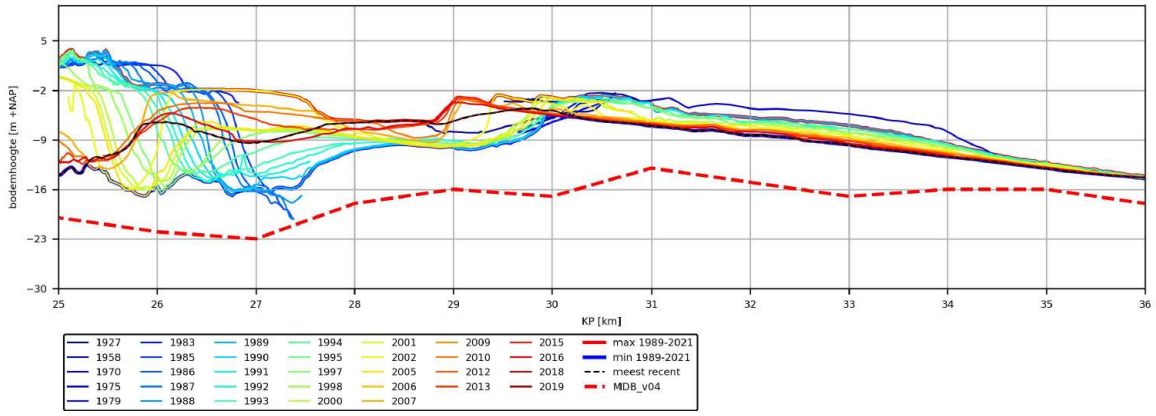
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.92 t/m Afbeelding 3.94 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route V - variant A binnen deelgebied A (KP 25,0-36,0). De rood gestippelde lijn geeft het morfologisch ontwerpprofiel.

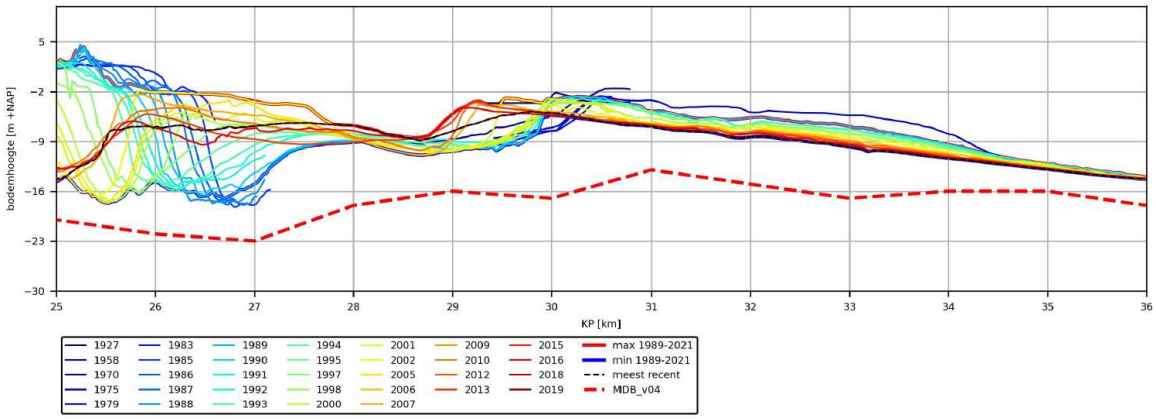
Afbeelding 3.92 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 25,0-36,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.93 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 25,0-36,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.94 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 25,0-36,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



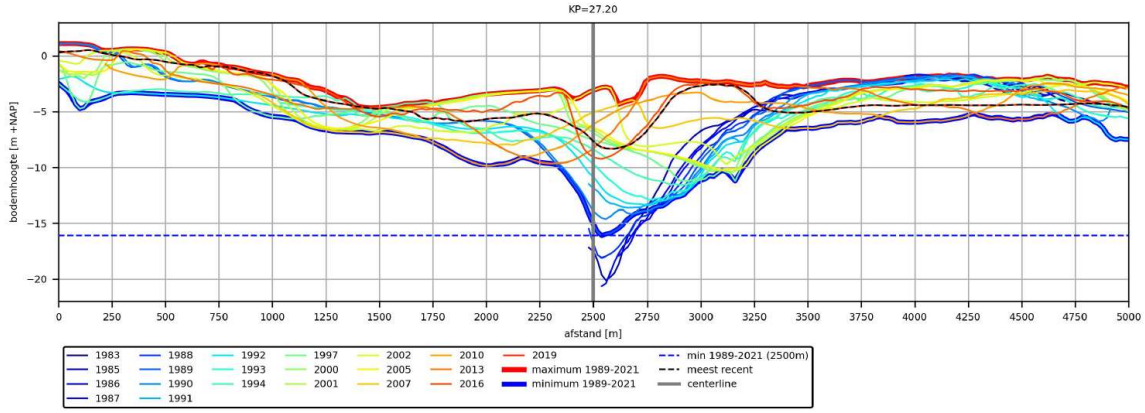
Binnen deelgebied C zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerpprofiel:

- nabij KP 29 lijkt de geul te worden ingeklemd tussen twee zandige platen. De geul kan in de toekomst mogelijk gaan verdiepen;
- vanaf KP 30 is er een eroderende trend zichtbaar in de bodemhoogte (Afbeelding 3.92). Gezien de snelheid (ordegrootte 5-10 cm per jaar) en ligging is de inschatting dat deze daling ten minste deels gerelateerd is aan kusterosie/ erosie van de buitendelta (en niet alleen aan gaswinning of verdieping door grootschalige geologische processen). Voor het morfologisch ontwerpprofiel gaan we daarom uit van een voortzetting van de erosie van de bodem over de komende 50 jaar met een vergelijkbare snelheid;
- de zijlijnen van de corridor liggen relatief dicht bij de middenlijn (65 m) ten opzichte van de ruimte waarbinnen de geulen heen en weer migreren. Het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn west en oost is daardoor in deelgebied C gelijk aan het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn.

Hieronder volgt aan de hand van afbeeldingen een nadere toelichting op het morfologisch ontwerpprofiel.

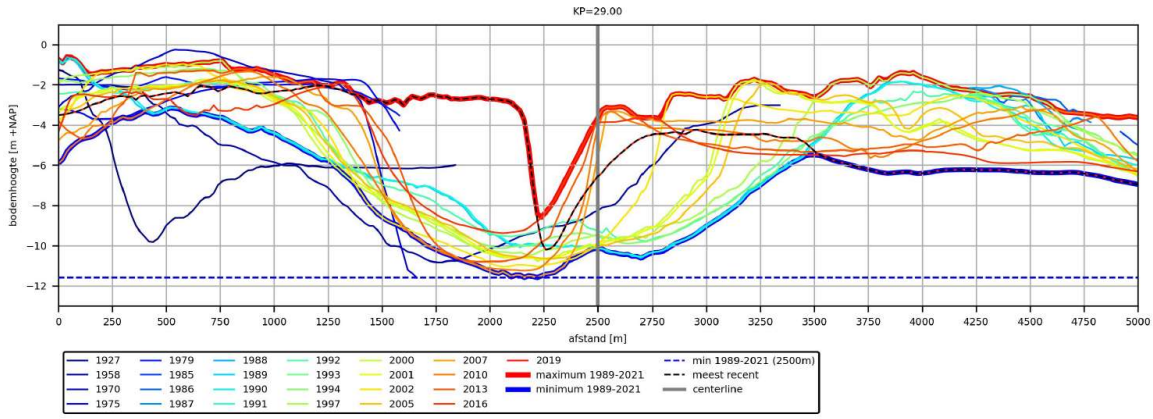
Bij KP 26-27 is de laagst waargenomen bodemhoogte binnen 500 m van het tracé ongeveer -21 m NAP. Aangezien de ligging van de geul in de ruimte relatief stabiel is, terwijl de diepte wel sterk verandert door de tijd (Afbeelding 3.95) kan niet worden uitgesloten dat een dergelijke diepte in de toekomst opnieuw voorkomt. Gezien de grote dynamiek nemen we een buffer op van 2 m waarmee de minimale bodemligging op 22-23 m NAP komt te liggen.

Afbeelding 3.95 Bodemligging dwars op route V-A bij KP 27,2. De geul verplaatst relatief weinig zijwaarts



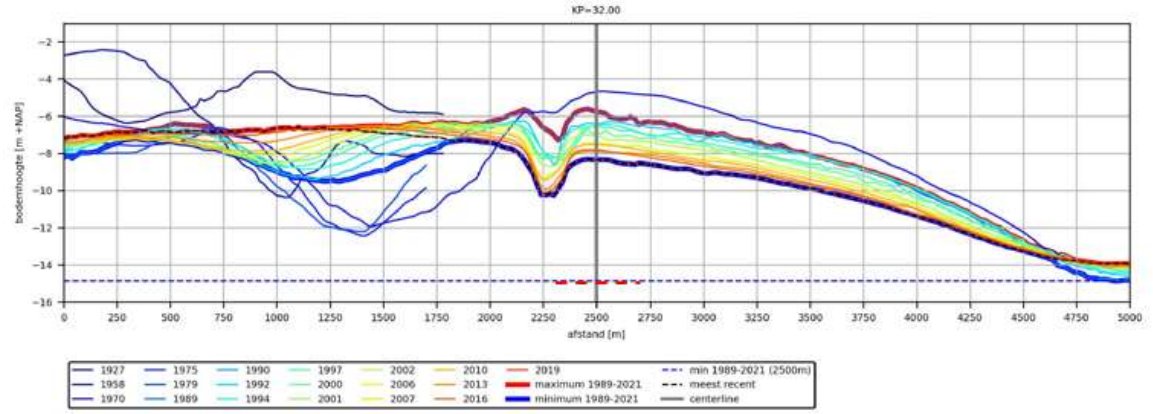
Bij KP 29,0 is een recente versmalling van de geul nabij het tracé zichtbaar (Afbeelding 3.96). Op dit moment ligt de geul op -10 m NAP, maar verdere verdieping kan niet worden uitgesloten. Bij KP 29,4 komen dieptes tot -14 m NAP voor. I.v.m. de relatief grote dynamiek nemen we daarbij een buffer op van 2 m. Daarmee komt het morfologisch ontwerpprofiel op -16 m NAP.

Afbeelding 3.96 Bodemligging dwars op route V-A bij KP 29,0. Recent is versmalling van de geul zichtbaar



Bij KP 32,0 is de continue daling van de bodemhoogte over de tijd goed zichtbaar (Afbeelding 3.97). De snelheid van de daling is net iets minder dan 3 m over 30 jaar (10 cm per jaar). Over een periode van 50 jaar is daarom de verwachting dat de bodemhoogte nog ca. 5 m verder afneemt. Aangezien het naar verwachting gaat om erosie i.p.v. verdieping vanuit de diepere ondergrond is 5 m buffer opgenomen in het morfologisch ontwerpprofiel. De diepte naast het tracé heeft een relatief stabiele ligging en migreert geleidelijk verder van het tracé. Echter valt niet geheel uit te sluiten dat deze in de komende 50 jaar richting het tracé migreert. Daarom is als laagste bodemligging -10 m NAP aangehouden. Met 5 m buffer voor de dalende trend komt het ontwerpprofiel bij KP 32,0 daarmee op -15 m NAP.

Afbeelding 3.97 Bodemligging dwars op route V-A bij KP 32,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Aandachtspunten:

- de route ligt momenteel niet op de diepste locatie in de buitendelta. Dit heeft geen effect op het morfologisch ontwerpprofiel, maar een aanpassing van het tracé kan mogelijk wel leiden tot een flink kleinere begraafdiepte.

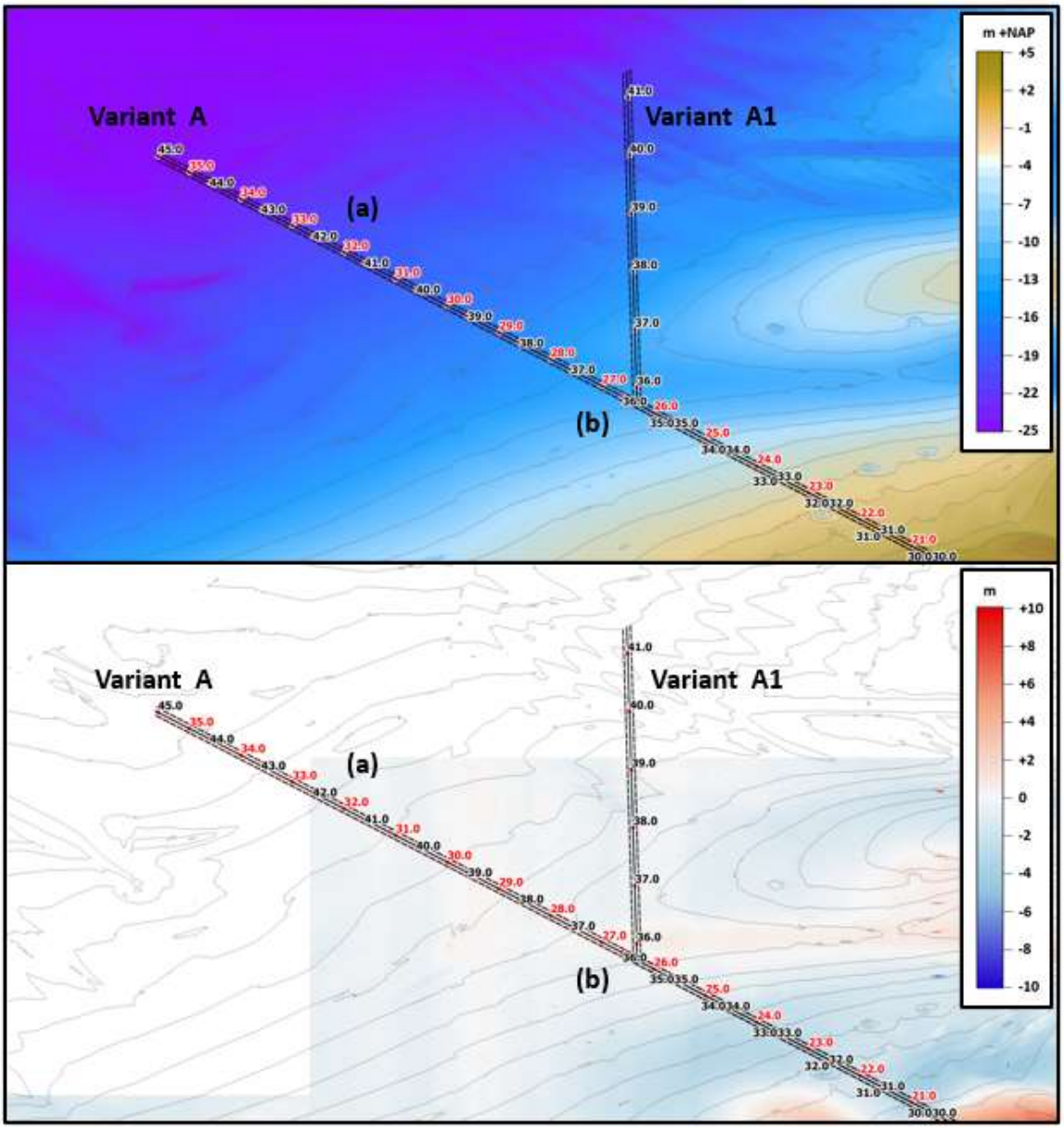
3.3.6 Deelgebied D – Noordzeekustzone (variant A) (KP 36,0-45,0)

Het tracé loopt hier richting het noordwesten.

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a) de bodemligging is relatief stabiel en de bodemhoogte loopt geleidelijk af langs het tracé (Afbeelding 3.98);
- (b) er is continue (beperkte) afname van de bodemhoogte over de tijd zichtbaar.

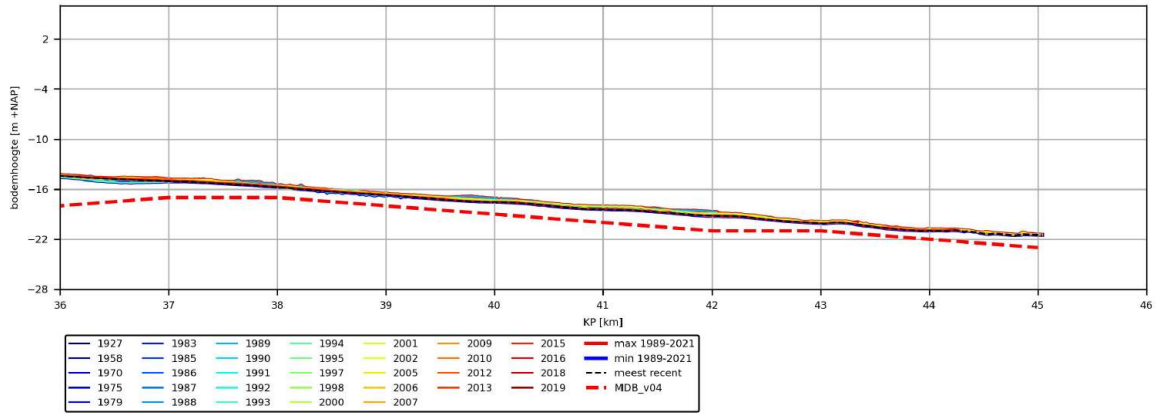
Afbeelding 3.98 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route V variant A deelgebied D



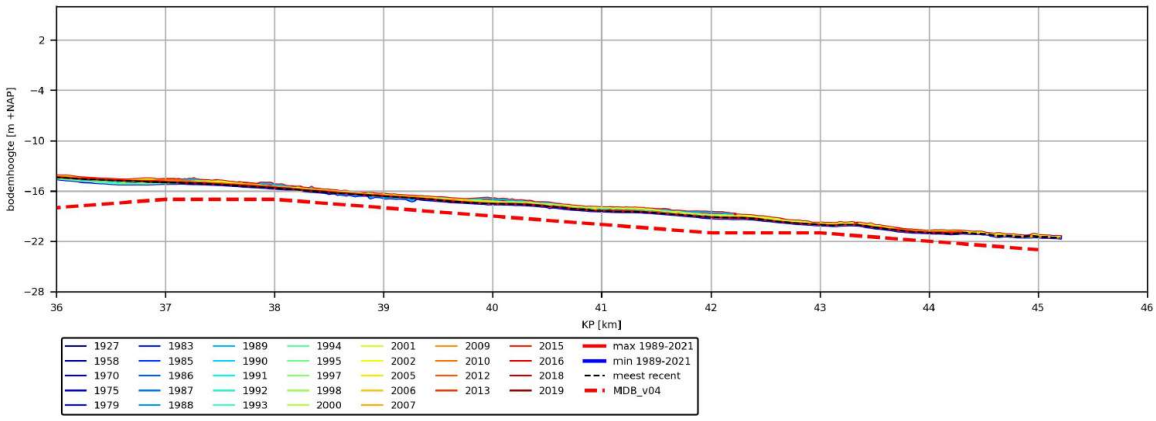
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.99 t/m Afbeelding 3.101 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route V - variant A binnen deelgebied A (KP 36,0-45,0). De rood gestippelde lijn geeft het morfologisch ontwerpprofiel.

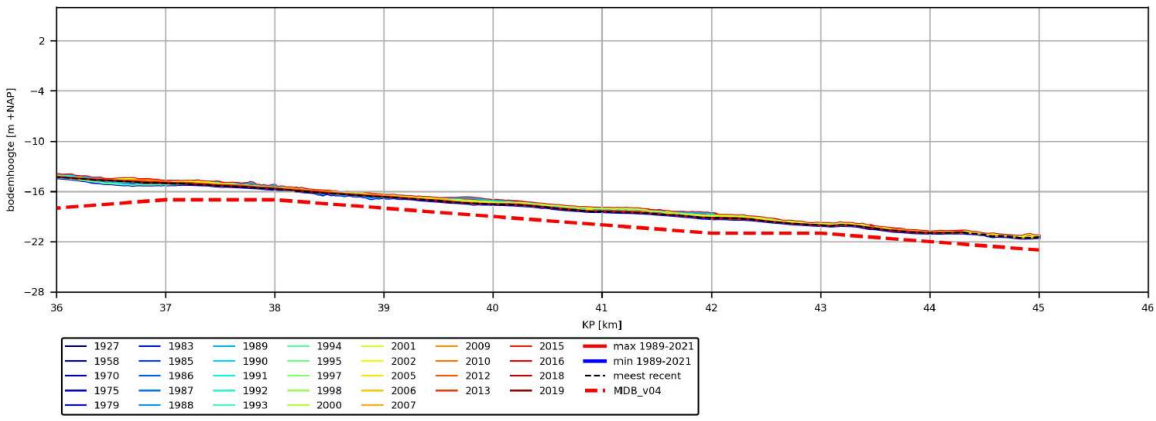
Afbeelding 3.99 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 36,0-45,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.100 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 36,0-45,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.101 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 36,0-45,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



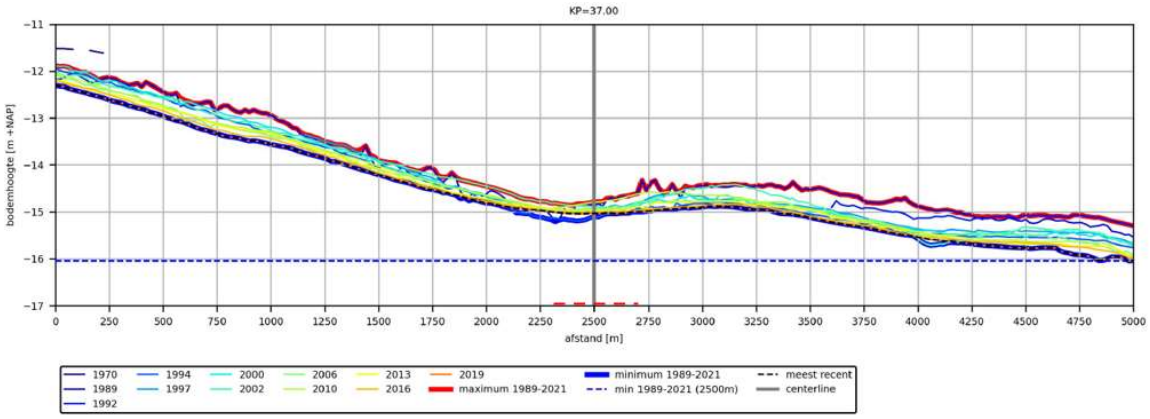
Binnen deelgebied C zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerpprofiel:

- er is een dalende trend zichtbaar in de bodemhoogte. Vanaf KP 36,0 is de snelheid daarvan wel beperkter dan tussen KP 30,0 en KP 36,0 (Afbeelding 3.99). De snelheid van de daling is maximaal 3-4 cm per jaar. Gezien de snelheid en ligging is de inschatting dat deze daling ten minste deels gerelateerd is

aan kusterosie/ erosie van de buitendelta (en niet alleen te wijten aan gaswinning of verdieping door grootschalige geologische processen). Voor het morfologisch ontwerpprofiel gaan we daarom uit van een voortzetting van de daling van de bodem over de komende 50 jaar;
- de zijlijnen van de corridor liggen relatief dicht bij de middenlijn (65 m). Het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn west en oost is daardoor in deelgebied D gelijk aan het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn.

Vanwege de beperkte dynamiek is de bepaling van het morfologisch ontwerpprofiel vanaf KP 36,0 voor iedere locatie vergelijkbaar. Bij KP 37,0 ligt het morfologisch ontwerpprofiel bijvoorbeeld op -17,0. De minimale bodemligging ligt tussen-15,0 en -15,5 m NAP (Afbeelding 3.102). Met 1 m buffer i.v.m. de daling van de bodemhoogte (circa 0,5 m daling over 30 jaar) (en afronding op hele meters) wordt dit -17,0 m NAP.

Afbeelding 3.102 Bodemligging dwars op route V-A bij KP 37,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

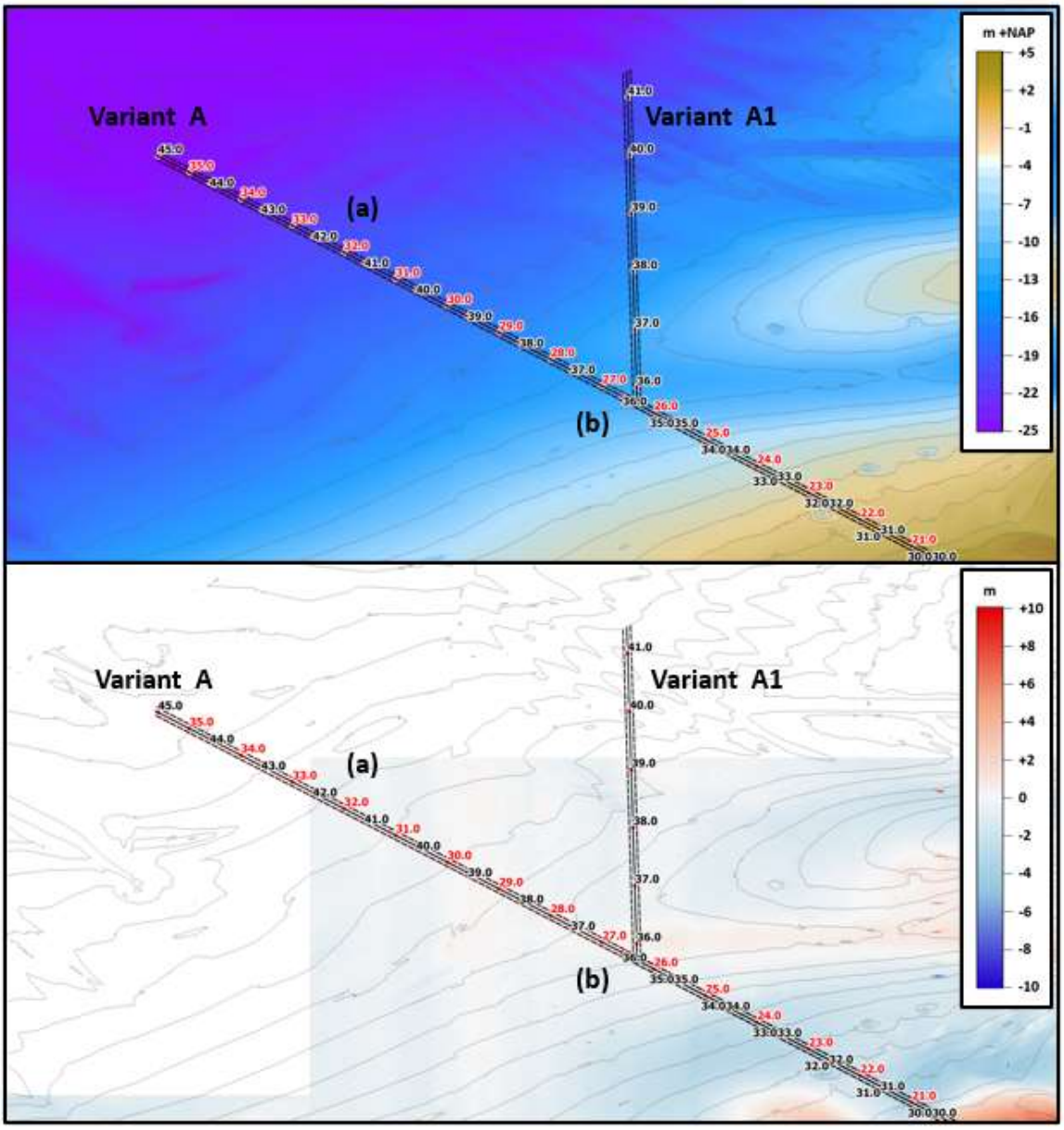


3.3.7 Deelgebied E - Variant A1 (KP 35,0 – 42,0)

Het tracé loopt hier verder richting het noorden.

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen
- (a) de bodemligging is relatief stabiel en de bodemhoogte loopt geleidelijk af langs het tracé (Afbeelding 3.103);
- (b) er is continue (beperkte) afname van de bodemhoogte over de tijd zichtbaar.

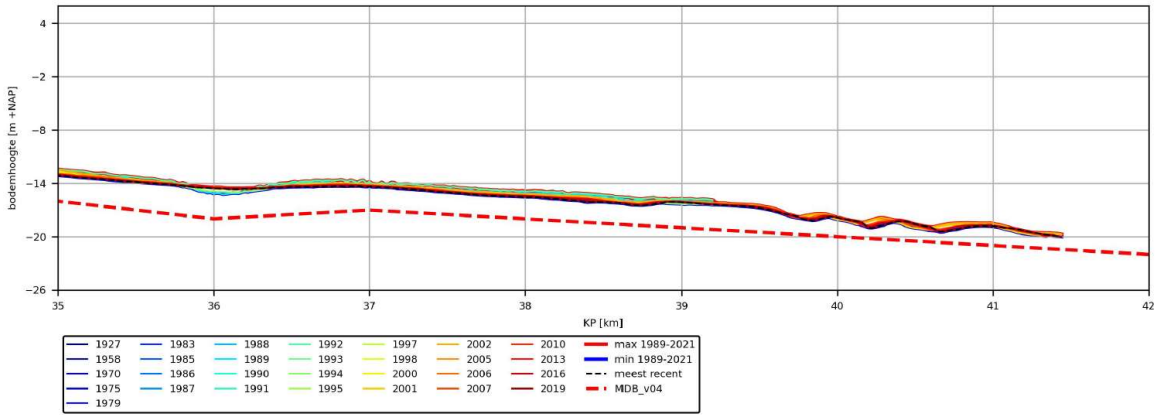
Afbeelding 3.103 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route V variant A1 deelgebied E



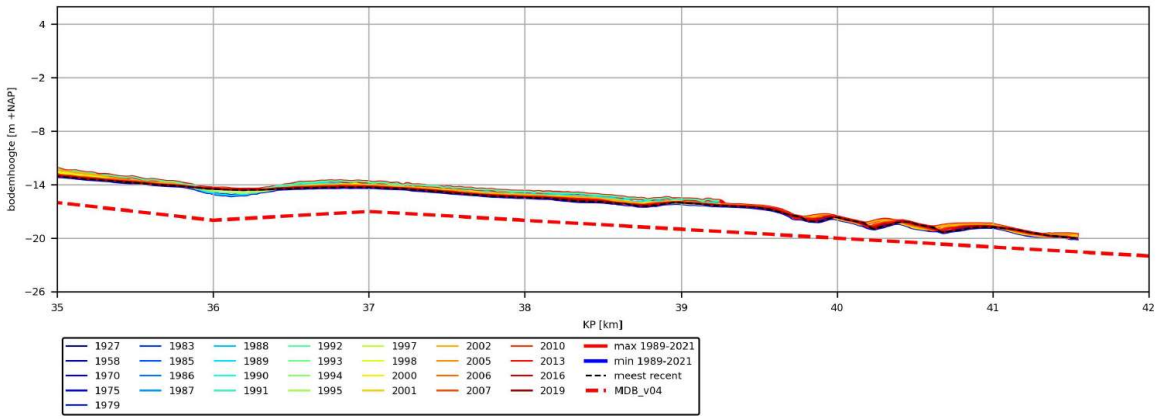
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.104 t/m Afbeelding 3.106 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route V - variant A1 binnen deelgebied A (KP 35,0-42,0). De rood gestippelde lijn geeft het morfologisch ontwerpprofiel.

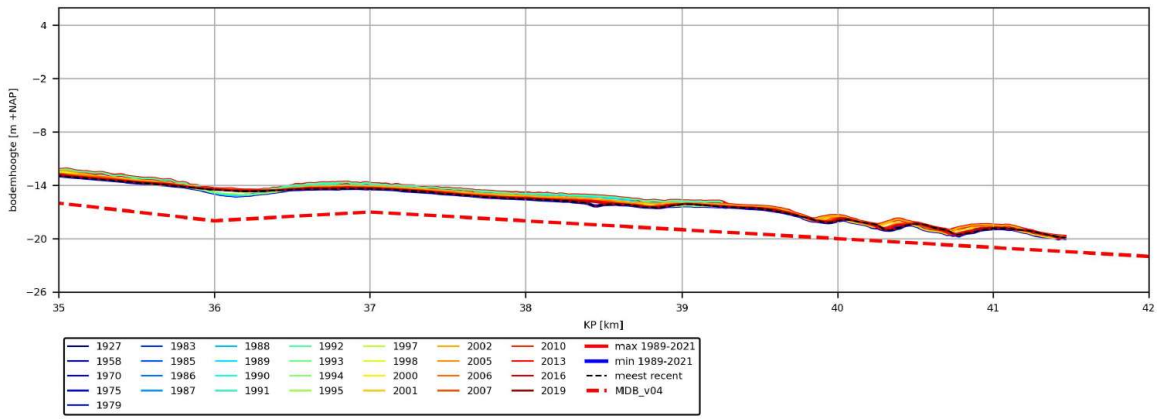
Afbeelding 3.104 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route V variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 35,0-42,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.105 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route V variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 35,0-42,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.106 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route V variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 35,0-42,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



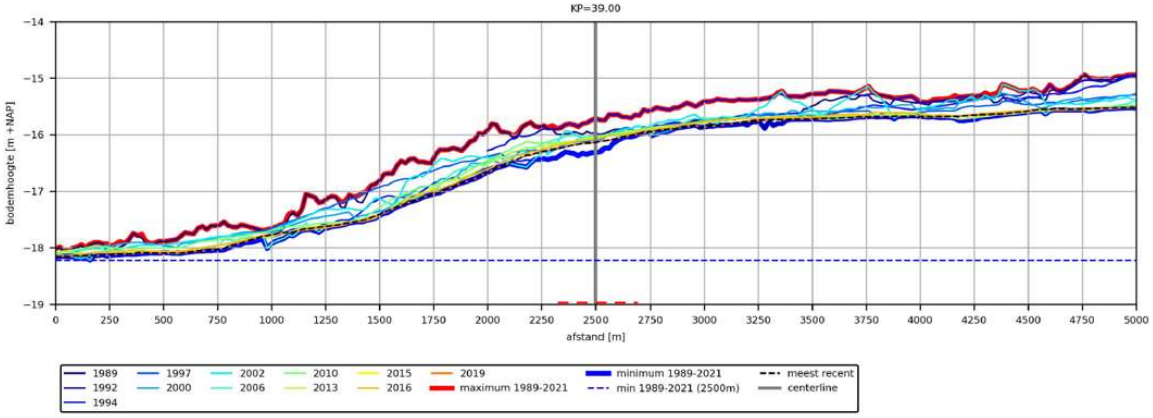
Binnen deelgebied E zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerpprofiel:

- er is een dalende trend zichtbaar in de bodemhoogte. De bodemhoogte nam geleidelijk ongeveer 1 m af over 30 jaar (snelheid wordt over het algemeen lager verder van de kust af). Gezien de snelheid en

ligging is de inschatting dat deze daling ten minste deels gerelateerd is aan kusterosie/ erosie van de buitendelta (en niet alleen aan gaswinning of verdieping door grootschalige geologische processen). Voor het morfologisch ontwerpprofiel gaan we daarom uit van een voortzetting van de erosie van de bodem;
- de zijlijnen van de corridor liggen relatief dicht bij de middenlijn (65 m). Het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn west en oost is daardoor in deelgebied E gelijk aan het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn.

Vanwege de beperkte dynamiek is de bepaling van het morfologisch ontwerpprofiel vanaf KP 35,0 voor iedere locatie vergelijkbaar. Bij KP 39,0 ligt het morfologisch ontwerpprofiel bijvoorbeeld op -19,0 m NAP. De minimale bodemligging is circa -16,5 NAP (Afbeelding 3.107). Met 1 m buffer in verband met de daling (circa 0,5 m over 30 jaar maakt maximaal 1 m voor de komende 50 jaar) van de bodemhoogte wordt dit -18,0 m NAP. Vanwege variatie zichtbaar in de bodemligging is een meter extra diepte aangenomen en komt het morfologisch ontwerpprofiel op -19,0 m NAP.

Afbeelding 3.107 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn van route V variant A1 door de jaren van 1989 t/m 2019 (KP 39,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

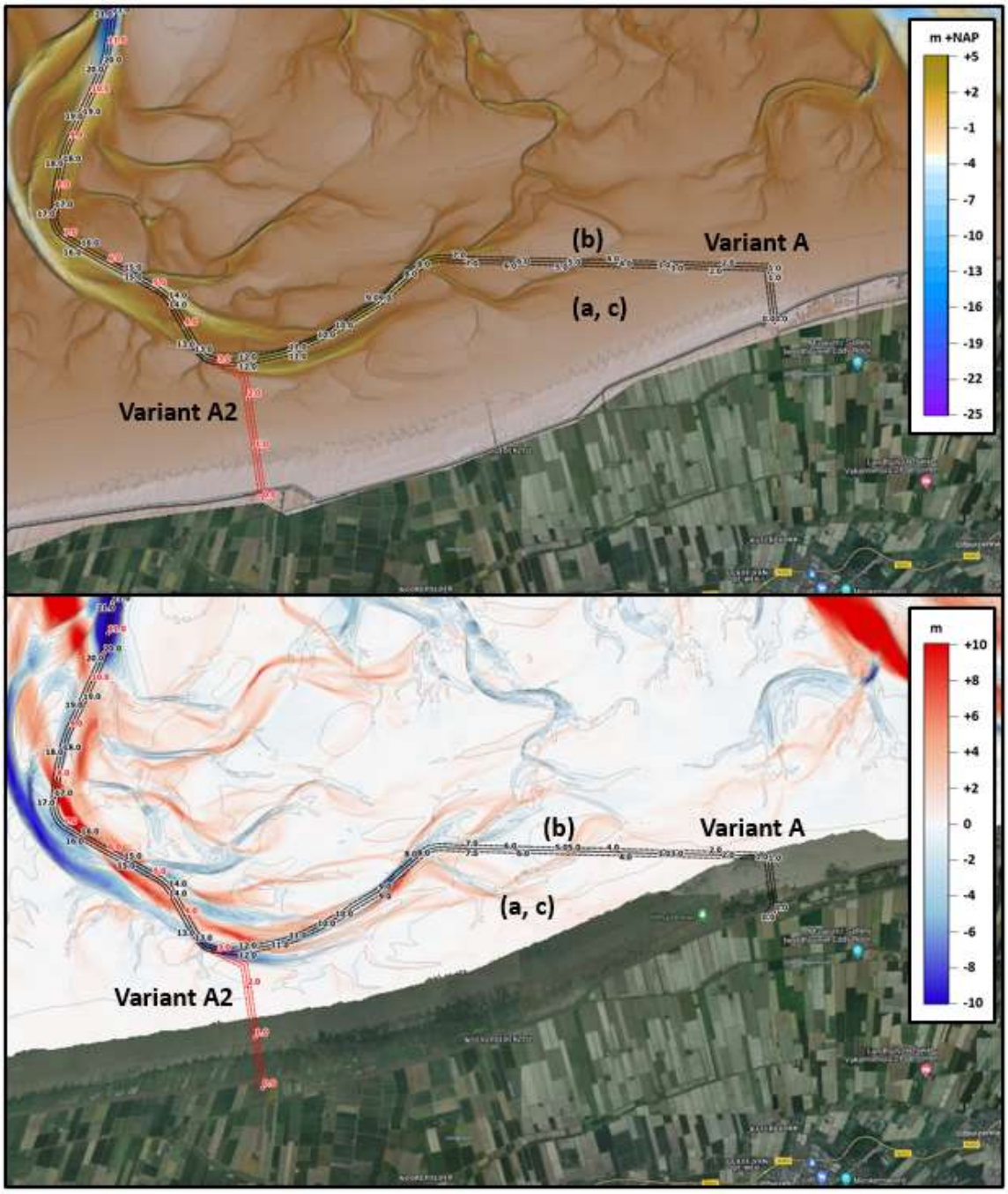


3.3.8 Deelgebied F - Variant A2 (KP 0-3,3)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a) tussen KP 0,0 en 2,2 loopt de route over het vasteland en het wad aan de vastelandszijde, waar de bodemligging relatief stabiel is;
- (b) vanaf KP 2,3 loopt het tracé richting de geul Zuidoost Lauwers en neemt de bodemdynamiek toe.

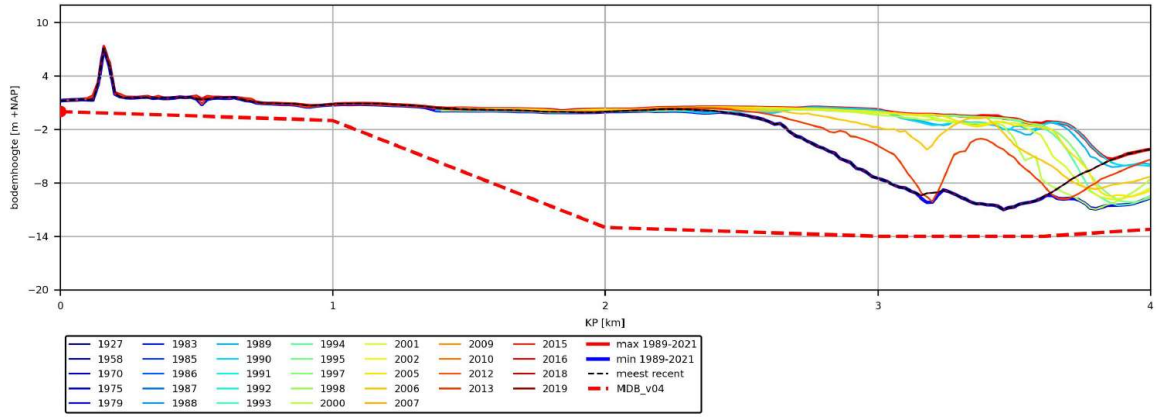
Afbeelding 3.108 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route V (variant A2) deelgebied A



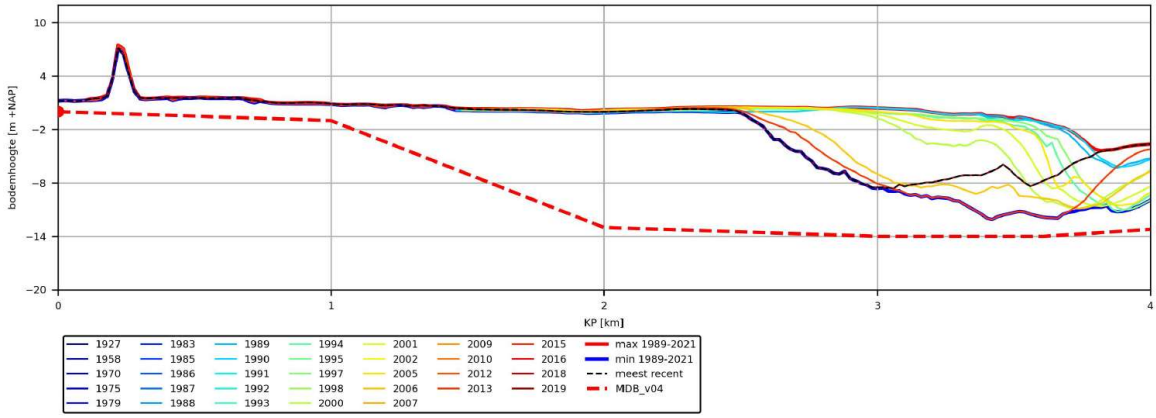
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.109 t/m Afbeelding 3.111 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route V - variant A2 binnen deelgebied A (KP 0,0 - KP 4,0). De rood gestippelde lijn geeft het morfologisch ontwerpprofiel.

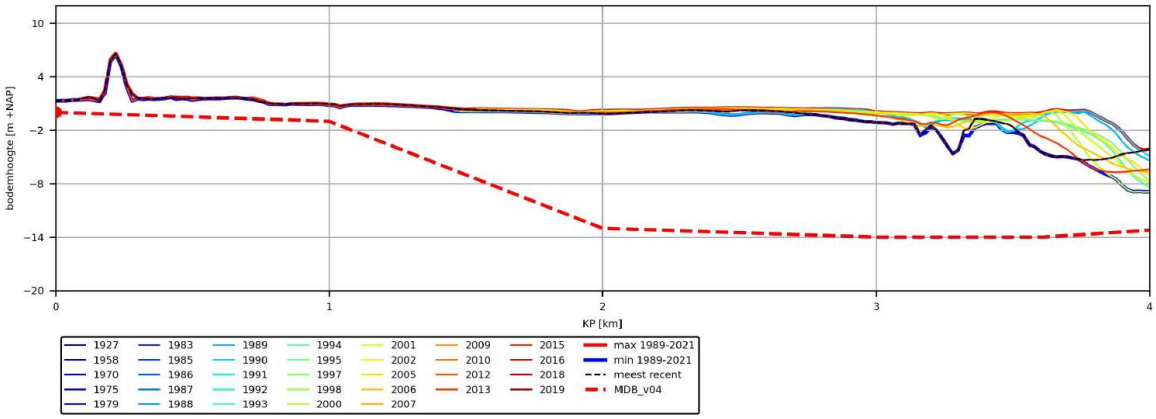
Afbeelding 3.109 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route V variant A2 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 4,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.110 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route V variant A2 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 4,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.111 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route V variant A2 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 4,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

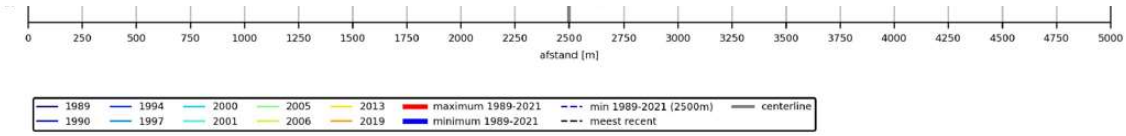


Binnen deelgebied B zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerpprofiel:

- de geul Zuidoost Lauwers migreert richting het vasteland met een gemiddelde snelheid van ongeveer 12m per jaar (Afbeelding 3.112). Over 50 jaar zou de geul ongeveer 600 m richting het vasteland kunnen migreren. Voor het bepalen van de begraafdiepte bij KP 2,0 en 3,0 is daarom rekening gehouden met maximale dieptes van Zuidoost Lauwers nabij KP 12 aan de hand van het lengteprofiel en de

dwarsprofielen van route V – variant A (zowel KP 2,0 als 3,0 liggen binnen 600 m van het diepste deel van de huidige geul);
- de zijlijnen van de corridor liggen relatief dicht bij de middenlijn (65 m) t.o.v. de ruimte waarbinnen de geulen heen en weer migreren. Het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn west en oost is daardoor in deelgebied B gelijk aan het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn.

Afbeelding 3.112



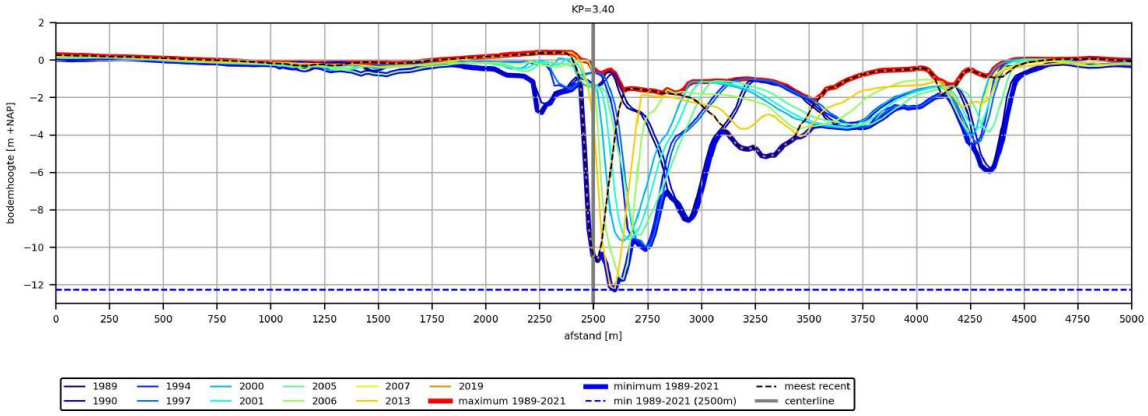
Hieronder volgt aan de hand van afbeeldingen een nadere toelichting op het morfologisch ontwerpprofiel.

Bij KP 0,0 en 1,0 loopt de route over het vasteland en de kwelderwerken en is de bodemligging stabiel. Het morfologisch ontwerpprofiel ligt op respectievelijk 0 en -1,0 m NAP. Uitgangspunt hierbij is dat het onderhoud van de kwelderwerken vergelijkbaar is met het onderhoud in de afgelopen 20 jaar.

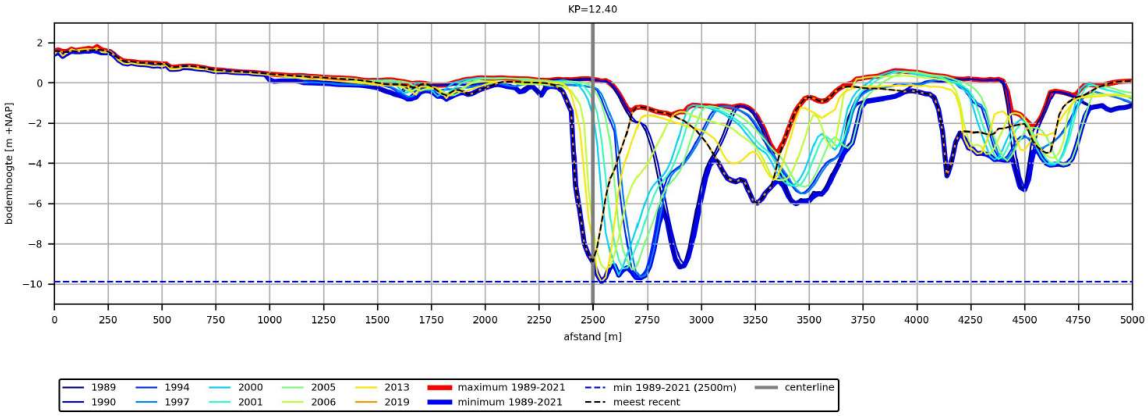
Nabij KP 2,0 heeft de bodemhoogte niet lager gelegen dan -1,0 m NAP. Echter kan het niet uitgesloten worden dat de geul Zuidoost Lauwers verder richting het land migreert waarbij sterke erosie kan optreden. Op basis van de analyse van route A rondom KP 12,0 komt het morfologisch ontwerpprofiel daarom op -12,0 m NAP. Het is lastig inschatten hoe verder geul zich hier zou kunnen insnijden, omdat de geul de afgelopen 50 jaar op een andere locatie heeft gelegen en er dus geen recente waarnemingen zijn om vanuit te gaan in de voorspelling. Daarom nemen we één meter extra buffer op en komt het morfologisch ontwerpprofiel op -13,0 m NAP.

Nabij KP 3,0 heeft de bodem in het verleden tot -12,5 m NAP gelegen (Afbeelding 3.113), maar vindt momenteel verondieping plaats. Verder zijn in het dwarsprofiel van route A KP 12,4 (op dezelfde locatie als KP 3,0 van route A2) geen lagere bodemliggingen zichtbaar (de diepte is hier in het verleden nooit dieper geweest dan -10,0 m NAP, zie Afbeelding 3.114). Met deze twee waarnemingen is de verwachting dat de geul op deze locatie zich niet dieper dan -13,0 m NAP zal gaan insnijden. Hiermee komt het morfologisch ontwerpprofiel op -13,0 m NAP.

Afbeelding 3.113 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn route V variant A2 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 3,4)



Afbeelding 3.114 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 12,4)



Aandachtspunten

- wanneer de rijshouten dammen van de kwelderwerken niet onderhouden worden zou enige erosie van de vastelandskwelder kunnen plaatsvinden. In verband met dat met een diepe HDD wordt gewerkt onder de kwelders, maakt het niet uit als enige erosie bij de vastelandskwelders plaatsvindt. Daarom is voor dit rapport de beheerinspanning nu niet verder beschouwd.

3.3.9 Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel

Routevariant A

Afbeelding 3.115 geeft het morfologische ontwerpprofiel voor route V variant A. In bijlage III is per route de diepte weergegeven van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau.

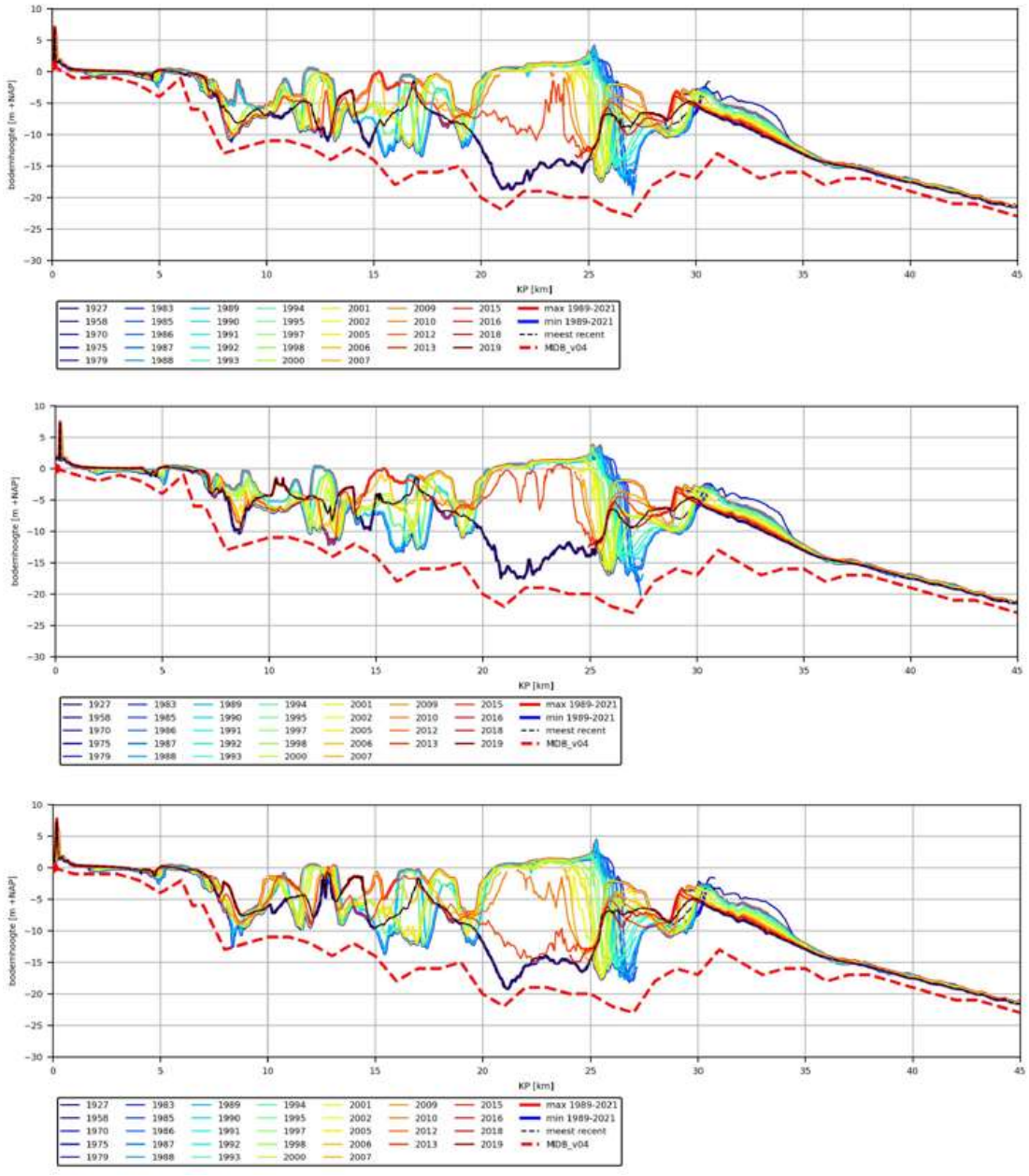
Aandachtspunten en mogelijke optimalisaties bij deze route zijn als volgt:

- wanneer de rijshouten dammen van de kwelderwerken niet onderhouden worden zou enige erosie van de vastelandskwelder kunnen plaatsvinden. I.v.m. dat met een diepe HDD wordt gewerkt onder de kwelders, maakt het niet uit als enige erosie bij de vastelandskwelders plaatsvindt. Daarom is voor dit rapport de beheerinspanning nu niet verder beschouwd. Het tracé loopt op dit moment niet overal door het diepste deel van de geul. Dit heeft geen effect op het morfologisch ontwerpprofiel, maar een optimalisatie van de begraafdiepte door kleine wijzigingen van het tracé is mogelijk;
- nabij Rottumerplaat zou de geul in de toekomst sterk kunnen gaan verdiepen omdat Rottumerplaat relatief erosieresistent is. Daarnaast is het mogelijk dat een harde laag in de ondergrond aanwezig is, wat bij ontgraven lokaal tot sterke erosie kan leiden wanneer zachtere lagen bloot komen te liggen. Om

beide redenen heeft het de voorkeur om de route iets meer aan de binnenzijde (westen) van de bocht te laten lopen in plaats van zeer dicht tegen Rottumerplaat aan (circa 500 m verplaatsing naar het westen).

- de route ligt momenteel niet op de diepste locatie in de buitendelta. Dit heeft geen effect op het morfologisch ontwerpprofiel, maar een aanpassing van het tracé kan mogelijk wel leiden tot een flink kleinere begraafdiepte;
- er kan niet worden uitgesloten dat in de komende vijftig jaar een verbinding vormt tussen het geulsysteem Spruit en het Robbengat. In bijlage II staan de mogelijke effecten hiervan beschreven. Uit de analyse in de bijlage is gebleken dat voor deze ontwikkeling geen extra diepte hoeft te worden opgenomen in het morfologisch ontwerpprofiel van route V. Het is wel aan te raden om deze ontwikkeling verder te monitoren en bij beschikbaarheid van nieuwe data te kijken in hoeverre dit effect heeft op omliggende geulen.

Afbeelding 3.115 Morfologisch ontwerpprofiel (rood gestippelde lijn) en waargenomen bodemligging langs route A door de jaren van 1927 t/m 2020. Van boven naar beneden: middenlijn, zijlijn oost en zijlijn west

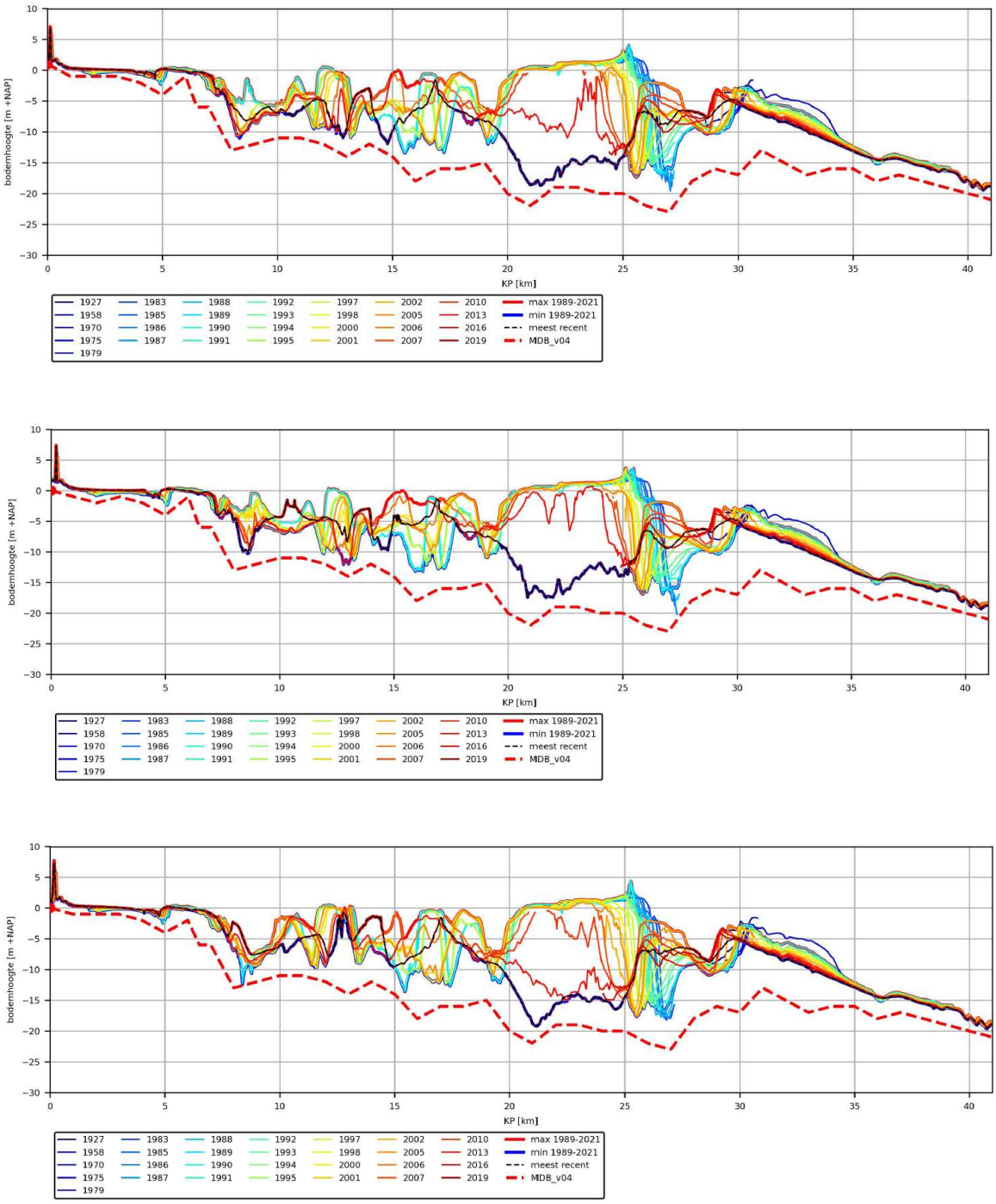


Routevariant A1

Afbeelding 3.116 geeft het morfologische ontwerpprofiel voor route V variant A1.

Aandachtspunten en mogelijke optimalisaties bij deze route zijn gelijk aan die bij variant A.

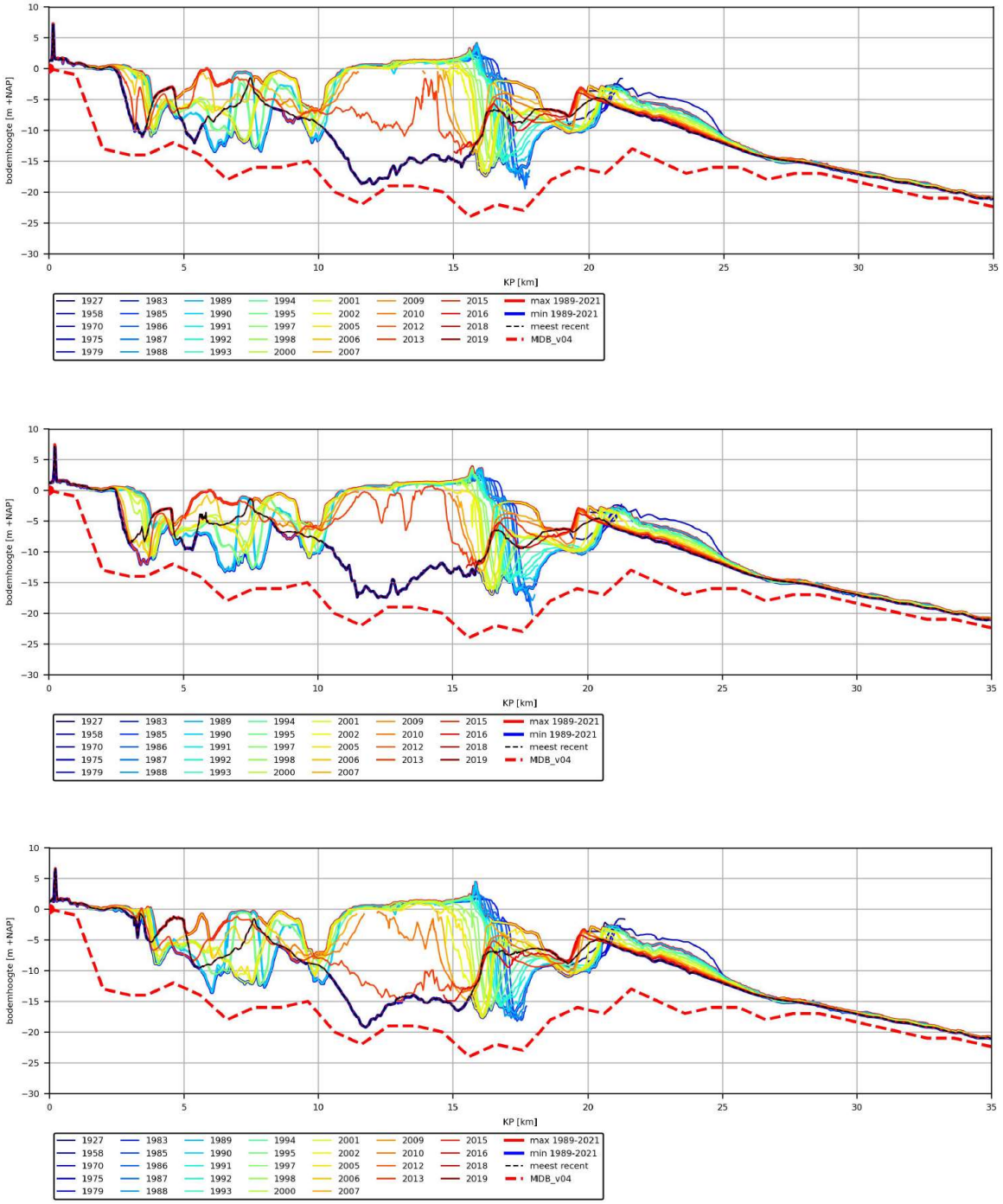
Afbeelding 3.116 Morfologisch ontwerpprofiel (rood gestippelde lijn) en waargenomen bodemligging langs route A1 door de jaren van 1927 t/m 2020. Van boven naar beneden: middenlijn, zijlijn oost en zijlijn west



Routevariant A2

Afbeelding 3.117geeft het morfologische ontwerpprofiel voor route V variant A2. Aandachtspunten en mogelijke optimalisaties bij deze route zijn gelijk aan die bij variant A.

Afbeelding 3.117 Morfologisch ontwerpprofiel (rood gestippelde lijn) en waargenomen bodemligging langs route A2 door de jaren van 1927 t/m 2020. Van boven naar beneden: middenlijn, zijlijn oost en zijlijn west



3.4 Route VII – Schiermonnikoog wantij

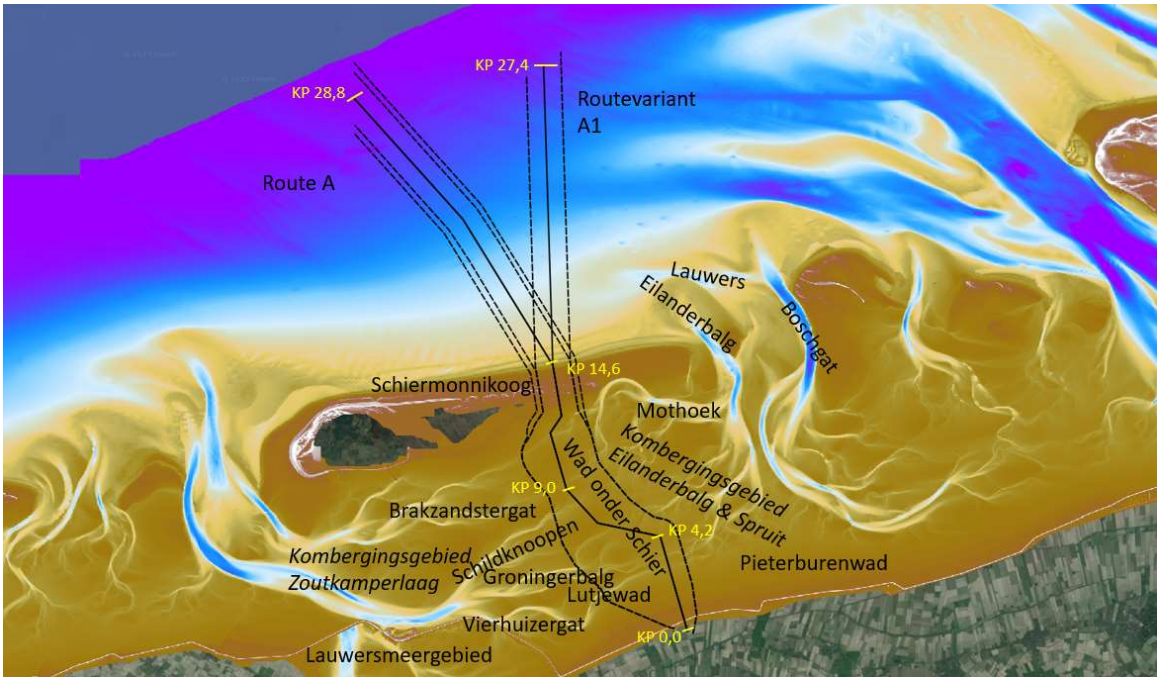
3.4.1 Routebeschrijving en indeling deelgebieden

Route VII loopt vanaf het vasteland bij Bokum over het wantij onder Schiermonnikoog, onder Schiermonnikoog door richting het platform op zee (Afbeelding 3.118). Vanaf het zeegat richting de Noordzee splitst de route zich, waarbij variant A doorloopt naar het noordwesten en variant A1 naar het

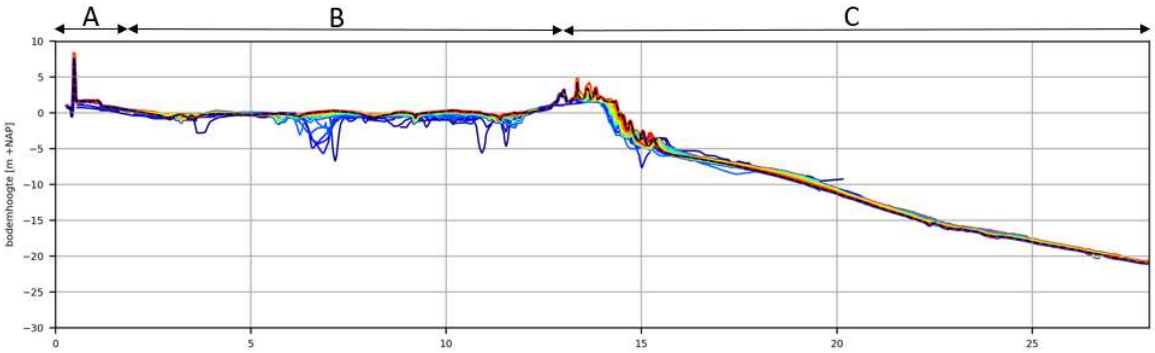
noorden. Op dit deel van route A is er ook nog onderscheid in een route met corridorbreedte 1500 m of 2000 m afhankelijk van of alleen kabels, leidingen of een combinatie van de twee wordt aangelegd.

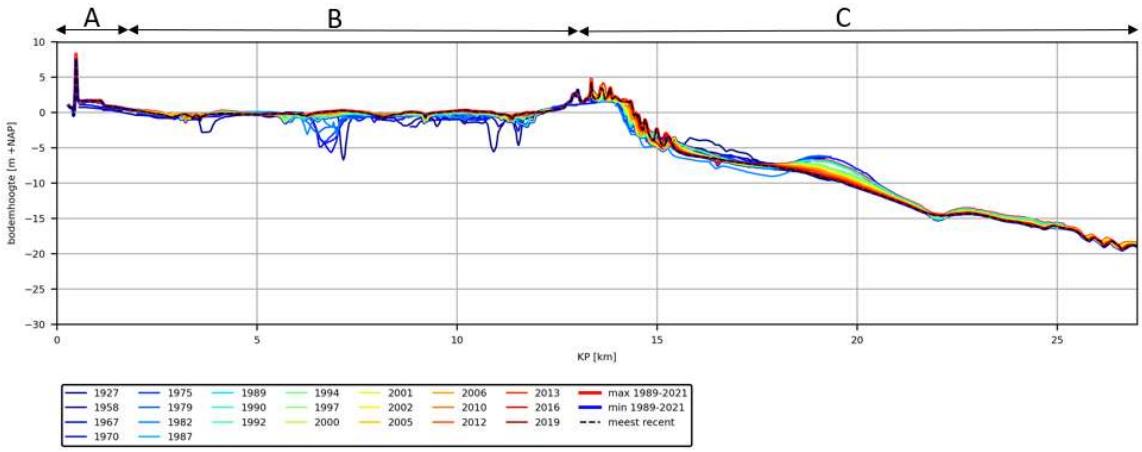
Langs de route onderscheiden we de volgende deelgebieden:
- A. het vasteland en de vastelandskwelder (KP 0-2);
- B. de wadplaten en eilandkwelder (KP 2-13);
- C. Schiermonnikoog en Noordzeezijde (KP 13-42).

Afbeelding 3.118 Bovenaanzicht en langsprofiel route VII (Schiermonnikoog wantij) incl. geulen, platen, kwelders langs route VII



Afbeelding 3.119 Waargenomen bodemligging langs route VII door de jaren van 1927 t/m 2019 (boven: route A, onder: routevariant A1)



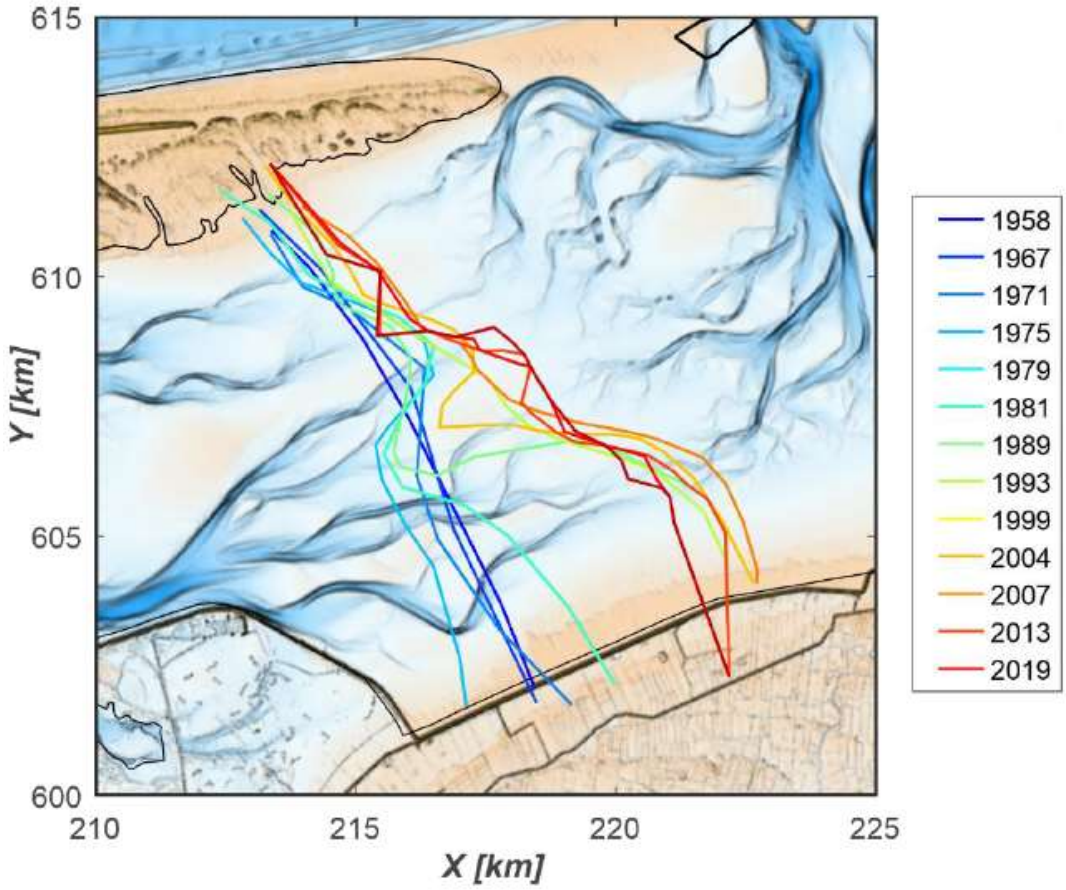


3.4.2 Grootschalige ontwikkelingen nabij de route

De route loopt over het wantij dat de kombergingsgebieden Zoutkamperlaag/Friesche Zeegat en Eilanderbalg & Spruit van elkaar scheidt. In de betreffende kombergingsstudies (Oost et al., 2020; Elias en Cleveringa, 2021) zijn een aantal grootschalige ontwikkelingen langs het tracé beschreven die van belang zijn bij het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel:

- tussen 1989 en 2020 is de eilandstaart van Schiermonnikoog zo'n 3,4 km oostwaarts uitgebouwd. De oorsprong van deze uitbouw ligt waarschijnlijk in de enorme aanvoer van zand die heeft plaatsgevonden vanaf de buitendelta van de westelijke gelegen Zoutkamperlaag, na de afsluiting van de Lauwerszee. Sinds 2015 lijkt de ligging te stabiliseren;
- tegelijkertijd met de uitbouw van de eilandstaart van Schiermonnikoog is de geul Eilanderbalg oostwaarts verplaatst. In 2014 was de Eilanderbalg zo ver oostelijk verplaatst dat in het bekken verbinding is gemaakt met de geul Spruit. In de meting van 2020 is een gezamenlijke geul gevormd met een dominante uitstroom via de Eilanderbalg en is Spruit niet langer zichtbaar als apart geulenstelsel;
- uitbochting van de geul Eilanderbalg zorgt voor sterke erosie aan de Waddenzijde van de eilandstaart van Schiermonnikoog. De breedte van het eiland is hierdoor lokaal afgenomen tot ongeveer 1 km. De uitbochting lijkt zich ook in de meer recente meetdata nog door te zetten. Er kan niet worden uitgesloten dat de eilandstaart van Schiermonnikoog in de komende 50 jaar doorbreekt waardoor een nieuwe connectie tussen Noordzee en Waddenzee ontstaat (zie e.g. De Groot et al., 2015). Als dit gebeurt dan zullen ten noorden en zuiden van deze doorbraak nieuwe geulen en platen vormen in de Noordzee en Waddenzee. Bovendien leidt dit waarschijnlijk tot een westelijke verplaatsing van (een deel van) het wantij;
- het wantij onder Schiermonnikoog heeft zich na de afsluiting van de Lauwerszee (1969) meerdere kilometers oostwaarts verplaatst (afbeelding 3.58). Sinds 2007 lijkt het wantij zich iets westelijk te verplaatsen. Dit is een gevolg van het herstel van het morfologische evenwicht van de Zoutkamperlaag. De geulen zijn daar ondieper geworden sinds de afsluiting van de Lauwerszee;
- de hoofdgeul in het kombergingsgebied Zoutkamperlaag heeft een vrij stabiele configuratie. Hierbij speelt zowel de waterbeweging als aanwezigheid van erosiebestendige lagen een rol.

Afbeelding 3.120 Schatting van de ligging van het morfologische wantij onder Schiermonnikoog op basis van de bodemhoogte tussen 1926 en 2019. De onderliggende bodem geeft de 2019 bodem weer. (Elias en Cleveringa, 2021). De afsluiting van de Lauwerszee vond plaats in 1969



3.4.3 Deelgebied A – Het vasteland en de vastelandskwelder (KP 0-2)

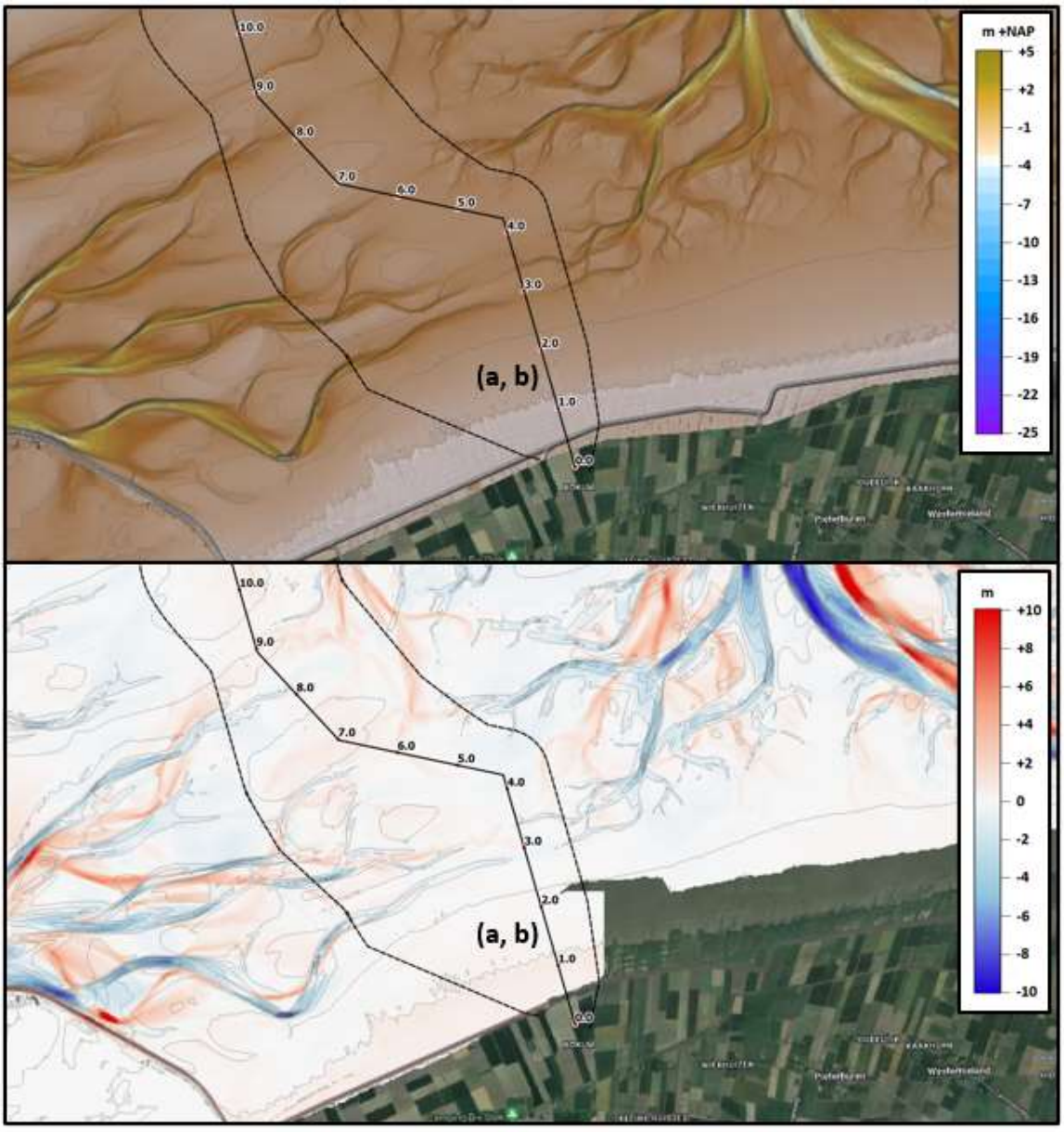
Het vasteland en de vastelandskwelder loopt van KP 0 tot KP 2,0. De route loopt hier vanaf de dijk schuin door de kwelderwerken.

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

Middenlijn en corridorlijnen:

- (a): de bodemdynamiek in dit gebied is zeer beperkt;
- (b): tussen KP 0,0 en 2,0 komen geulen voor die smaller zijn dan 80 m.

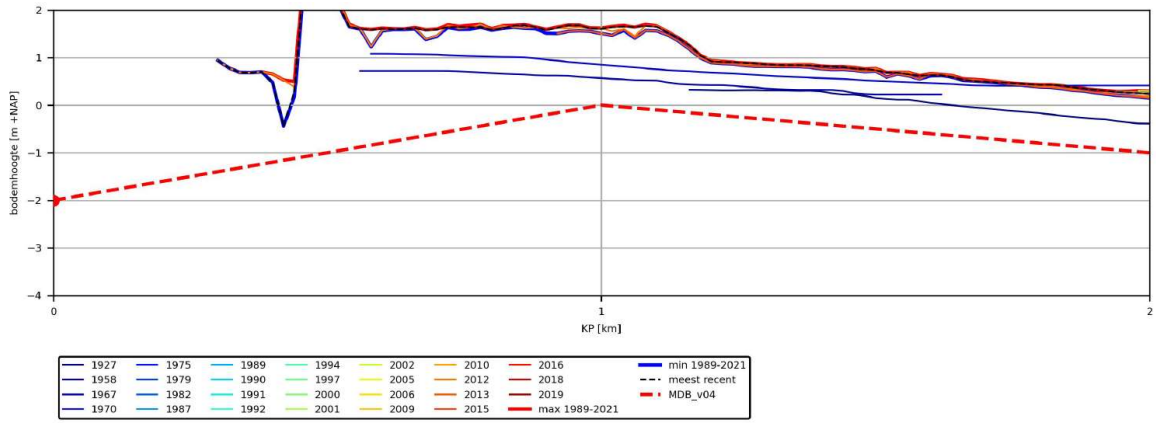
Afbeelding 3.121 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route VII deelgebied A



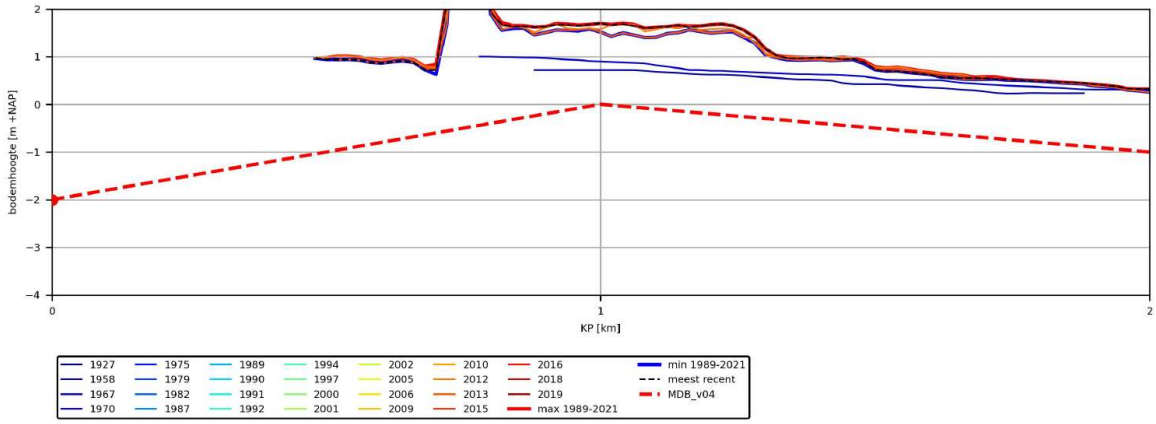
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.122 t/m Afbeelding 3.124 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route VII - variant A binnen deelgebied A (KP 0,0 - KP 2,0). De rood gestippelde lijn geeft het morfologisch ontwerpprofiel.
NB Het tracé van route A en A1 ligt in dit deelgebied op dezelfde locatie en daarmee het morfologisch ontwerpprofiel ook.

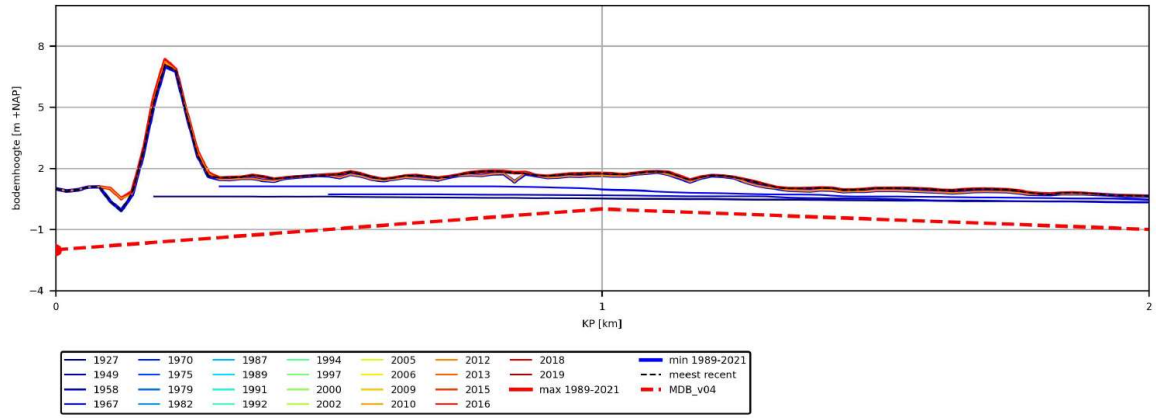
Afbeelding 3.122 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 2,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.123 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 2,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.124 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 7,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Omdat de bodemligging in het gebied over het algemeen stabiel is ligt het morfologisch ontwerpprofiel dicht tegen de huidige en minimale bodemligging aan.

De routes lopen nabij KP 0 onder een ringsloot door met een diepte van -1,35 m (Legger Waterschap Noorderzijlvest). Daarom ligt het morfologisch ontwerpprofiel hier op -2,0 m. Bij KP 1-2 lopen de routes onder de kwelderwerken door. De bodemligging is hier relatief stabiel. Het morfologisch ontwerpprofiel loopt hier onder de laagste bodemligging van na 1960. Op oude kaarten is te zien dat vóór 1960 de kwelder hier nog niet ver ontwikkeld was (bron: topotijdreis.nl). De verwachting is niet dat de lagere bodemliggingen van vóór die periode in de komende 50 jaar gaan voorkomen (mits het onderhoud van de kwelderwerken wordt doorgezet).

Aandachtspunten

- wanneer de rijshouten dammen van de kwelderwerken niet onderhouden worden zou enige erosie van de vastelandskwelder kunnen plaatsvinden. In verband met dat met een diepe HDD wordt gewerkt onder de kwelders, maakt het niet uit als enige erosie bij de vastelandskwelders plaatsvindt. Daarom is voor dit rapport de beheerinspanning nu niet verder beschouwd.

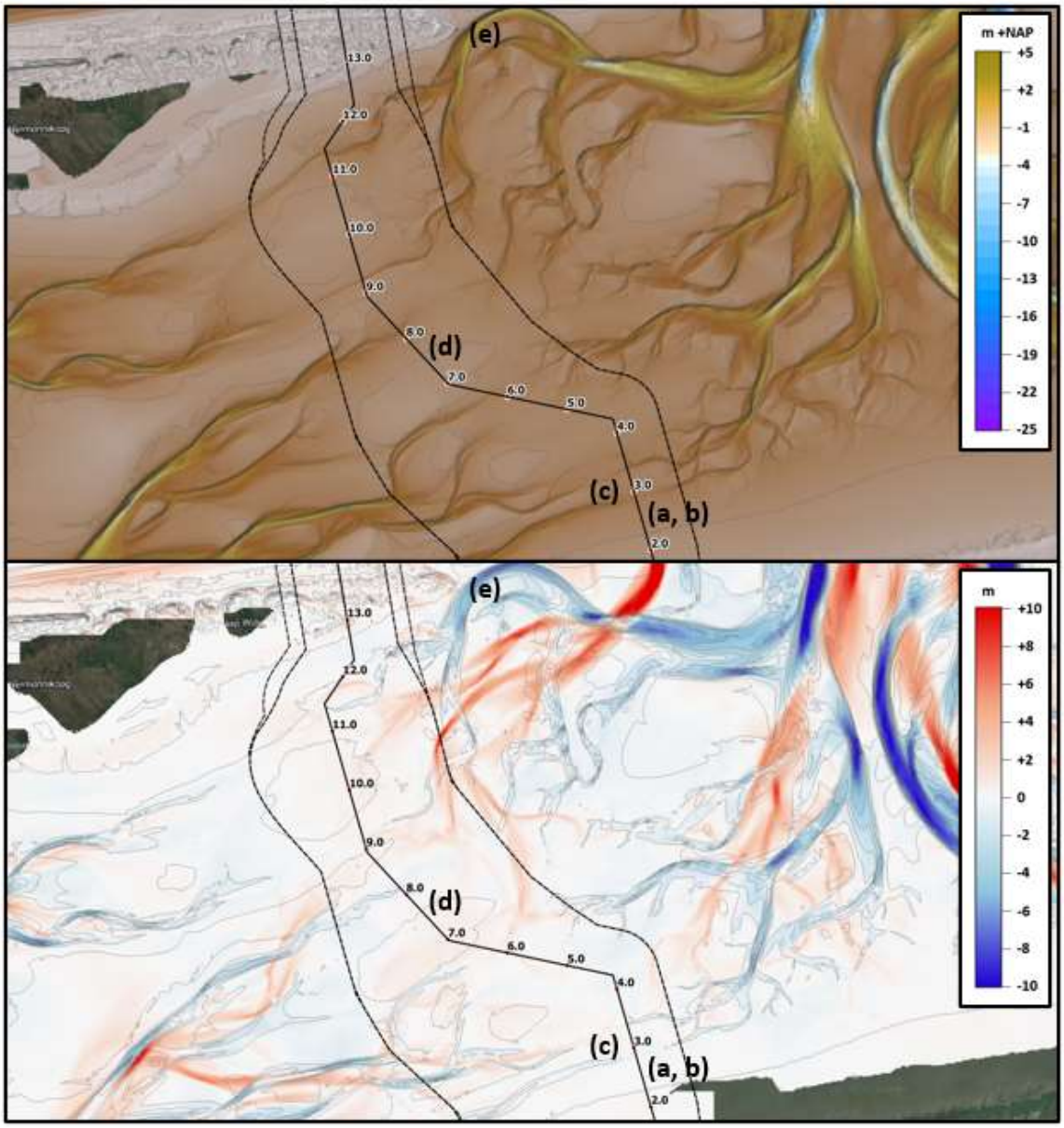
3.4.4 Deelgebied B - De wadplaten en eilandkwelder (KP 2-13)

De route loopt hier over het wantij tussen Schiermonnikoog en het vasteland.

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- de bodemhoogte neemt langzaam af vanaf de vastelandszijde richting het wad en neemt daarna weer toe richting de eilandkwelder en uiteindelijk het eiland Schiermonnikoog;
- (a): nabij het wantij is de bodemligging relatief stabiel. Iets verder van het wantij af zijn geulen aanwezig van enkele meters diep;
- na de afsluiting van de Lauwerszee is het wantij oostwaarts verplaatst (Afbeelding 3.120). Pas sinds 1989 ligt het wantij ongeveer op de locatie waar deze zich nu bevindt;
- (b): tussen KP 2,0 tot KP 2,5 is de bodemhoogte ruimtelijk homogeen en beperkt dynamisch;
- (c): bij KP 3,0 doorsnijdt de route kleine getijdegeulen;
- (d): tussen KP 5,5 en KP 12,5 doorsnijdt de route meerdere geulen. Zowel de diepte als de locatie van de geulen varieert sterk;
- (e): er kan niet worden uitgesloten dat de eilandstaart van Schiermonnikoog in de komende 50 jaar doorbreekt en er een nieuwe geul tussen Waddenzee en Noordzee ontstaat (zie e.g. De Groot et al., 2015).

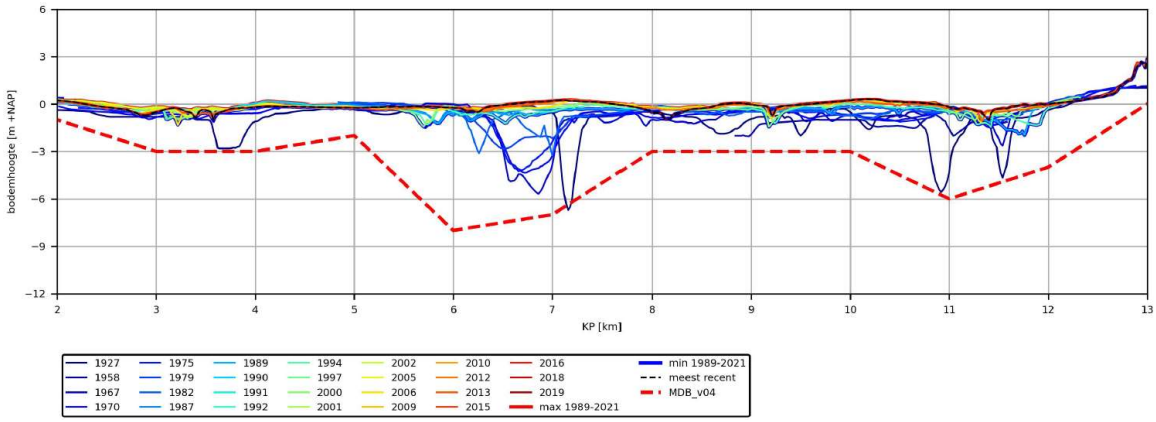
Afbeelding 3.125 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route VII deelgebied B



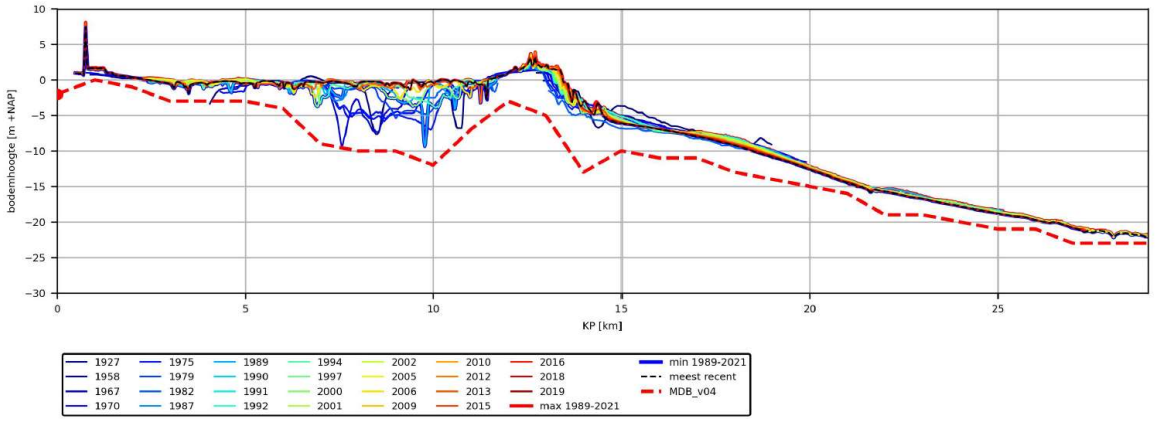
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.126 t/m Afbeelding 3.130 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route VII - variant A en A1 binnen deelgebied B (KP 2,0-13,0). De rood gestippelde lijn geeft het morfologisch ontwerpprofiel. Voor de zijlijnen is zowel de corridorlijn op een afstand van 1500 als 2000 m weergegeven. Deze lopen grotendeels hetzelfde maar wijken af vanaf KP 10. NB Het tracé van route A en A1 ligt in dit deelgebied op dezelfde locatie en daarmee het morfologisch ontwerpprofiel ook.

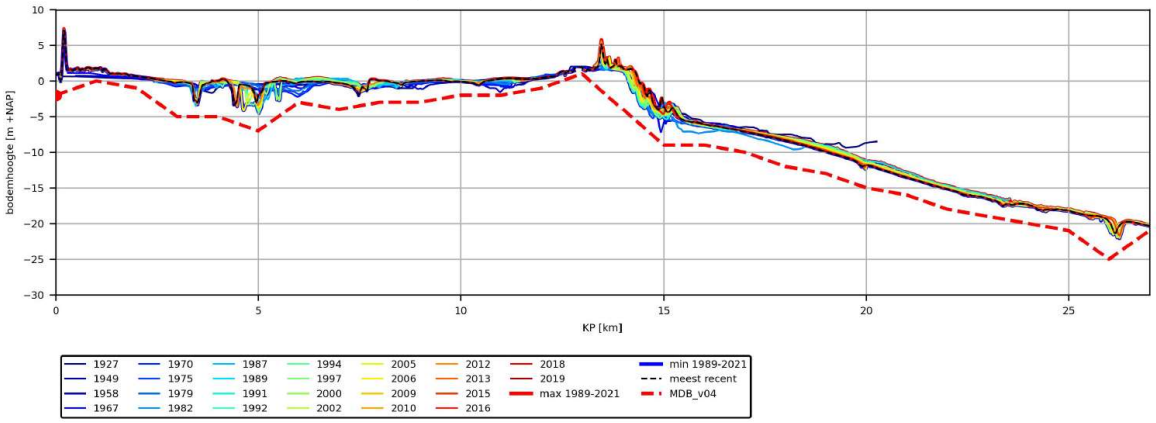
Afbeelding 3.126 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VII variant A (en A1) door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 2,0-13,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



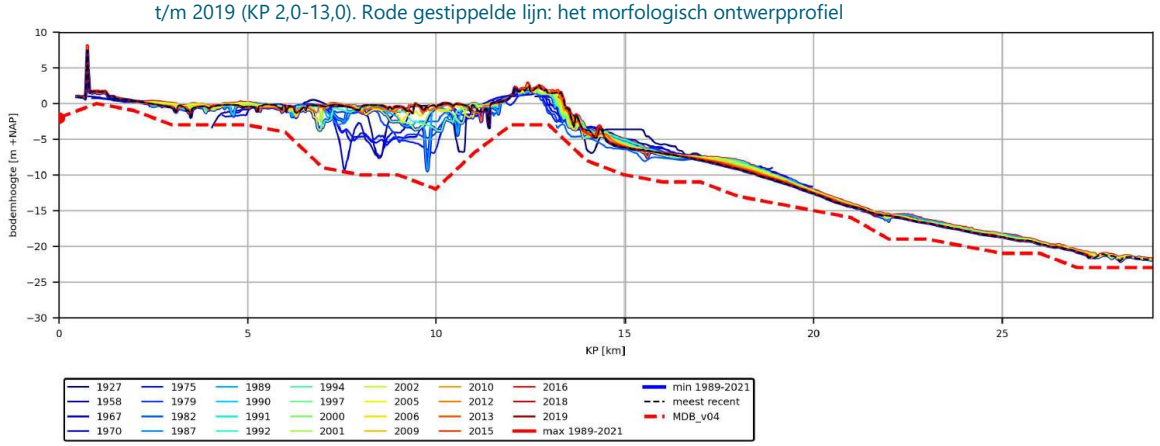
Afbeelding 3.127 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost (1500m) van route VII variant A (en A1) door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 2,0-13,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



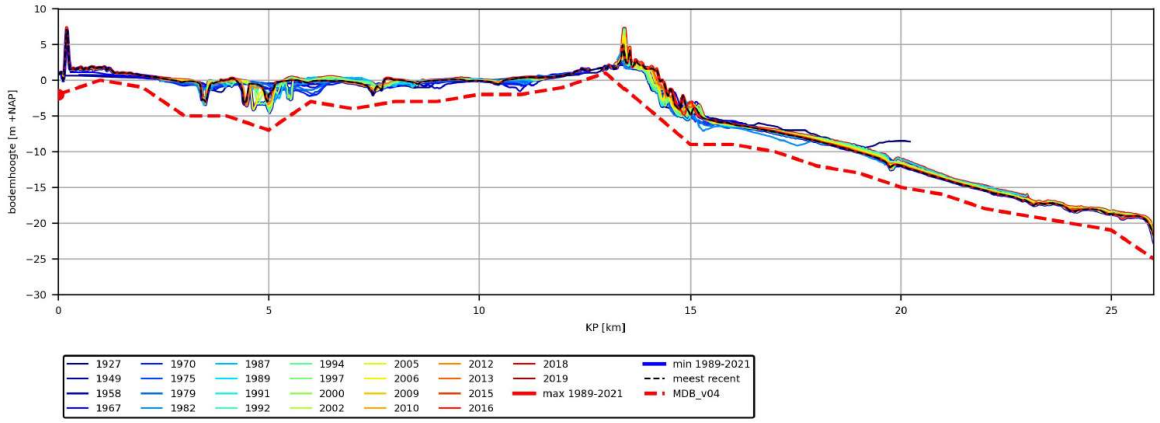
Afbeelding 3.128 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west (1500m)van route VII variant A1 (en A1) door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 7,0-13,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.129 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost (2000m) van route VII variant A (en A1) door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 2,0-13,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.130 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west (2000 m) van route VII variant A (en A1) door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 2,0-13,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Binnen deelgebied B zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerpprofiel:

- er kan niet worden uitgesloten dat de eilandstaart van Schiermonnikoog in de komende 50 jaar doorbreekt waardoor een nieuwe connectie tussen Noordzee en Waddenzee ontstaat (zie e.g. De Groot et al., 2015). Als dit gebeurt dan zullen nieuwe geulen en platen vormen in het komgebied ten zuiden van Schiermonnikoog en leidt dit waarschijnlijk tot een westelijke verplaatsing van (een deel van) het wantij. Vóór ca. 1980 lag de oostelijke punt van Schiermonnikoog ongeveer op de locatie waar nu mogelijk de doorbraak kan plaatsvinden (topotijdreis.nl). We gaan er in het morfologisch ontwerpprofiel daarom vanuit dat geuldieptes die voorkomen in de bodemliggingen van vóór 1980 representatief zijn voor wanneer de eilandstaart doorbreekt;
- in topografische kaarten (topotijdreis.nl) is zichtbaar dat het diepste deel van de Eilanderbalg in ieder geval sinds 1934 continu op dezelfde plek heeft gelegen en niet verder westwaarts heeft gelegen. Ook niet toen de eilandpunt wel verder westwaarts lag. Voor de komende 50 jaar valt het echter niet uit te sluiten dat het diepste deel van de Eilanderbalg zich verplaatst naar waar de eilandstaart mogelijk wordt doorsneden. Dit in verband met het feit dat er bij doorsnijding van de eilandstaart veel zand voor de kust van Schiermonnikoog zal komen te liggen wat oostwaarts verplaatst richting de huidige Eilanderbalg en er mogelijk voor zorgt dat deze geuldoorgang zal sedimenteren en in omvang zal afnemen;
- ondanks dat zich een diepere geul zou kunnen vormen bij de eilandstaart, dieper dan in de periode 1934-1980 het geval was, is het niet de verwachting dat de geulen in het komgebied onder Schiermonnikoog verder zullen verdiepen dan in de periode voor 1980. Dit in verband met het gegeven dat de oppervlakte van het gebied dat afwatert op de Eilanderbalg niet verandert (en het volume water dat door de geulen stroomt daarmee ook niet);

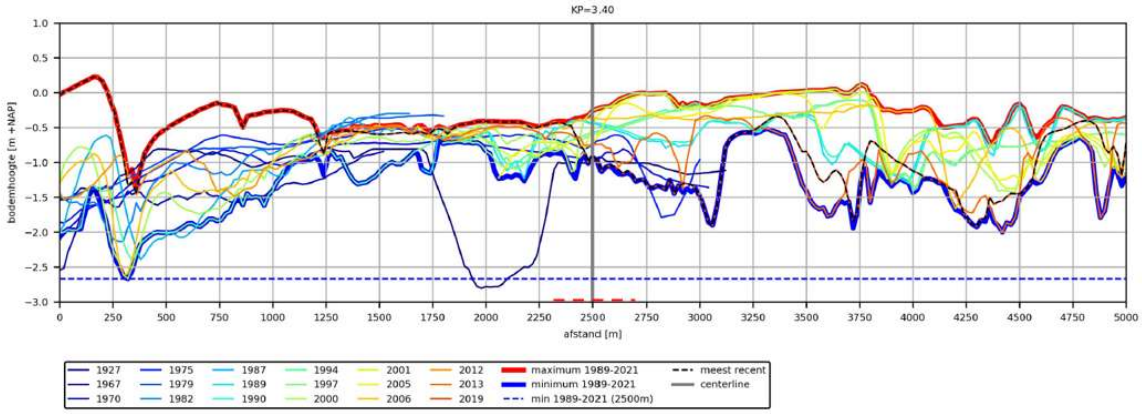
- in de komende 50 jaar kan een verbinding worden gevormd tussen de geulen Spruit en Robbengat (zie beschrijving bij route V en Bijlage IV). Als dat gebeurt dan zou het stroomgebied van de geul Zuidoost Lauwers kunnen gaat afwateren via de Eilanderbalg. Dit kan ertoe leiden dat extra erosie optreedt in het zeegat van de Eilanderbalg.

Hieronder volgt aan de hand van afbeeldingen een nadere toelichting op het morfologisch ontwerpprofiel. We starten hierbij met een toelichting op de middenlijn van variant A en benoemen daarna nog enkele opvallende punten voor de zijlijnen en route A1.

Route A/A1 - middenlijn

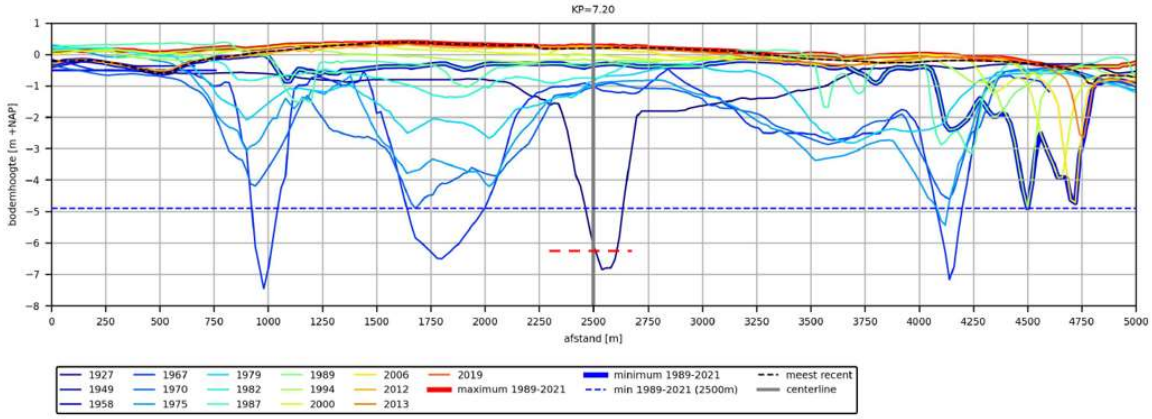
Bij KP 3,0 en 4,0 ligt het morfologisch ontwerpprofiel op -3,0 m NAP en bij KP 5,0 op -2,0 m NAP. In dit gebied is de bodemligging dynamischer en doorkruisen een aantal kleine geulen het tracé. De kans dat deze precies op het tracé dieper dan -2 m NAP insnijden is klein, maar kan niet worden uitgesloten aangezien zeer recent binnen 250 m al dieptes tot nabij -2 m NAP zijn voorgekomen (Afbeelding 3.131).

Afbeelding 3.131 Bodemligging dwars op middenlijn route VII door de tijd ter hoogte van KP 3,4. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Bij KP 6,0 ligt het morfologisch ontwerpprofiel op -8,0 m NAP en bij KP 7,0 op -7 m NAP. Op en nabij het tracé zijn hier in het verleden dieptes tot -8 m NAP (KP 6,2) en -7 m NAP (KP 7,0 en 7,2) voorgekomen, toen de eilandstaart korter was en het wantij verder naar het westen lag (zie bijv. Afbeelding 3.132). Aangezien het niet kan worden uitgesloten dat doorsnijding van het eiland zal plaatsvinden en het wantij verschuift zouden deze dieptes ter hoogte van het tracé ook kunnen optreden door (zuid)westwaartse uitbreiding van de Eilanderbalg. Ondanks de grote diepteverschillen die zichtbaar zijn uit het verleden is verder geen extra buffer opgenomen. Omdat de geulen van de Zoutkamperlaag sinds de afsluiting van de Lauwerszee in 1969 hier meer ruimte innemen is het namelijk onwaarschijnlijk dat het wantij in de komende vijftig jaar verder naar het westen zal komen te liggen dan de meest westelijke ligging tussen 1927 en nu. Daarmee zal de Eilanderbalg op deze locatie dus ook niet dieper worden dan waargenomen tussen 1927 en nu.

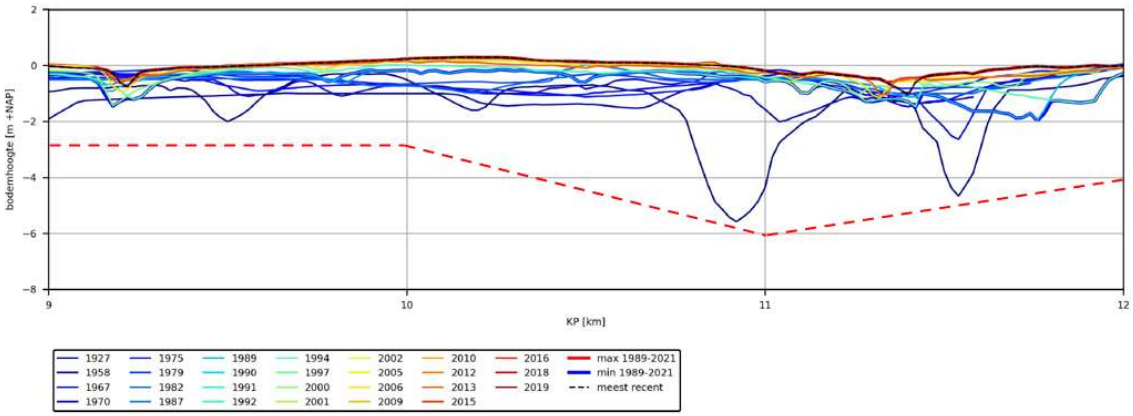
Afbeelding 3.132 Bodemligging dwars op middenlijn route VII door de tijd ter hoogte van KP 7,2. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



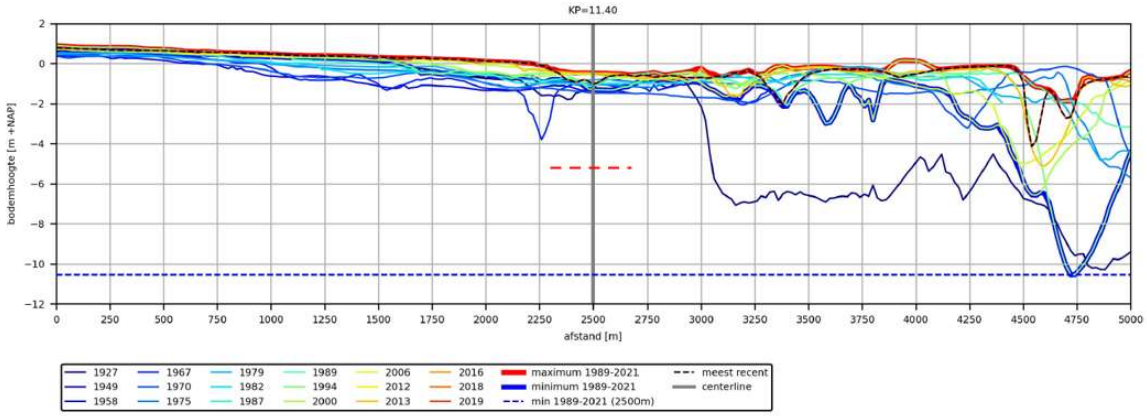
Bij KP 9-10 is het wad relatief stabiel over langere tijd en ligt het ontwerpprofiel op -3,0 m NAP.

Bij KP 11 ligt het morfologisch ontwerpprofiel op -6 m NAP. In het langsprofiel is te zien dat alleen in 1927, toen de eilandstaart korter was, insnijdingen hebben plaatsgevonden tot -6,0 m NAP (Afbeelding 3.133). Recenter zijn insnijdingen tot -4,0 m NAP zichtbaar. Binnen 2 km van het tracé zijn veel grotere dieptes voorgekomen tot -11 m NAP (Afbeelding 3.134). Het is echter niet de verwachting dat op het tracé dieptes groter dan -6,0 m NAP zullen voorkomen omdat uit het verleden zichtbaar is dat zelfs bij een kortere eilandstaart deze dieptes niet ter plaatste van het tracé voorkwamen.

Afbeelding 3.133 Bodemligging langs de middenlijn route VII door de tijd ter hoogte van KP 9,0-12,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

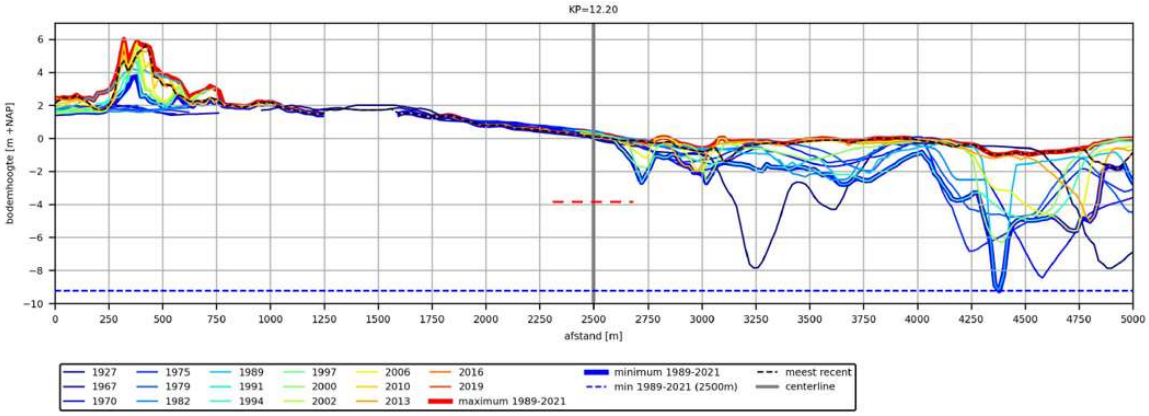


Afbeelding 3.134 Bodemligging dwars op middenlijn route VII door de tijd ter hoogte van KP 11,4. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Bij KP 12 ligt het morfologisch ontwerpprofiel op -4 m NAP. Op deze manier ligt het ontwerpprofiel onder de dieptes tot -3 m NAP die bij KP 12,2 voorgekomen binnen 250 m van het tracé (Afbeelding 3.135) en net onder de dieptes tot -5 m NAP bij KP 11,5. Het is niet de verwachting dat de geul nog dichter tegen het eiland zal aan komen te liggen, omdat dit sinds 1927 niet is voorgekomen. Dit wijst erop dat ofwel de bodemsamenstelling ofwel het verhang dichter tegen het eiland aan ongunstig is voor verdere verplaatsing van de geul. Een extra marge is daarom niet opgenomen.

Afbeelding 3.135 Bodemligging dwars op middenlijn route VII door de tijd ter hoogte van KP 12,2. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

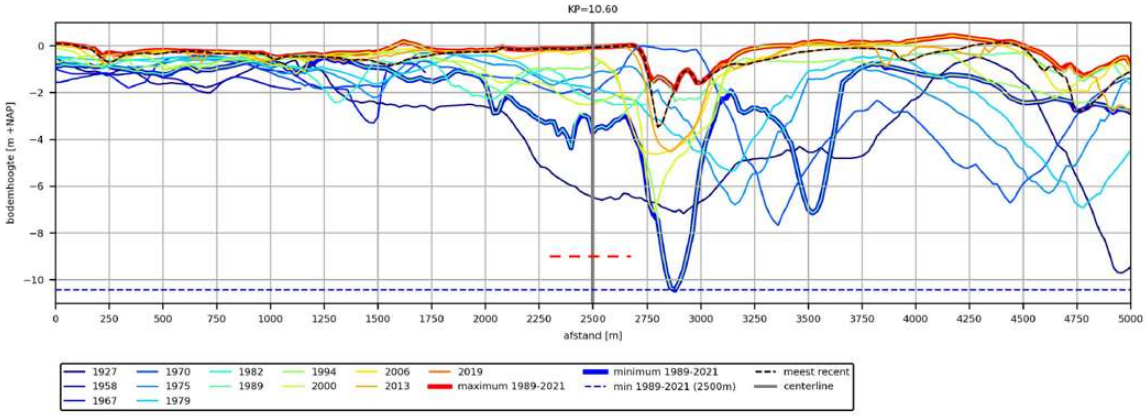


Bij KP 13 ligt het morfologisch ontwerpprofiel op 0 m NAP. Dit punt ligt midden op het begroeide deel van het eiland waar de bodemligging stabiel is. Op basis van de topografische kaarten sinds 1927 is de verwachting dat dit deel van het eiland ook bij het eventueel doorsnijden van de eilandstaart stabiel zal blijven.

Route A – zijlijn (2000 m) oost

Het morfologisch ontwerpprofiel van zijlijn oost wijkt met name af van de middenlijn bij KP 8-10. Hier ligt het ontwerpprofiel van zijlijn oost op -10 tot -12 m NAP in plaats van -3 m NAP. Hier ligt de zijlijn dichter bij het huidige eilandpunt en de locatie waar de eilandpunt in de toekomst doorsneden kan worden en zijn lagere bodemliggingen waargenomen (bijv. Afbeelding 3.136).

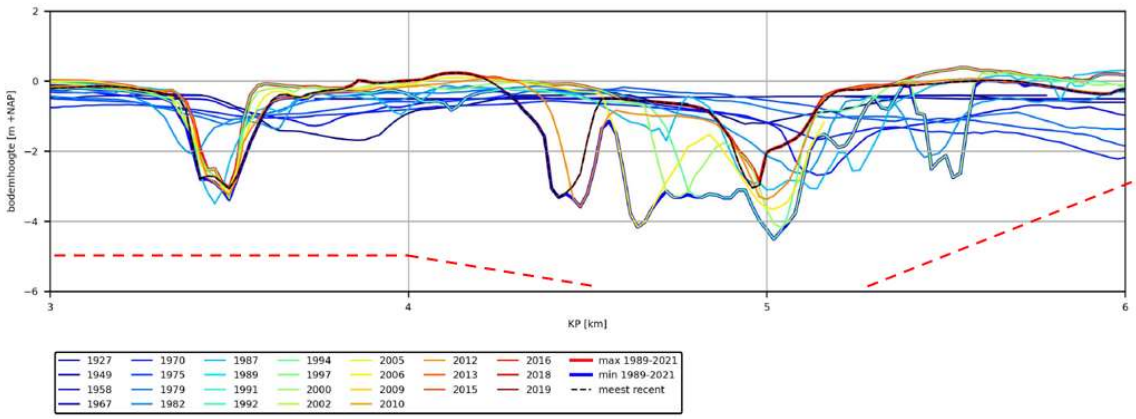
Afbeelding 3.136 Bodemligging dwars op zijlijn oost (2000 m) route VII door de tijd ter hoogte van KP 10,6. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Route A – zijlijn (2000 m) west

Het morfologisch ontwerpprofiel van zijlijn west ligt bij KP 3-5 op -5 tot -7 m NAP (2-3,5 m lager dan bij de middenlijn). Het tracé ligt hier verder bij het wantij vandaan dan bij de middenlijn waardoor grotere geuldieptes voorkomen (zie bijv. Afbeelding 3.137).

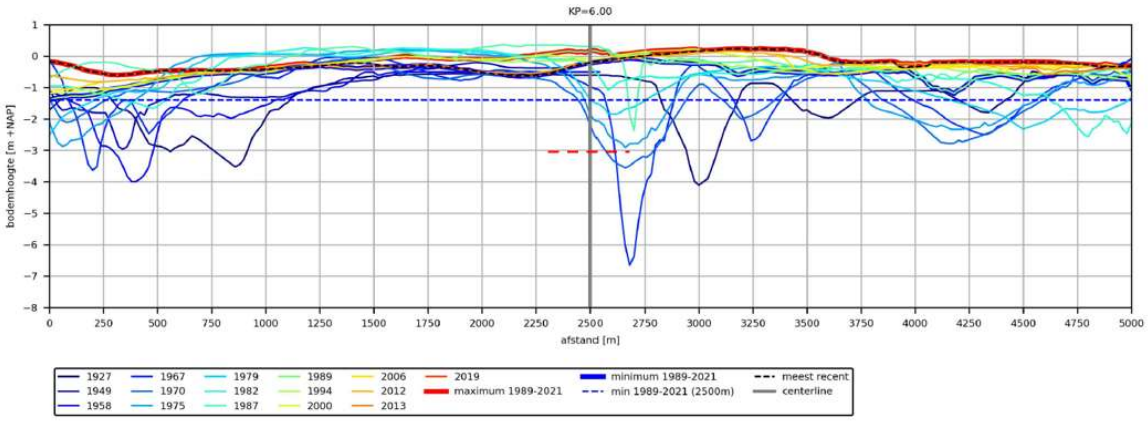
Afbeelding 3.137 Bodemligging langs zijlijn west (2000 m) route VII van KP 3,0 tot 6,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Bij KP 6-7 en KP 11 ligt het morfologisch ontwerpprofiel juist veel ondieper dan bij de middenlijn.

Bij KP 6-7 ligt het morfologisch ontwerpprofiel van zijlijn west op -3,0 / -4,0 m NAP (in plaats van -7,0/-8,0 m NAP bij middenlijn). Uit het verleden zijn diepere insnijdingen zichtbaar van de geulen die aftakken op de Zoutkamperlaag (Afbeelding 3.138). Echter, het is niet de verwachting dat dit in de komende 50 jaar nog zal optreden aangezien de ligging van deze geulen is veranderd sinds het afsluiten van de Lauwerszee.

Afbeelding 3.138 Bodemligging dwars op zijlijn west (2000 m) route VII bij KP 6,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

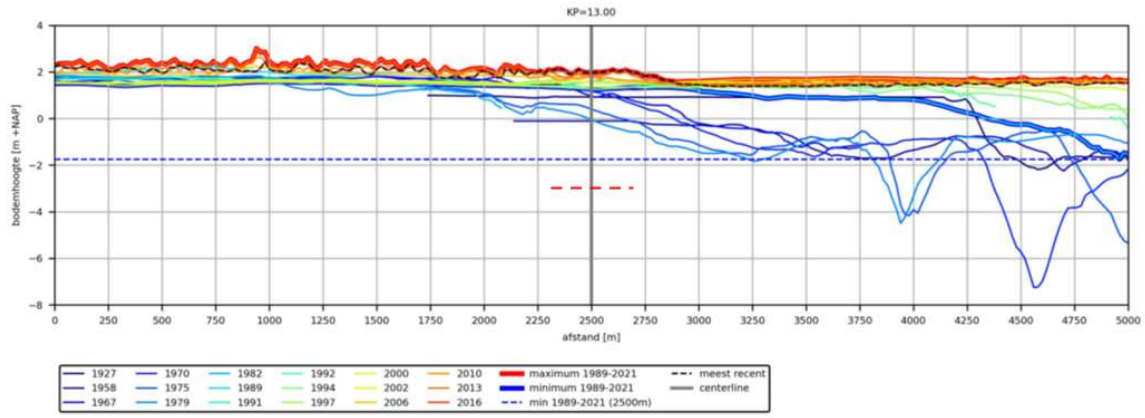


Bij KP 11 ligt het morfologisch ontwerpprofiel van zijlijn west op -2,0 m NAP i.p.v. -6,0 m NAP. Zijlijn west ligt bovendien een stuk verder bij de oostelijke punt van Schiermonnikoog en de locatie waar mogelijk de eilandstaart in de toekomst doorsneden kan worden vandaan. Ook uit het verleden zijn hier geen diepe (zij) geulen van de Eilanderbalg zichtbaar. Daarom is het de verwachting dat op dit tracé, ook bij het eventueel doorsnijden van de eilandstaart, geen heel diepe insnijding van geulen zal plaatsvinden.

Route A / A1 – zijlijnen (1500 m)

Tussen KP 10 en 13 lopen de routes van zijlijnen 1500 m anders dan die van 2000 m. Het morfologisch ontwerpprofiel is hier nog steeds grotendeels gelijk aan het morfologisch ontwerpprofiel van de 2000 m zijlijnen. Alleen bij zijlijn oost KP 13 ligt het morfologisch ontwerpprofiel op -3 m NAP in plaats van -5 m NAP omdat de diepere insnijdingen op grotere afstand voorkomen dan bij de zijlijn op 2000 m (Afbeelding 3.139).

Afbeelding 3.139 Bodemligging dwars op zijlijn oost (1500 m) route VII bij KP 13,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Aandachtspunten

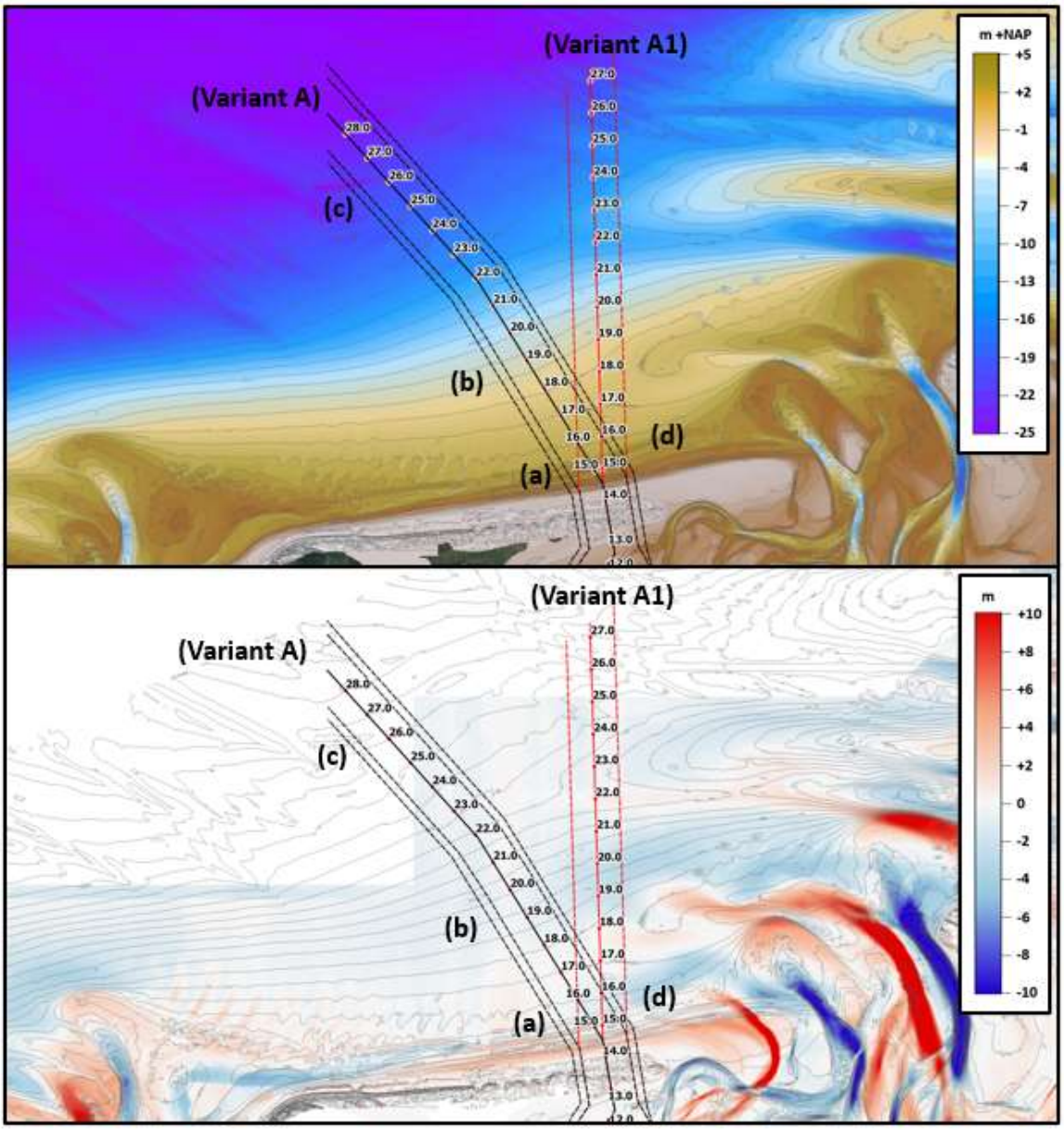
- geen aandachtspunten.

3.4.5 Deelgebied C – Schiermonnikoog en Noordzeezijde (KP 13-30)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a): tussen circa KP 14 en 16 is er veel bodemdynamiek door het verplaatsen van zandbanken;
- (b): bij het eiland en verder richting de Noordzee is de minimale bodemligging relatief stabiel;
- (c): dalende trend bodem (en lokaal stijgend);
- (d): er kan niet worden uitgesloten dat de eilandstaart van Schiermonnikoog in de komende 50 jaar doorbreekt en er een nieuwe geul tussen Waddenzee en Noordzee ontstaat (zie e.g. De Groot et al., 2015). Hierbij kan ook een buitendelta ontstaan.

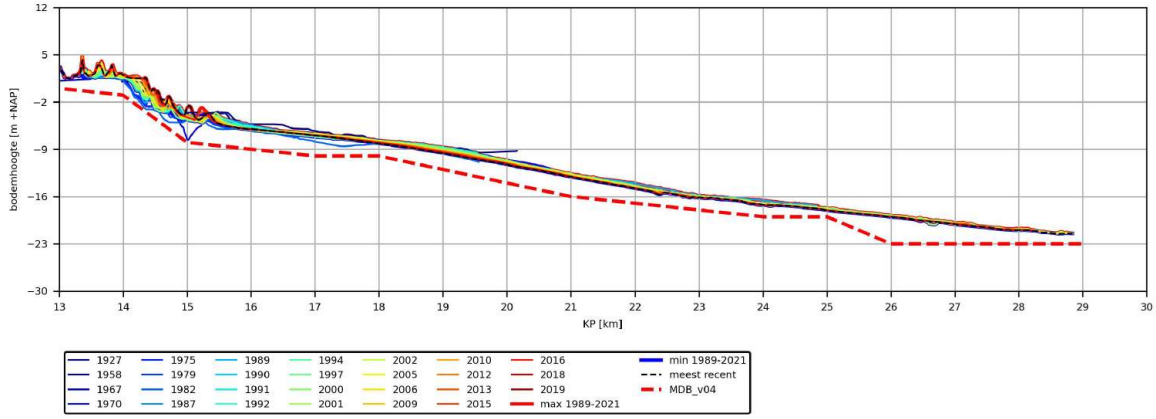
Afbeelding 3.140 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route VII, deelgebied C



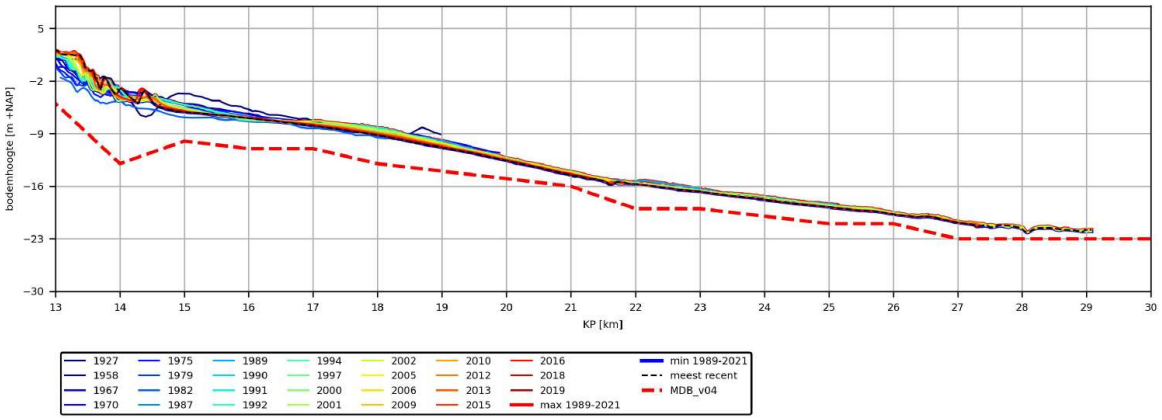
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.141 t/m Afbeelding 3.148 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route V - variant A en A1 binnen deelgebied C (KP 13,0-30,0). De rood gestippelde lijn geeft het morfologisch ontwerpprofiel. Voor de zijlijnen is zowel de corridorlijn op een afstand van 1500 als 2000 m weergegeven.

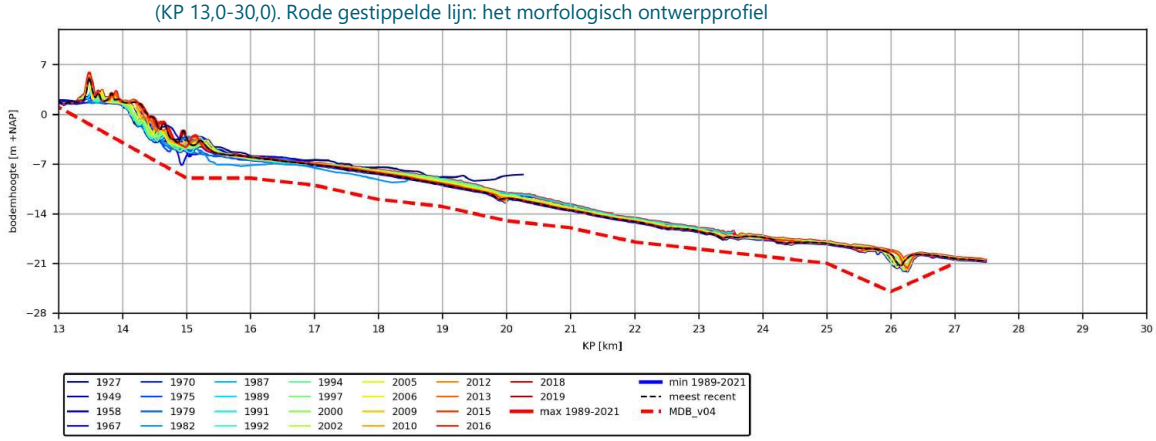
Afbeelding 3.141 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0-30,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



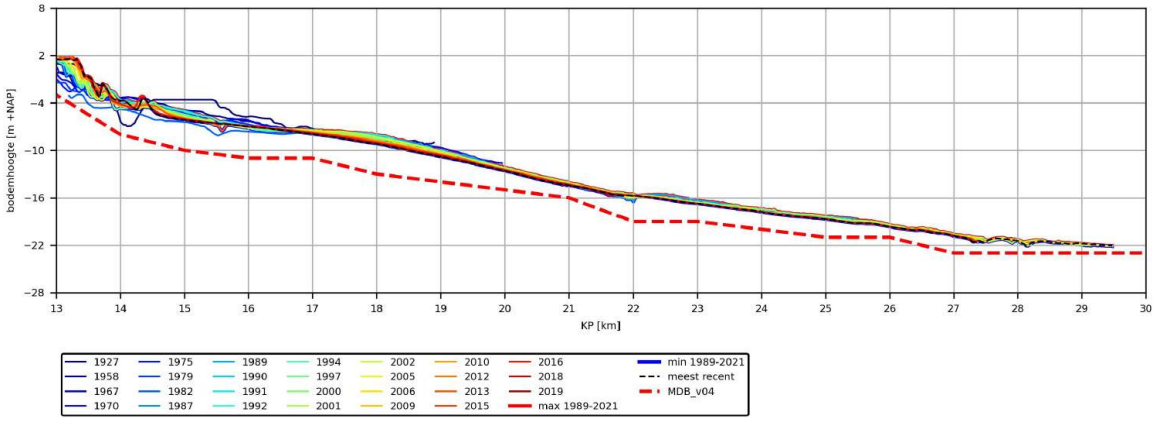
Afbeelding 3.142 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost (1500 m) van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0-30,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



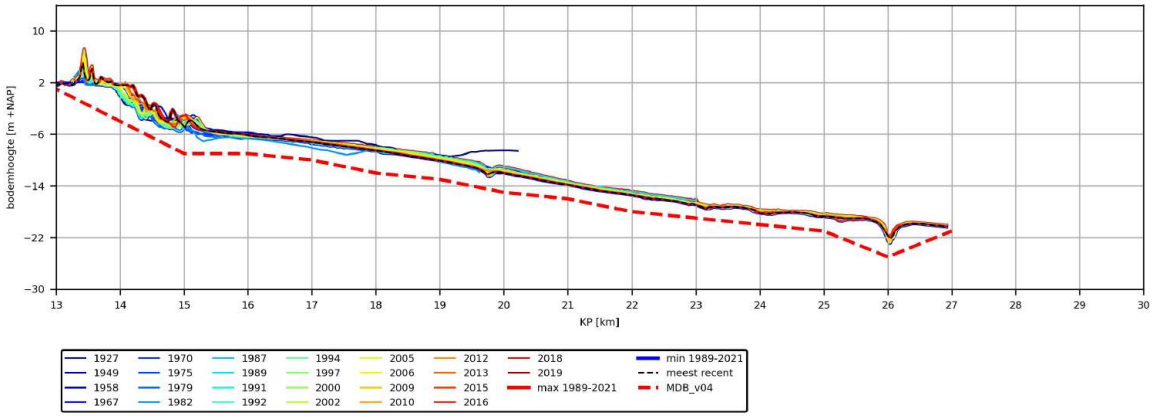
Afbeelding 3.143 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west (1500 m) van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0-30,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



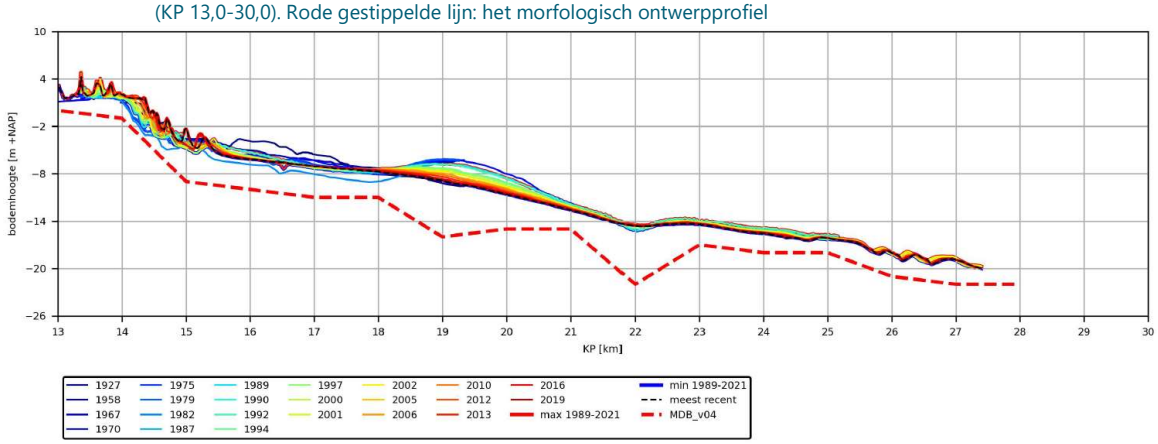
Afbeelding 3.144 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost (2000m) van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0-30,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



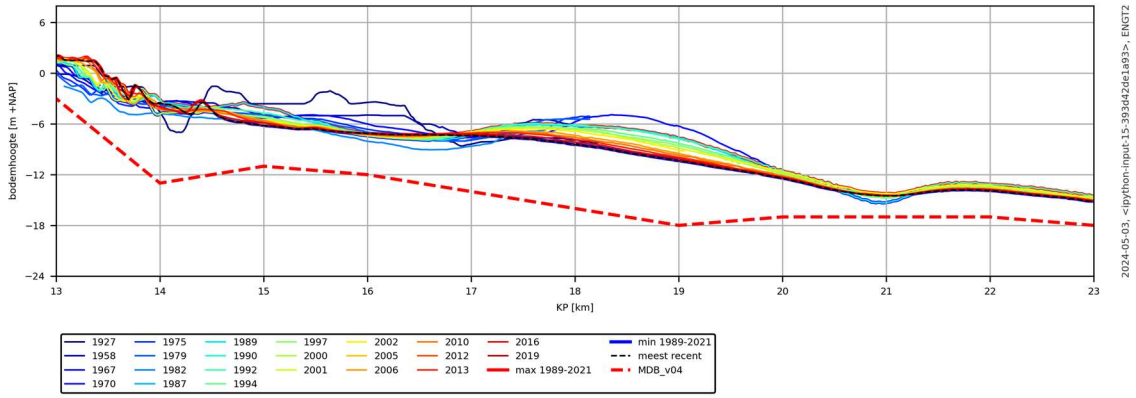
Afbeelding 3.145 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west (2000 m) van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0-30,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



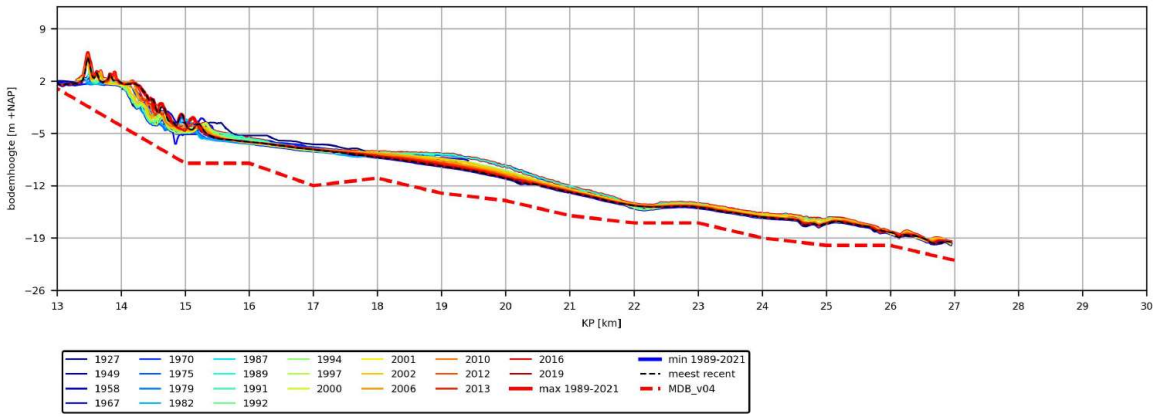
Afbeelding 3.146 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VII variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0-30,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.147 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route VII variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0-30,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.148 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route VII variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0-30,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

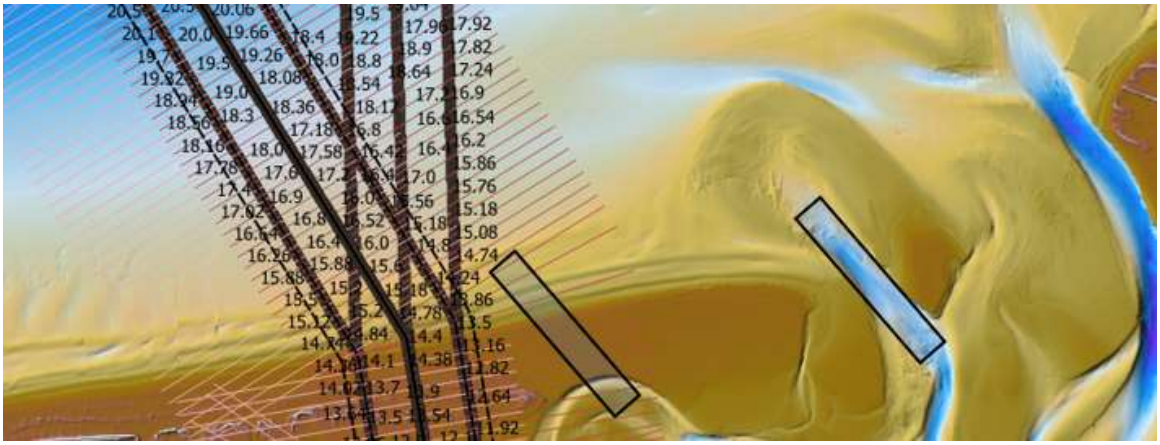


Binnen deelgebied C zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerpprofiel:

- het ondiepe kustprofiel (boven NAP -5 m) is in de afgelopen decennia sterk uitgebouwd. Het profiel werd gevoed vanuit de buitendelta van de Zoutkamperlaag als gevolg van de afsluiting van de Lauwerszee (1969). De erosie van de buitendelta van de Zoutkamperlaag en daarmee het tempo van zandaanvoer neemt naar verwachting af doordat een nieuw evenwicht ontstaat bij de buitendelta van de Zoutkamperlaag. Aangezien op de locatie van de kustkruising geen Basiskustlijn wordt onderhouden kan de kustlijn hier op termijn wat teruglopen. In het morfologisch ontwerpprofiel is daarom rekening gehouden met mogelijke erosie van de kustlijn in de komende 50 jaar;
- in de beschrijving bij deelgebied B is aangegeven dat in de komende 50 jaar de eilandstaart kan worden doorsneden. In topografische kaarten (topotijdreis.nl) is zichtbaar dat het diepste deel van de Eilanderbalg in ieder geval sinds 1934 continu op dezelfde plek heeft gelegen en niet verder westwaarts heeft gelegen. Ook niet toen de eilandpunt wel verder westwaarts lag. Voor de komende 50 jaar valt het echter niet uit te sluiten dat het diepste deel van de Eilanderbalg zich verplaatst naar waar de eilandstaart mogelijk wordt doorsneden. Dit kan niet worden uitgesloten omdat er bij doorsnijding van de eilandstaart veel zand voor de kust van Schiermonnikoog zal komen te liggen (ontstaan buitendelta). Dit zand zal zich vervolgens oostwaarts verplaatsen richting de huidige Eilanderbalg als gevolg van de getijstroming langs de Nederlandse kust. Dit kan vervolgens leiden tot (gedeeltelijke) verstopping van de huidige geuldoorgang door sterke sedimentatie. Om een inschatting te kunnen maken voor wat dit doet met de bodemligging op het tracé zijn dieptes die voorkomen bij de geul en buitendelta van de huidige eilanderbalg geprojecteerd op de locatie waar mogelijk de eilandstaart doorsneden zal worden (Afbeelding 3.149). Op basis van deze projectie is de verwachting dat extra erosie kan optreden bij zijlijn oost (2000 m) van route A en bij zijlijn oost van route A1 nabij KP 14;

- bij route V en Bijlage IV staat beschreven dat zich in de komende 50 jaar een verbinding kan vormen tussen de geulen Spruit en Robbengat. Als dat gebeurt dan zou het stroomgebied van de geul Zuidoost Lauwers kunnen gaan afwateren via de Eilanderbalg. Dit kan ertoe leiden dat extra erosie optreedt in het zeegat van de Eilanderbalg.

Afbeelding 3.149 Projectie van zeegat Eilanderbalg op de locatie waar de eilandstaart van Schiermonnikoog mogelijk zal worden doorsneden

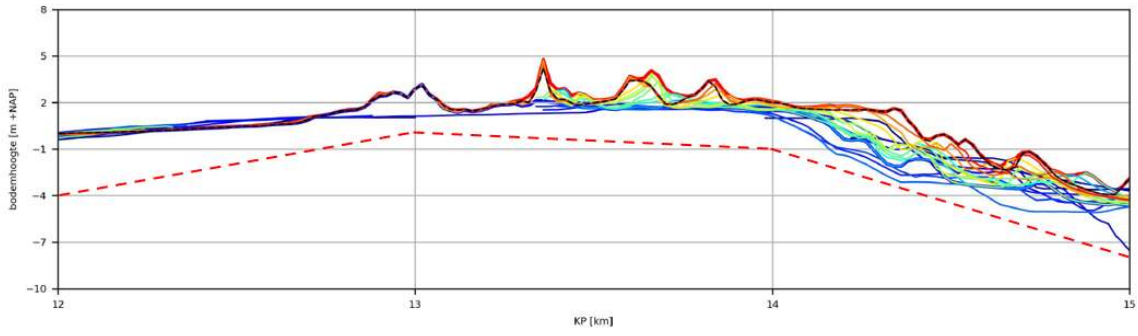


Hieronder volgt aan de hand van afbeeldingen een nadere toelichting op het morfologisch ontwerpprofiel. We starten hierbij met een toelichting op de middenlijn van variant A en benoemen daarna nog enkele opvallende punten voor de zijlijnen en route A1.

Route A – middenlijn

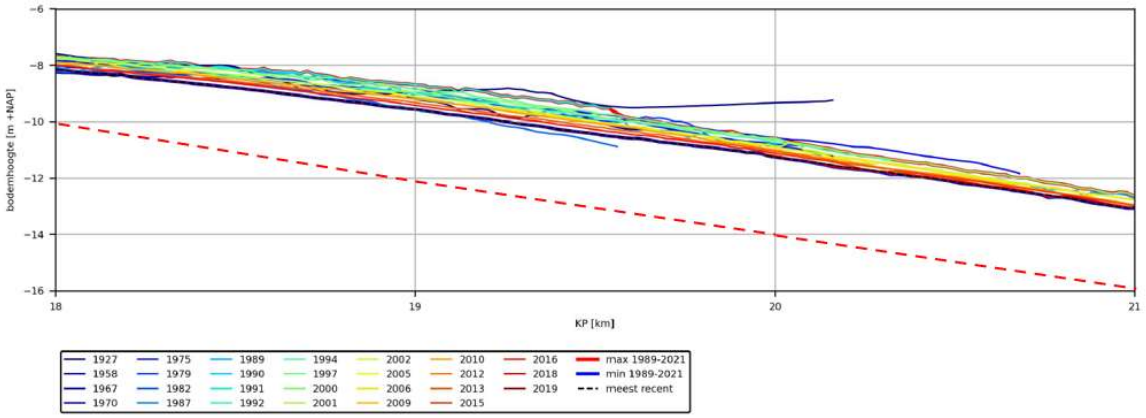
Tussen KP 14 en 16 is er een grote variatie in de bodemligging vanwege migratie van zandbanken. Daarnaast is bij KP 14,0-14,4 een sterke uitbouw van de ondiepe kust zichtbaar (Afbeelding 3.150). Het morfologisch ontwerpprofiel loopt hier van -1,0 m NAP naar -8,0/-9,0 m NAP. Op deze manier wordt rekening gehouden met het mogelijk eroderen van de kust ten gevolge van een verminderde aanvoer van zand vanuit de buitendelta van de Zoutkamperlaag in de toekomst.

Afbeelding 3.150 Bodemligging langs middenlijn route VII A door de tijd ter hoogte van KP 12,0-14,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Van KP 16 tot KP 29 loopt de kust geleidelijk naar beneden af. Er is over het algemeen een dalende trend in de bodemligging zichtbaar, waarvan de snelheid over het algemeen afneemt verder van het eiland af (Afbeelding 3.151). Gezien de snelheid van de verdieping is dit naar verwachting het gevolg van kusterosie. Voor het morfologisch ontwerpprofiel is per locatie de trend van daling ingeschat en is ervan uit gegaan dat deze zich in de komende 50 jaar voortzet.

Afbeelding 3.151 Bodemligging langs middenlijn route VII A door de tijd ter hoogte van KP 18,0-21,0. De bodemligging toont een dalende trend van circa 1m over 30 jaar. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Route A – zijlijnen (1500/2000 m)

Het morfologisch ontwerpprofiel van de zijlijnen is bepaald op een vergelijkbare manier als die van de middenlijn. Bij zijlijn oost 2000 m is rekening gehouden met mogelijk extra erosie als de eilandstaart doorsneden wordt. Om een inschatting te kunnen maken van de mogelijke diepteligging zijn de dieptes ter plaatste van de buitendelta van de Eilanderbalg geprojecteerd op de locatie waar de eilandstaart mogelijk doorsneden wordt (Afbeelding 3.149). Bij de Eilanderbalg zijn momenteel dieptes tot -12 m NAP ter hoogte van KP 14. In verband met de grote dynamiek en onzekerheid is daar nog 1 m marge bij opgeteld. Daarmee ligt het morfologisch ontwerpprofiel op -13,0 m NAP.

Route A1 – middenlijn

Het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn van route A1 is bepaald op een vergelijkbare manier als die van de middenlijn van route A. Doordat route A1 dichter langs de buitendelta van de Eilanderbalg loopt is er meer variatie zichtbaar in de ligging van het morfologisch ontwerpprofiel. Voor het morfologisch ontwerpprofiel is aangenomen dat dalende trends in de bodemligging over de afgelopen 30 jaar zich in de komende 50 jaar zullen voortzetten.

Route A1 – zijlijnen (1500 m)

Het morfologisch ontwerpprofiel van de zijlijnen van route A1 is bepaald op een vergelijkbare manier als die van de middenlijn. Bij zijlijn oost is rekening gehouden met mogelijk extra erosie als de eilandstaart doorsneden wordt. Om een inschatting te kunnen maken van de mogelijke diepteligging zijn de dieptes ter plaatste van de buitendelta van de Eilanderbalg geprojecteerd op de locatie waar de eilandstaart mogelijk doorsneden wordt (Afbeelding 3.149). Bij de Eilanderbalg zijn momenteel dieptes tot -12 m NAP ter hoogte van KP 14. In verband met de grote dynamiek en onzekerheid is daar nog 1 m marge bij opgeteld. Daarmee ligt het morfologisch ontwerpprofiel op -13,0 m NAP.

Aandachtspunten

Van nature erodeert de eilandkust. Een groot deel van de kust wordt echter onderhouden met suppleties. Bij route VII ligt geen van de tracés in het gebied waar de Basiskustlijn actief wordt onderhouden. Echter draagt het onderhoud ten westen van route VII indirect wel bij aan de ontwikkeling van de kustlijn omdat het sedimenttransport langs de Noordzeekust in noordwestelijke richting plaatsvindt. Uitgangspunt voor het ontwerpprofiel is daarom dat de huidige suppletiestrategie gehandhaafd wordt.

3.4.6 Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel

Routevariant A

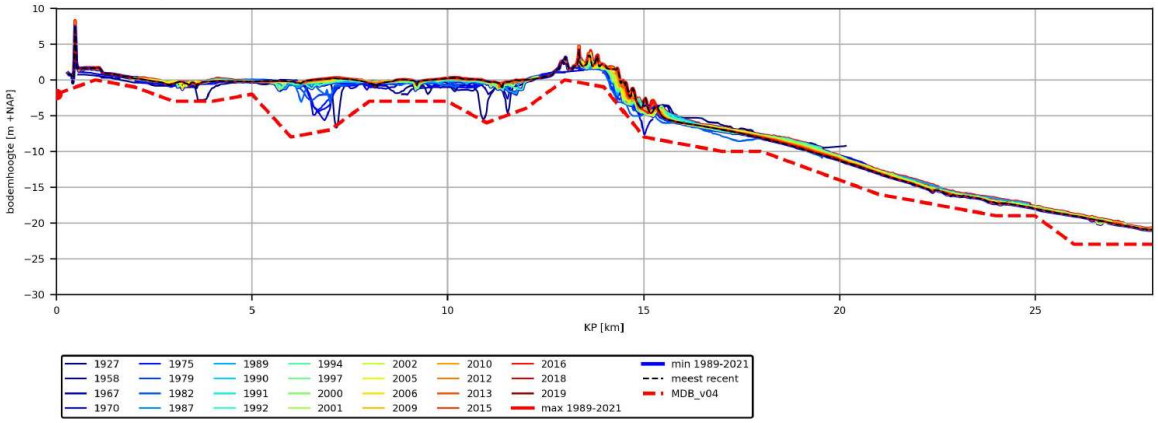
In Afbeelding 3.152 t/m Afbeelding 3.156 is het morfologisch ontwerpprofiel weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijnen en westelijke zijlijnen van route VII - variant A. Voor de zijlijnen is zowel de corridorlijn op een afstand van 1500 als 2000 m weergegeven. Deze lopen grotendeels hetzelfde maar

wijken af vanaf KP 10. In bijlage III is per route de diepte weergegeven van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau.

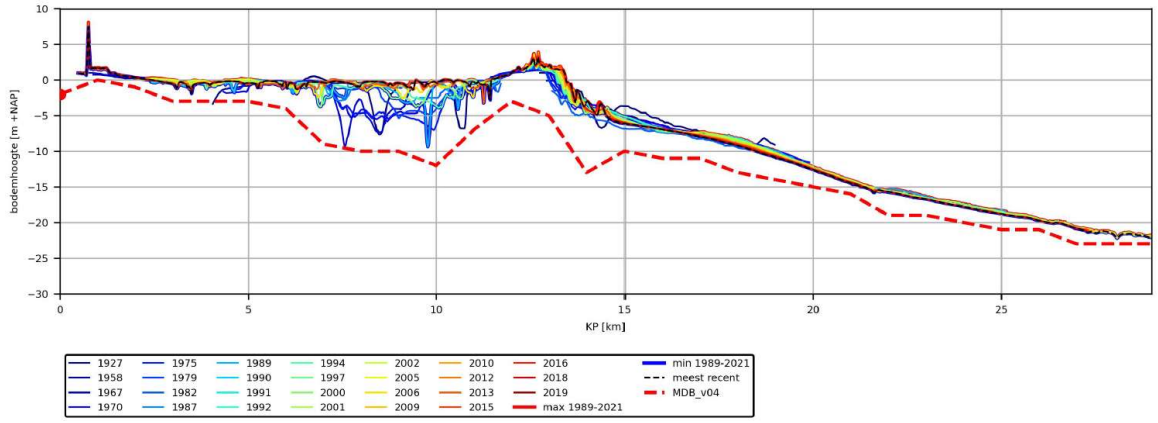
Aandachtspunten en mogelijke optimalisaties bij deze route zijn als volgt:

- wanneer de rijshouten dammen van de kwelderwerken niet onderhouden worden zou enige erosie van de vastelandskwelder kunnen plaatsvinden. I.v.m. dat met een diepe HDD wordt gewerkt onder de kwelders, maakt het niet uit als enige erosie bij de vastelandskwelders plaatsvindt. Daarom is voor dit rapport de beheerinspanning nu niet verder beschouwd;
- van nature erodeert de eilandkust. Bij route VII ligt geen van de tracés in het gebied waar de Basiskustlijn actief wordt onderhouden. Echter kan onderhoud ten westen van route VII indirect wel bijdragen aan de ontwikkeling van de kustlijn het tracé omdat sedimenttransport langs de Noordzeekust in noordwestelijke richting plaatsvindt. Uitgangspunt voor het ontwerpprofiel is daarom dat de huidige suppletiestrategie gehandhaafd wordt.

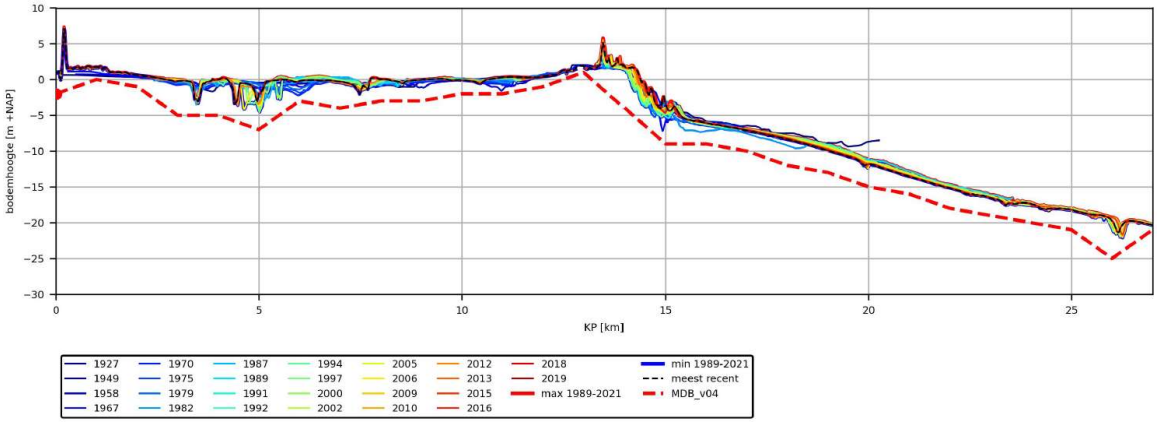
Afbeelding 3.152 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



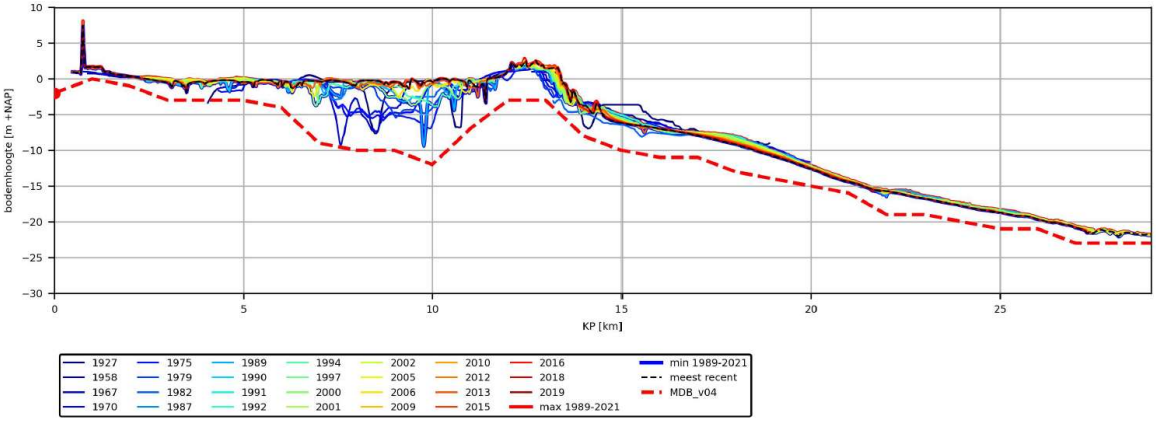
Afbeelding 3.153 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route VII variant A (1500m) door de jaren van 1927 t/m 2019. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



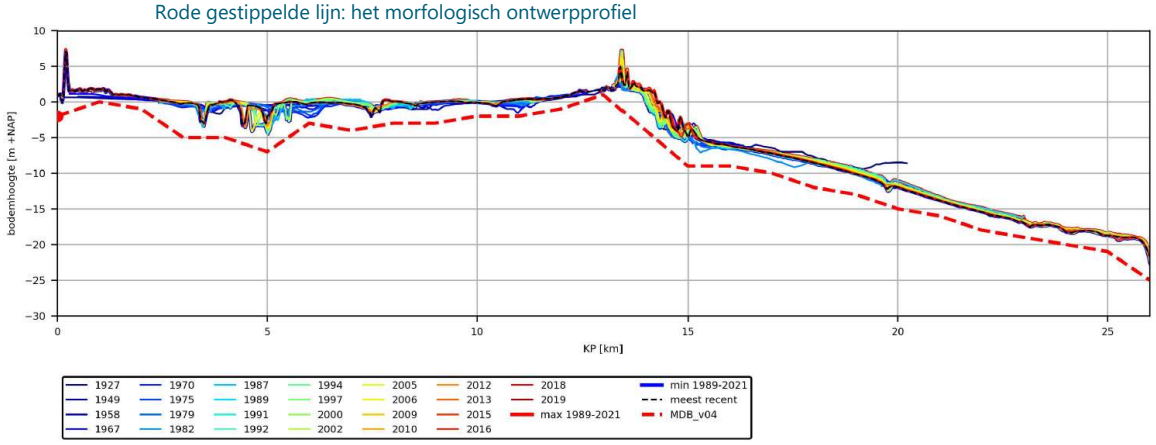
Afbeelding 3.154 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route VII variant A (1500m) door de jaren van 1927 t/m 2019.
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.155 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost (2000 m) van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019.
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.156 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west (2000 m) van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019.
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

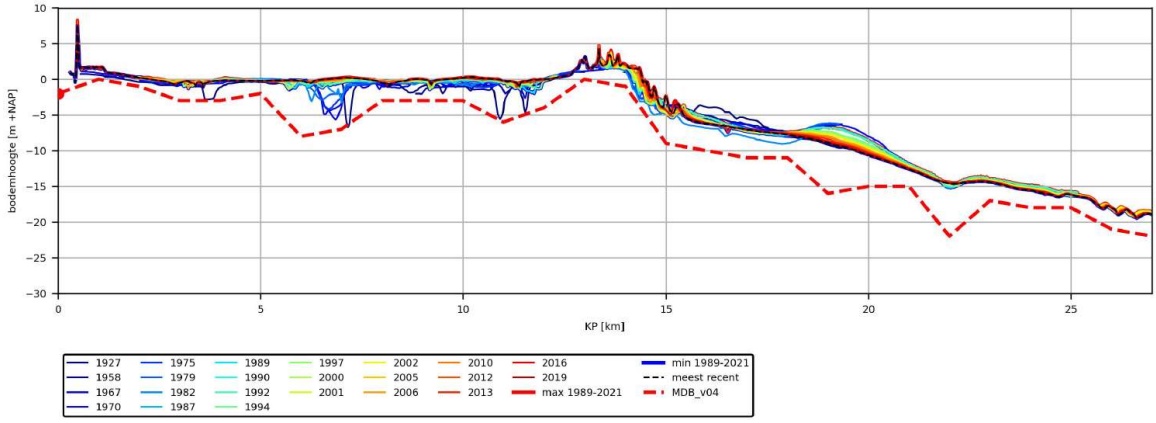


Routevariant A1

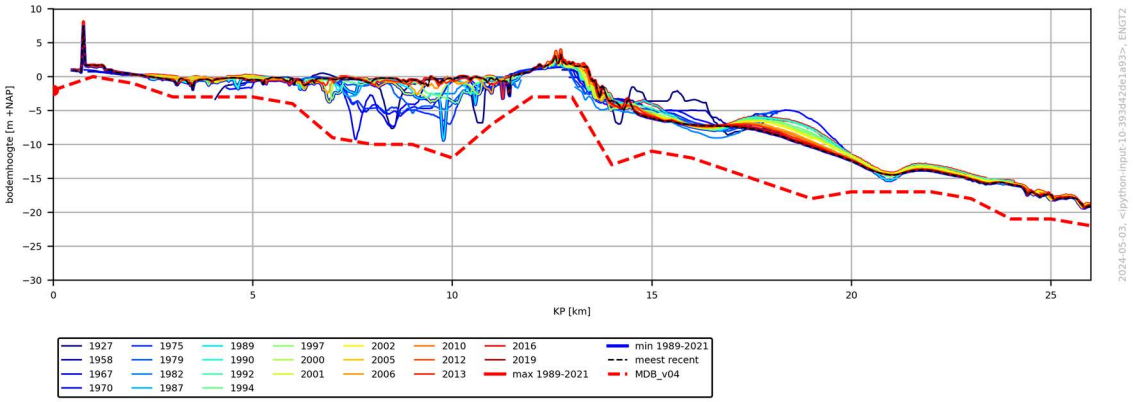
In Afbeelding 3.157 t/m Afbeelding 3.159 is het morfologisch ontwerpprofiel weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijnen en westelijke zijlijnen van route VII - variant A1. Voor de zijlijnen is zowel de corridorlijn op een afstand van 1500 als 2000 m weergegeven. Deze lopen grotendeels hetzelfde maar wijken af vanaf KP 10.

Aandachtspunten en mogelijke optimalisaties bij deze route zijn gelijk aan de benoemde aandachtspunten bij routevariant A.

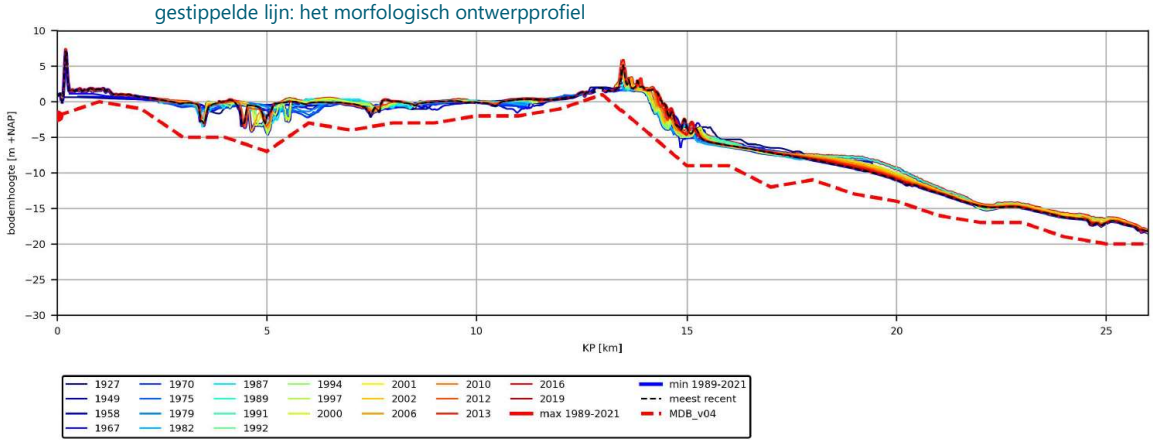
Afbeelding 3.157 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VII variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.158 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route VII variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.159 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route VII variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



3.5 Route VIII – Ameland wantij

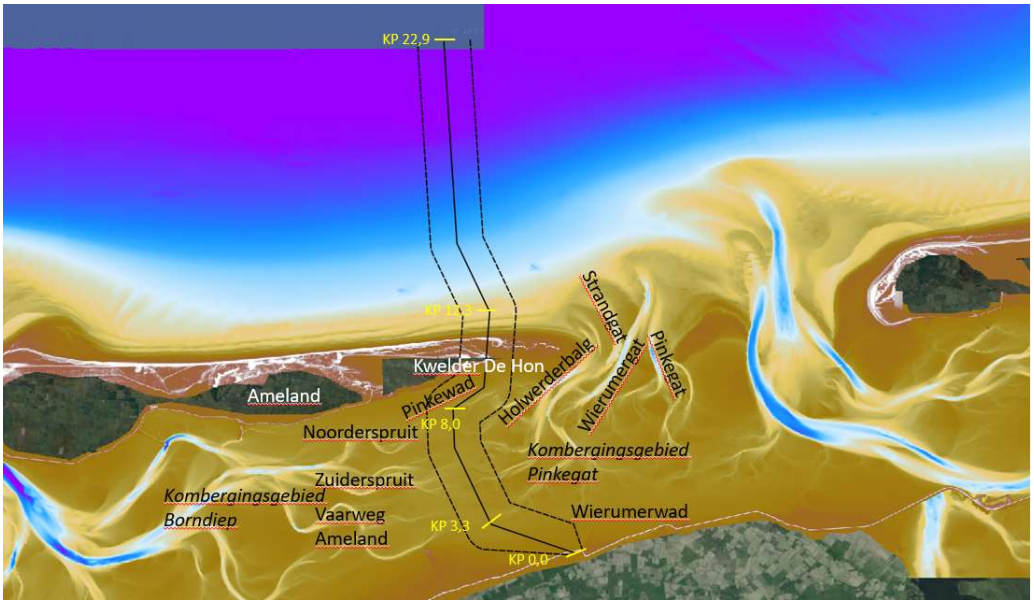
3.5.1 Routebeschrijving en indeling deelgebieden

Route VIII loopt vanaf het vasteland bij Ternaard (Het Schoor) over het wantij van Ameland tussen de kombergingsgebieden Borndiep en Pinkegat (westelijk deel Friese Zeegat), onder Ameland door richting het platform op de Noordzee (Afbeelding 3.160). Langs de route onderscheiden we de volgende deelgebieden:

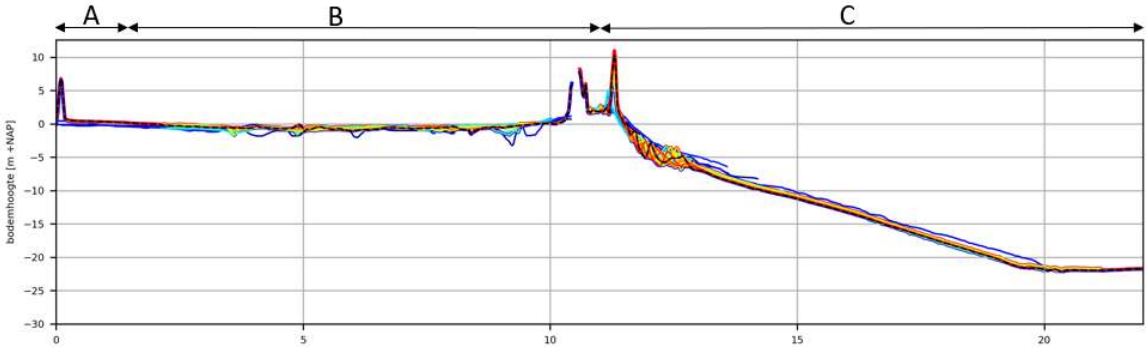
- A. het vasteland en de vastelandskwelder (KP 0-2);
- B. de wadplaten en eilandkwelder (KP 2-11);
- C. Ameland en Noordzeezijde (11-23).

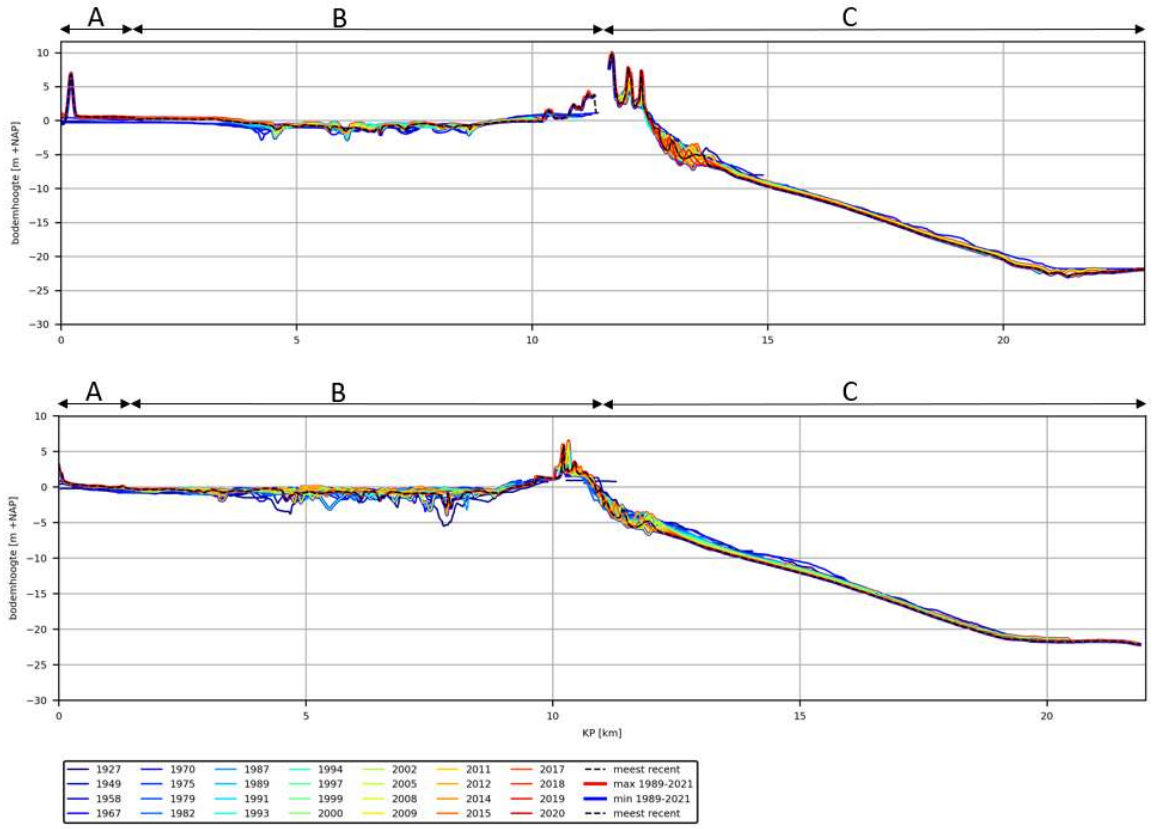
Op dit moment onderzoeken we een corridor van 2 km breed (1 km aan weerszijden van de route die in de afbeeldingen staat weergegeven).

Afbeelding 3.160 Bovenaanzicht en langsprofiel route VIII (Ameland wantij route) incl. naamgeving geulen, platen, kwelders langs route VIII



Afbeelding 3.161 Waargenomen bodemligging langs route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (boven: middenlijn, midden: oostelijke zijlijn, onder: westelijke zijlijn). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



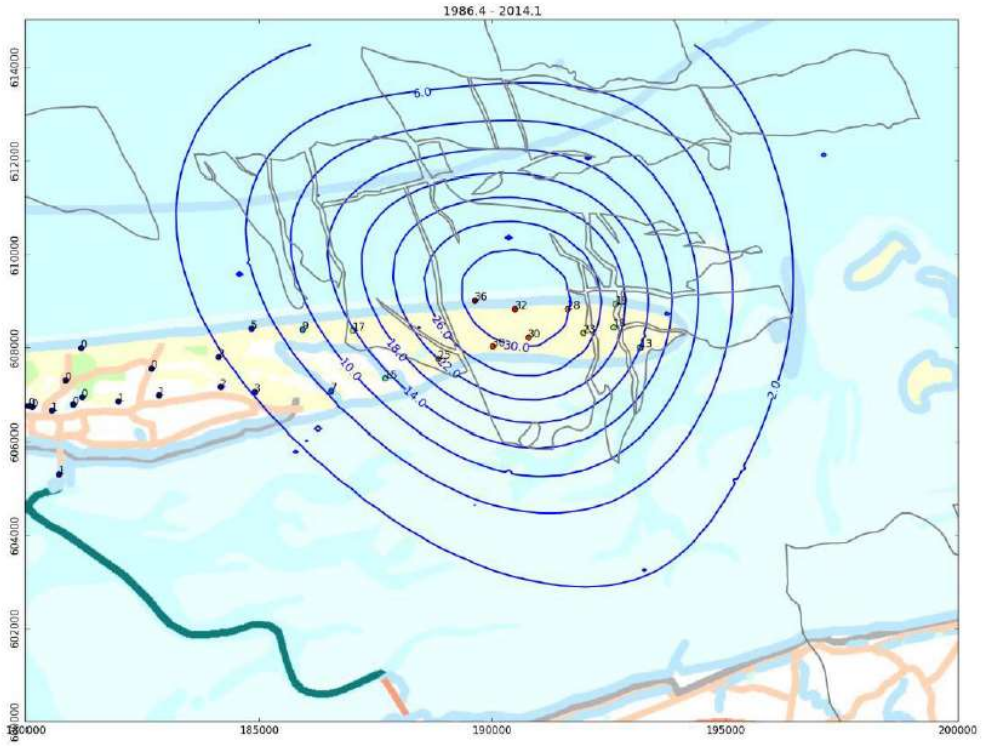


3.5.2 Grootschalige ontwikkelingen nabij de route

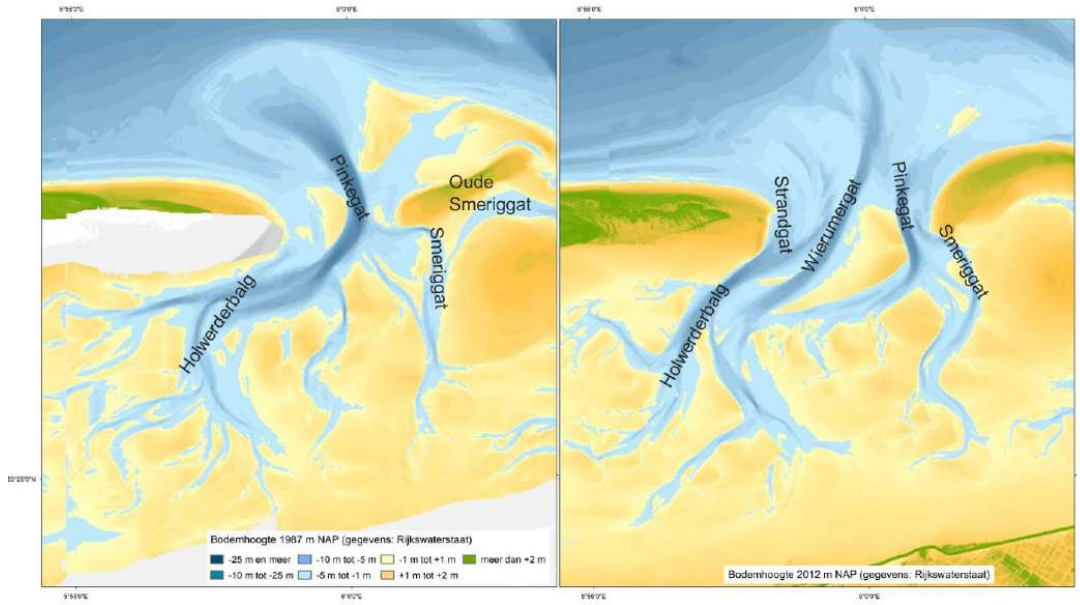
De route loopt over het wantij op de grens van de kombergingsgebieden Borndiep en Pinkegat (onderdeel van Friesche Zeegat). In de betreffende kombergingsstudies (Oost en Cleveringa, 2017; Elias en Cleveringa, 2021) worden een aantal grootschalige ontwikkelingen langs het tracé beschreven die van belang zijn bij het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel:

- bij Ameland wordt gas gewonnen. Dit heeft geleid tot een verdieping van circa 30 cm tussen 1986 en 2014 (Afbeelding 3.162). Verdieping door gaswinning onder de Waddenzee wordt door sedimentatie aangevuld, (herverdeling van zand en slib in de Waddenzee (Van der Lugt et al., 2019)). Hierdoor zijn er geen gevolgen aan het wadoppervlak zichtbaar (Krol et al., 2019). Wel zijn delen van de eilandkwelders van Ameland verlaagd, omdat de opslibbing minder groot was dan de verdieping (NAM, 2017);
- het zeegat van het Pinkegat bestaat wisselend uit één of meerdere geulen. Dit heeft effect op de ontwikkeling van de oostpunt van Ameland en de configuratie van geulen in het kombergingsgebied (Afbeelding 3.163);
- het Pinkewad, ten zuiden van de oostpunt van Ameland, ligt voor de eilandkwelders Neerlandsreid en de Hon (Afbeelding 3.164). De overgang van deze kwelders naar het Pinkewad is bij het Neerlandsreid vastgelegd met stortsteen. Bij de Hon is sprake van een natuurlijk kwelderklif;
- voor Oost-Ameland is het de verwachting dat het deel van de eilandstaart dat begroeid is niet zal worden doorsneden (De Groot et al., 2015);
- het wantij onder Ameland is in de afgelopen decennia verplaatst (Afbeelding 3.165).

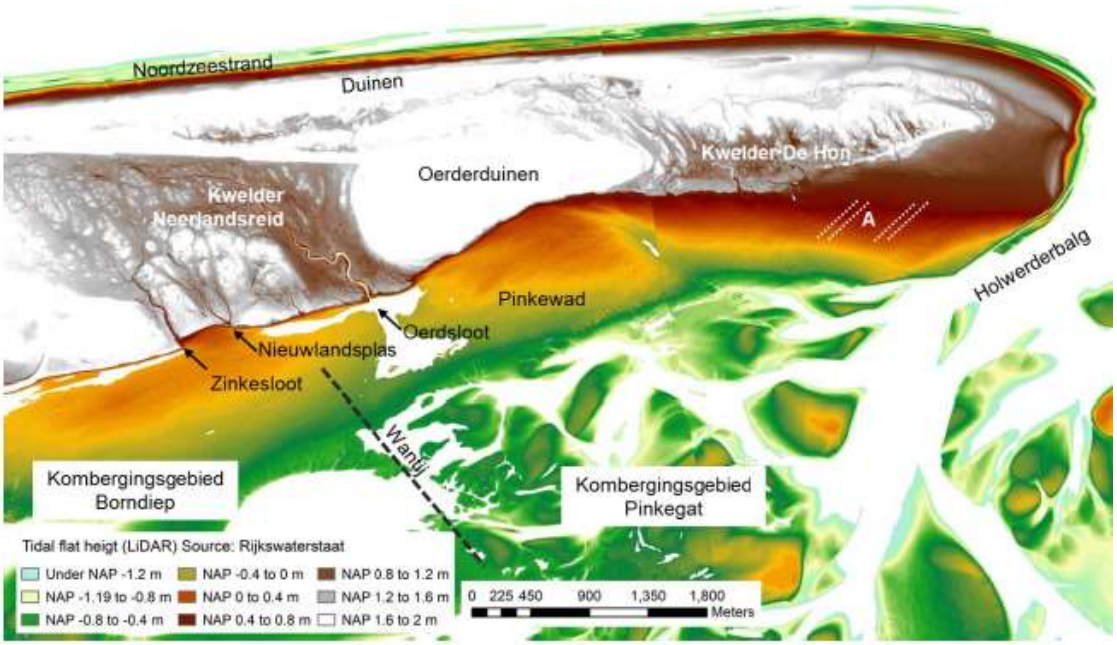
Afbeelding 3.162 Verdieping tussen 1986 en 2014 (in cm): gemodelleerd (contouren) en gemeten (punten). Afkomstig uit NAM (2017). Overgenomen uit Hijma en Kooi, 2018



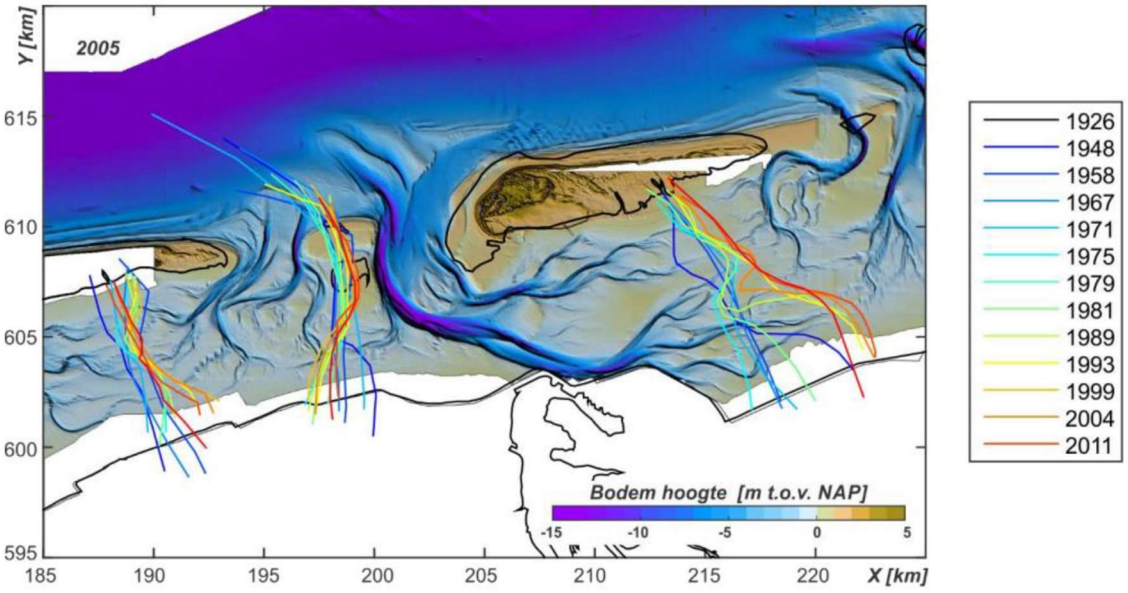
Afbeelding 3.163 Het één-geulsysteem in het Pinkegat in 1987 (links) en het meergeulensysteem in 2012 (rechts) (Elias en Cleveringa, 2021)



Afbeelding 3.164 Detailkaart van het Pinkewad (LiDAR hoogte opnames vakloding Pinkegat 2018; vakloding Borndiep 2017; Ameland AHN3: 2014) (Oost et al., 2020)



Afbeelding 3.165 Indicatieve ligging van de morfologische wantijen in het Friesche Zeegat tussen 1926 en 2011. Helemaal links het wantij onder Ameland. Elias (2018)



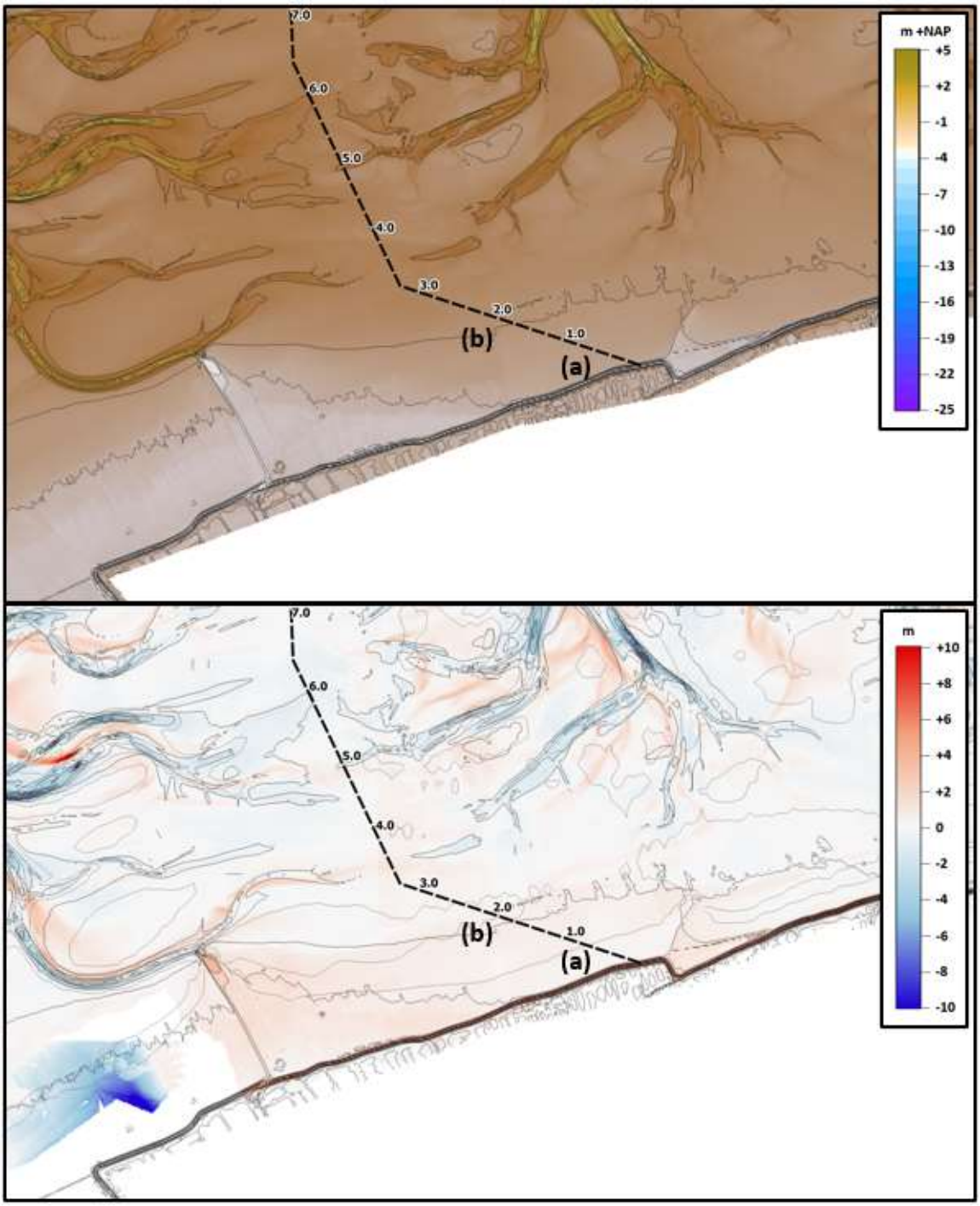
3.5.3 Deelgebied A - Het vasteland en de vastelandskwelder (KP 0-2)

Van KP 0 tot 2 loopt de route vanaf het vasteland door de vastelandskwelder (kwelderwerken) richting het wad.

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a): de route loopt over het deel van de kwelderwerken, waar weinig opslibbing plaatsvindt;
- (a): de bodemdynamiek in dit gebied is zeer beperkt;
- (b): nabij KP 2.0, op de rand van de vastelandskwelder neemt de bodemdynamiek iets toe.

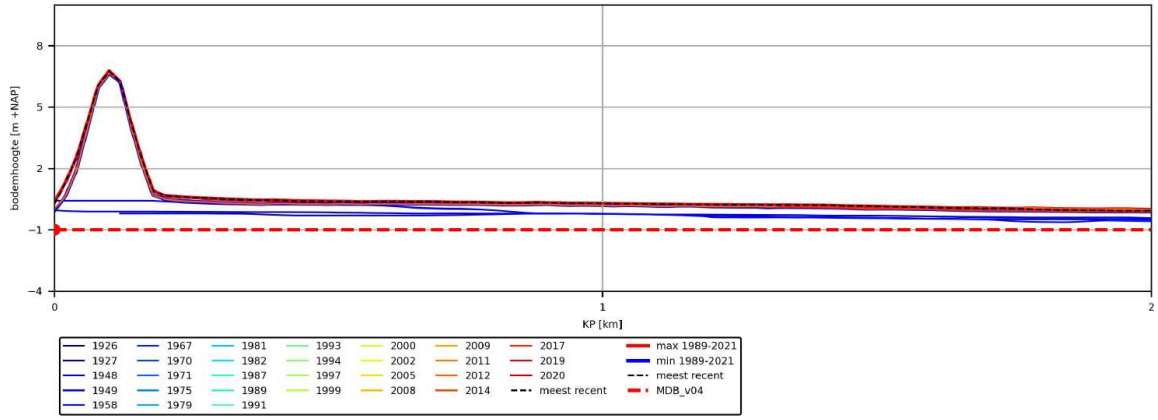
Afbeelding 3.166 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route VIII, deelgebied A



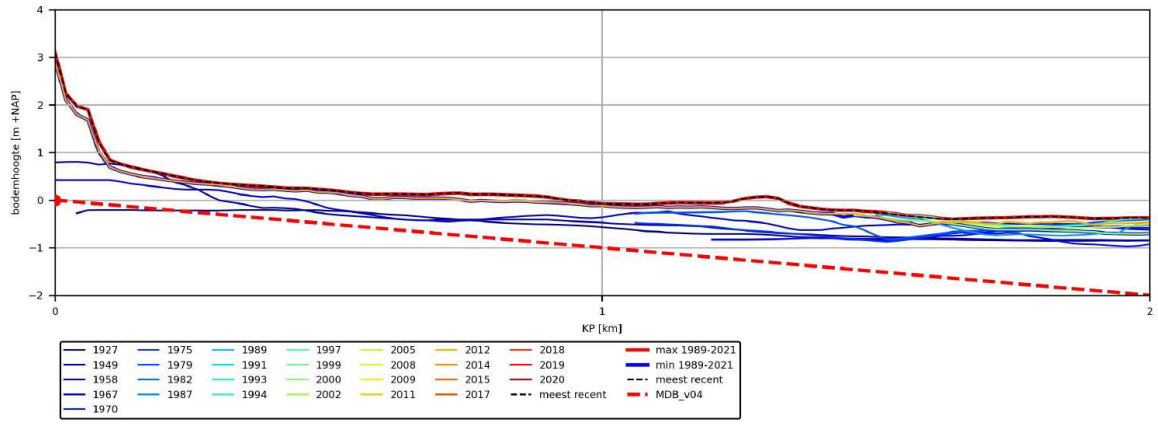
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.167 t/m Afbeelding 3.169 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route VIII en het morfologisch ontwerpprofiel binnen deelgebied A (KP 0,0 - KP 2,0).

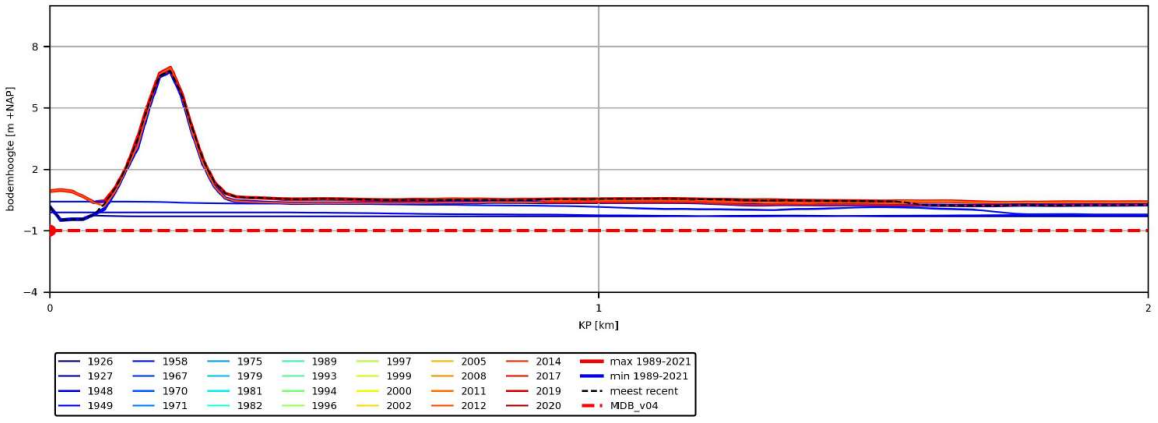
Afbeelding 3.167 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 2,0).
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.168 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 7,0).
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.169 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route VIII A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 7,0).
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Tussen KP 0,0 en KP 2,0 loopt de route deels onder het vasteland (incl. dijk) en deels onder de kwelderwerken. Op de route zelf zijn geen bodemliggingen onder -1,0 m NAP uit de metingen zichtbaar. De geultjes verderop op het wad tonen geen migratie richting het tracé. Daarom ligt het morfologisch ontwerpprofiel voor de middenlijn en westelijke corridorlijn op -1,0 m NAP.

Zijlijn oost staat meer dwars op de kust wat leidt tot een groter diepteverloop tussen KP 0,0 en 2,0 van 0,0 m NAP naar -1,5 m NAP. In het verleden heeft de diepte hier lager gelegen (tot 1958), maar sinds de aanleg van de dam niet meer.

Aandachtspunten

- wanneer de rijshouten dammen van de kwelderwerken niet onderhouden worden zou enige erosie van de vastelandskwelder kunnen plaatsvinden. I.v.m. dat met een diepe HDD wordt gewerkt onder de kwelders, maakt het niet uit als enige erosie bij de vastelandskwelders plaatsvindt. Daarom is voor dit rapport de beheerinspanning nu niet verder beschouwd.

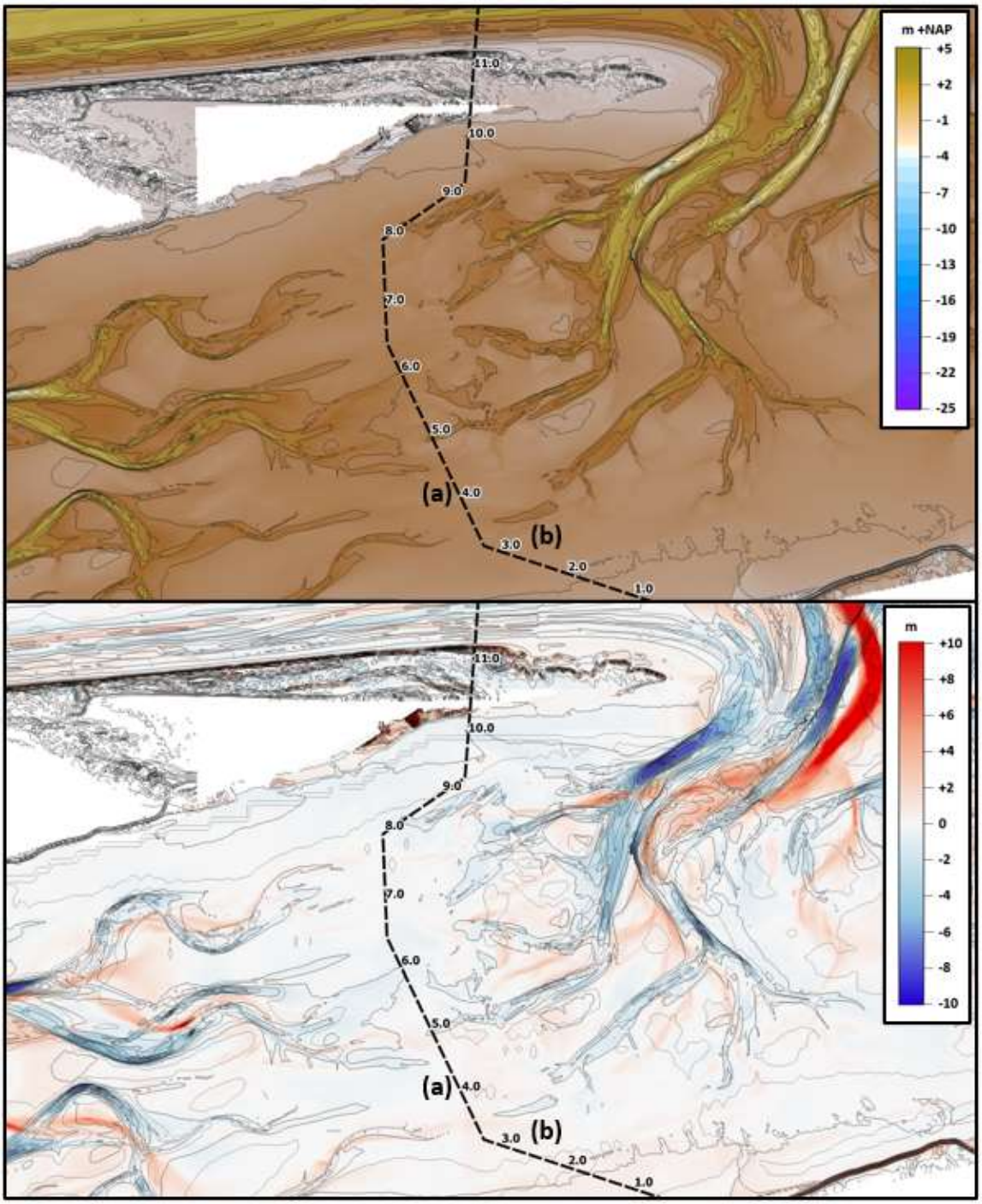
3.5.4 Deelgebied B - De wadplaten en eilandkwelder (KP 2-11)

Dit deel van het tracé betreft het intergetijdengebied tussen Ameland en het vasteland.

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a): het langsprofiel (Afbeelding 3.171) laat zien dat vanaf de Friese vastelandskust de wadbodem geleidelijk dieper wordt en vervolgens toeneemt in hoogte richting de kust van Ameland;
- (a): de middenlijn van de route ligt momenteel vrijwel overal boven -1 m NAP. Op het tracé heeft de bodemhoogte sinds 1950 nooit dieper dan -2 m NAP gelegen;
- (a): op basis van de verschuivingen van het wantij in het verleden (incl. verwachte ontwikkeling van de eilandstaart) is de verwachting dat het wantij in de komende 50 jaar ongeveer 1,5 km kan verschuiven. Dit beïnvloedt bodemhoogtes, met name voor de zijlijnen;
- (b): tussen KP 2 en 11 komen geulen voor die smaller zijn dan 80 m. Bij dergelijke geulen, die smal zijn ten opzichte van de resolutie van de bodempeilingen (20 x 20 m), wordt de maximale geuldiepte onderschat. We dienen hier rekening mee te houden en doen dit door ervan uit te gaan dat deze geulen circa 30 % dieper kunnen zijn dan uit de data lijkt (zie ook H2.2).

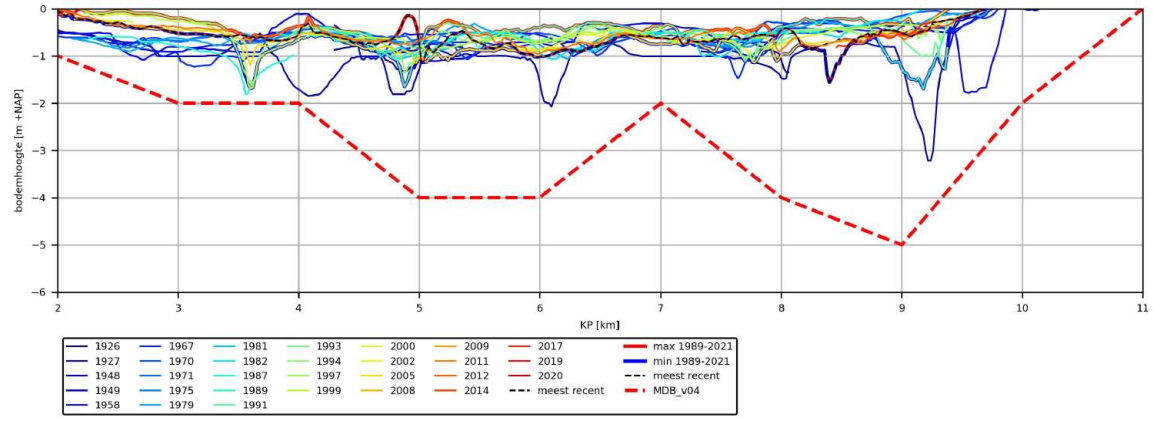
Afbeelding 3.170 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route VIII, deelgebied B



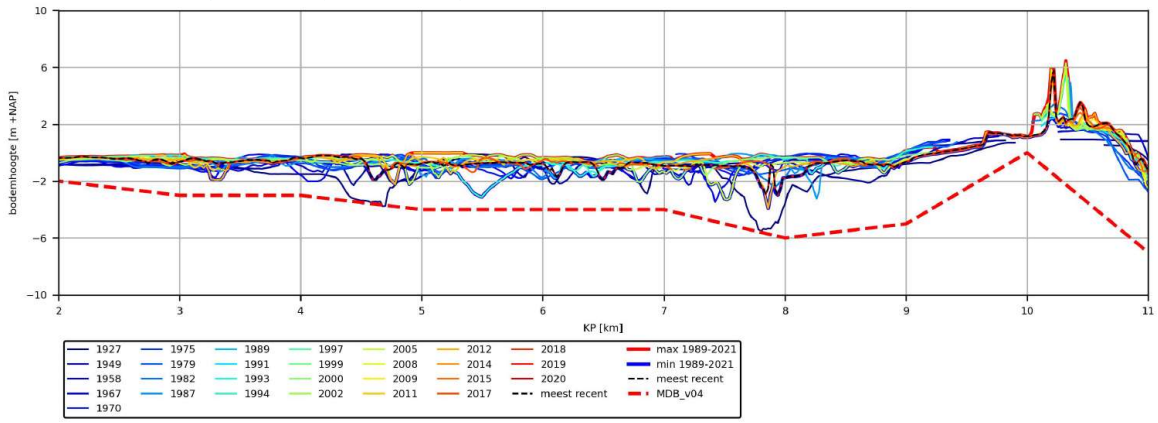
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.171 t/m Afbeelding 3.173 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route VIII en het morfologisch ontwerpprofiel binnen deelgebied A (KP 2,0 - KP 11,0).

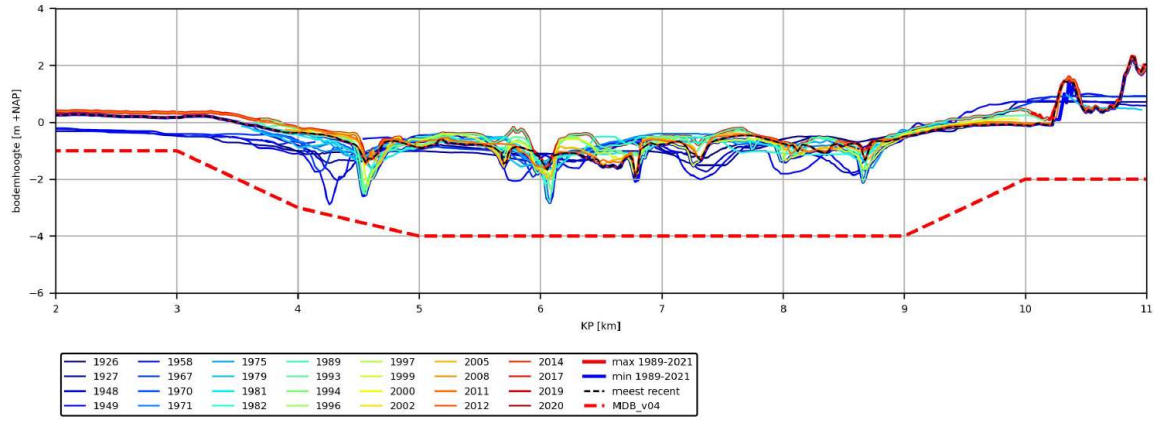
Afbeelding 3.171 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 2,0 - KP 11,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.172 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 2,0 - KP 11,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



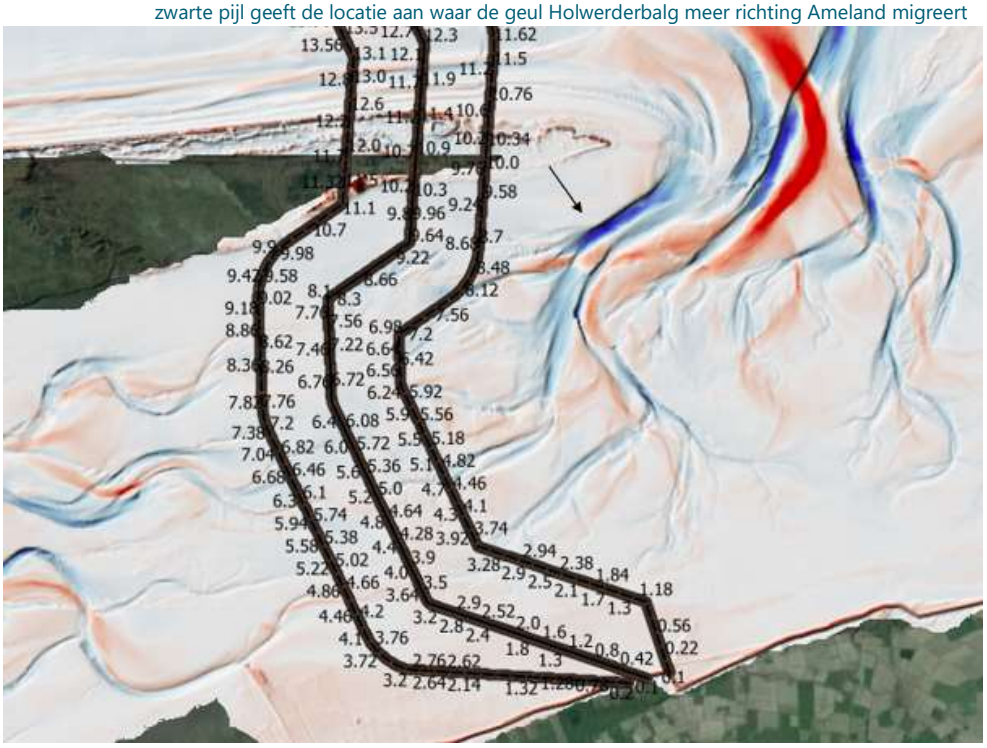
Afbeelding 3.173 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 2,0 - KP 11,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Binnen deelgebied B zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerpprofiel:

- op basis van de ligging van het wantij in het verleden en de ontwikkelingen in het komgebied is het de verwachting dat het wantij in de komende vijftig jaar zowel westwaarts als oostwaarts kan migreren over een zone van ca. 1-1,5 km. De variatie van de ligging van de geulen over de afgelopen tientallen jaren geeft hier al een goed inzicht in;
- de Holwerderbalg migreert richting Ameland (Afbeelding 3.174). De vraag is in hoeverre de geul verder direct achter het eiland langs gaat lopen in de toekomst.

Afbeelding 3.174 Verschilkaart bodemhoogte 1989-2021 (rood = toename bodemhoogte, blauw = afname bodemhoogte). De zwarte pijl geeft de locatie aan waar de geul Holwerderbalg meer richting Ameland migreert



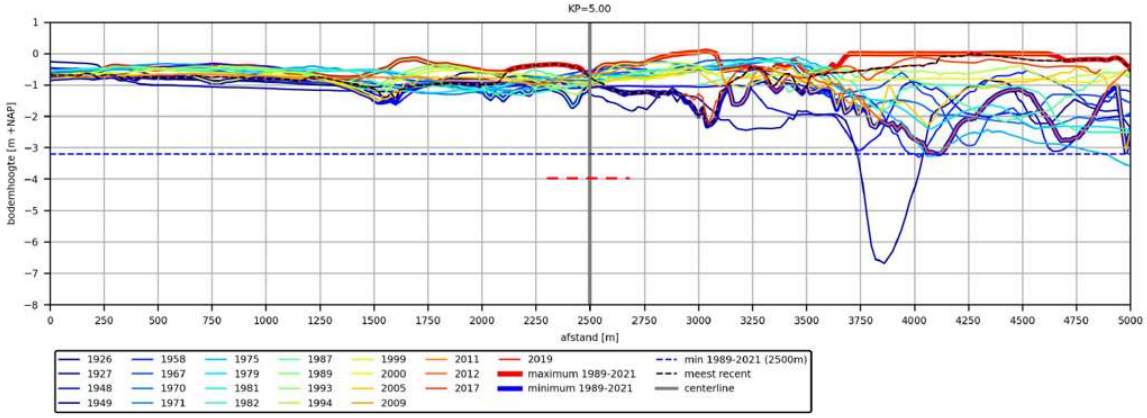
Hieronder volgt aan de hand van afbeeldingen een nadere toelichting op het morfologisch ontwerpprofiel.

Toelichting middenlijn

Voor de middenlijn is zichtbaar dat de bodemliggingen sinds 1950 overal boven -2 m NAP hebben gelegen (Afbeelding 3.175). Over deze periode heeft het wantij op verschillende locaties gelegen en daarom ligt het morfologisch ontwerpprofiel over het algemeen op -2,0 m NAP.

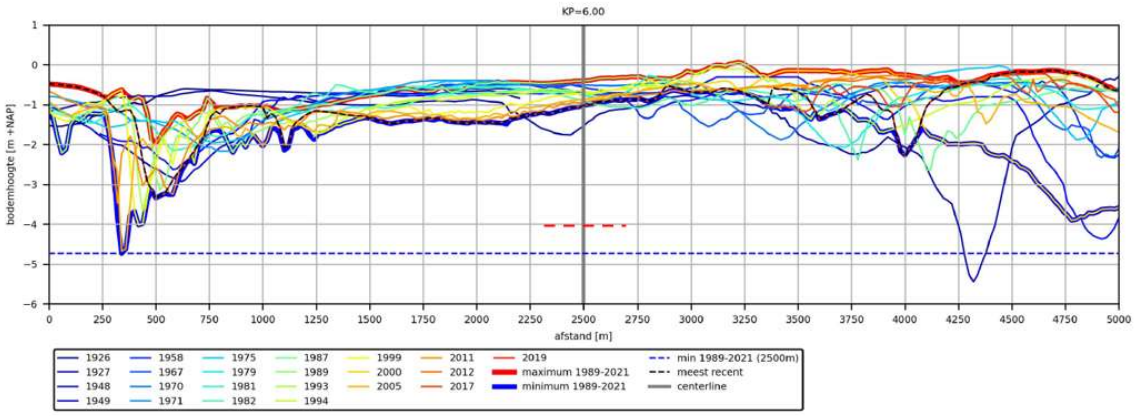
Voor KP 5 en 6 ligt het morfologisch ontwerpprofiel op -4,0 m NAP in plaats van -2,0 m NAP. Bij KP 5,0 ligt op slechts 500 m een geul die aan het verdiepen is. Gezien de snelheid van de verdieping (circa 1 m in 10 jaar) en verplaatsing van circa 200 m over die periode zou dit ook effect kunnen hebben op de bodemhoogte langs het tracé waarbij een bodemligging tot -4,0 m NAP niet kan worden uitgesloten.

Afbeelding 3.175 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn route VIII door de jaren van 1926 t/m 2019 (KP 5,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



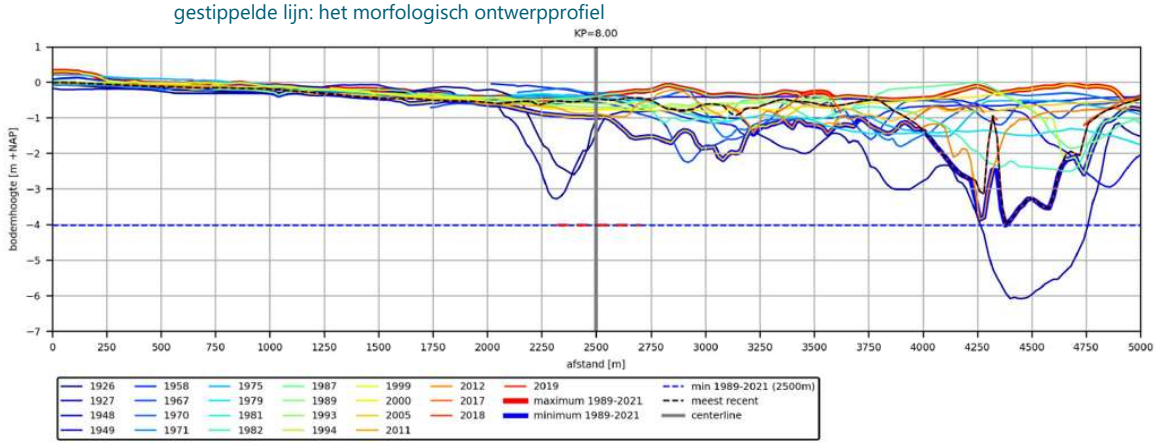
Bij KP 6,0 is de bodem in de laatste 20 jaar ongeveer 0,5 m lager komen te liggen (Afbeelding 3.176). Het is onduidelijk of deze trend door zal zetten, maar als dit gebeurt zou de bodem nog ongeveer 1,5 m lager kunnen komen te liggen (op circa -2,5 m NAP). Daarnaast zijn binnen 1 km van het tracé insnijdingen van geulen tot 1 m ten opzichte van het omliggende gebied voorgekomen (Afbeelding 3.176). Door het morfologisch ontwerpprofiel op -4,0 m NAP te leggen is zowel rekening gehouden met de dalende trend als een eventuele extra insnijding.

Afbeelding 3.176 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn route VIII door de jaren van 1926 t/m 2019 (KP 6,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



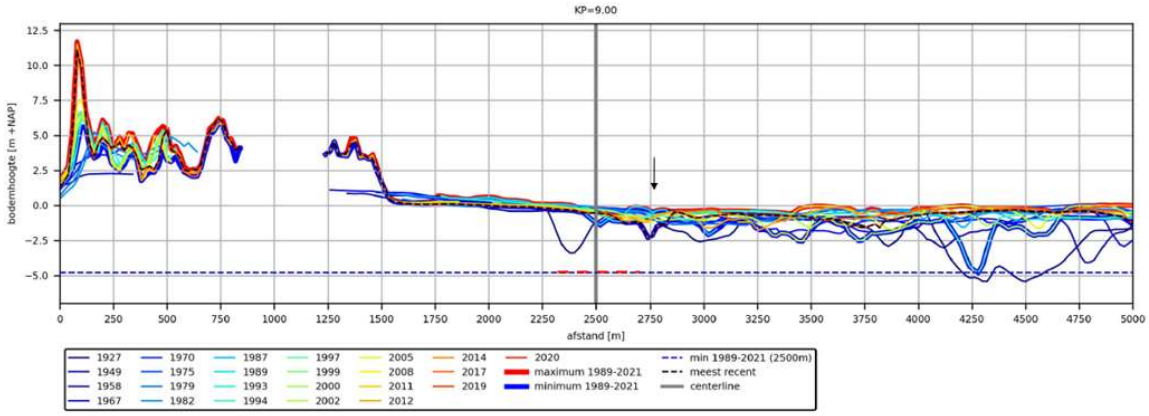
Rondom KP 8-9 ligt het morfologisch ontwerpprofiel ook lager dan -2,0 m NAP. Rondom KP 8 zijn relatief recent nog dieptes tot -2,5 m NAP voorgekomen binnen 750 m van het tracé (Afbeelding 3.177). Het kan niet worden uitgesloten dat deze dieptes in de komende vijftig jaar ook op het tracé zullen voorkomen. Verder lijkt zich bij KP 8,4 momenteel een geul te gaan insnijden, waarbij het lastig voorspelbaar is hoe diep deze kan worden. In verband met de algemene dynamiek in dit gebied, met dieptes tot -3,4 m NAP binnen 1,5 km van het tracé in de afgelopen 20 jaar, is het morfologisch ontwerpprofiel op -4,0 m NAP gezet.

Afbeelding 3.177 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn route VIII door de jaren van 1926 t/m 2019 (KP 8,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Bij KP 9 is het morfologisch ontwerpprofiel -5,0 m NAP. Binnen 250 m van het tracé ligt een recente insnijding tot circa -3 m NAP (mogelijk tot 30 % dieper omdat de diepteligging van smalle geulen kan worden onderschat door de beperkte ruimtelijke resolutie van de data (zie ook H2.2) (Afbeelding 3.178). Gezien de bodemliggingen in dit gebied rondom het tracé, met bijvoorbeeld rond 2005 nog een insnijding tot -5,0 m NAP, is het niet uit te sluiten dat de geul zich verdiept tot -5,0 m NAP.

Afbeelding 3.178 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn route VIII door de jaren van 1927 t/m 2020 (KP 9,0). De pijl geeft de locatie aan waar recent verdieping heeft plaatsgevonden. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

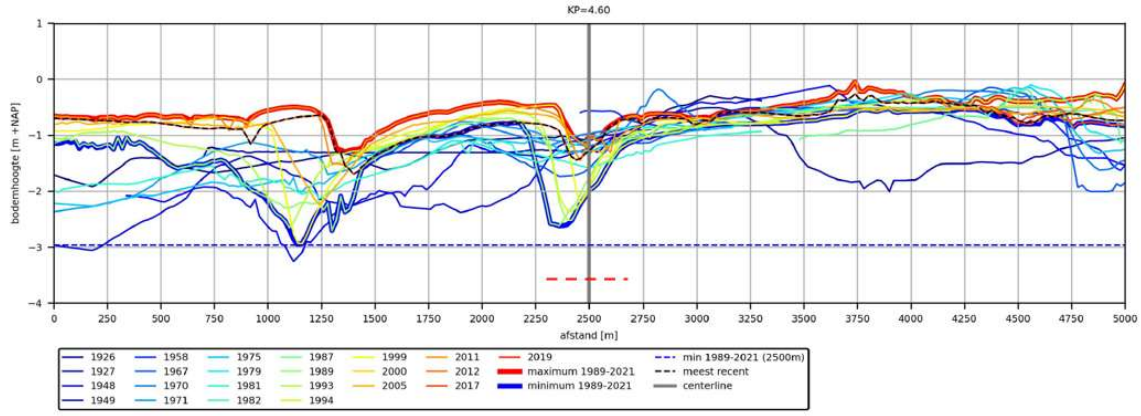


Toelichting zijlijn - west

Zijlijn west ligt verder van het wantij af dan de middenlijn. Daarom zijn er diepere insnijdingen langs het tracé zichtbaar, tot -3 m NAP (Afbeelding 3.173). Het morfologisch ontwerpprofiel ligt daarom tussen KP 5,0 en 9,0 op -4,0 m NAP. Bij KP 2,0-4,0 en 9,0-11,0 loopt het tracé over stabiele wadplaten nabij vastelandskust en eiland (Afbeelding 3.174). Het morfologisch ontwerpprofiel ligt hier hoger, op -2,0 m NAP of 0 m NAP.

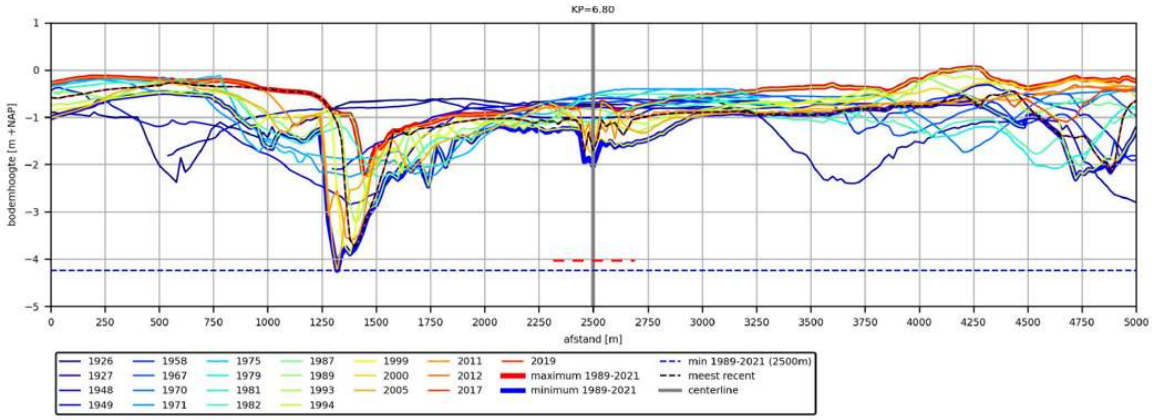
Bij KP 4,6 is op het tracé, in de periode na 1980, een geul ingesneden tot -3,0 m NAP (Afbeelding 3.179) en bij KP 4,8 is een geul in de buurt van het tracé tot -4 m NAP ingesneden. Het is niet uit te sluiten dat bij toekomstige verschuivingen van het tracé dit opnieuw gaat gebeuren. Daarom ligt het morfologisch ontwerpprofiel hier op -4,0 m NAP.

Afbeelding 3.179 Waargenomen bodemligging dwars op zijlijn west route VIII door de jaren van 1926 t/m 2019 (KP 4,6). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



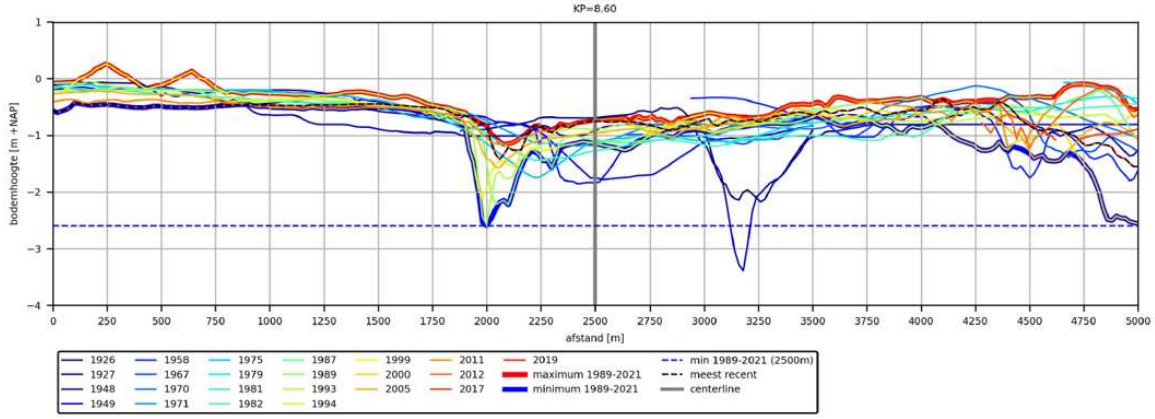
Bij KP 6,6 en 6,8 is de bodem recent lager komen te liggen. Rondom het tracé heeft de bodem tot -3 m NAP binnen 750 m gelegen en tot -4,2 binnen 1250 m. Verdere verdieping dan -4,0 m NAP lijkt op het tracé zelf niet waarschijnlijk, dit is in het verleden niet binnen een zone van 1 km voorgekomen. Om wel rekening te houden met de daling van de bodemhoogte en dynamiek rondom het tracé ligt het morfologisch ontwerp-profiel op -4,0 m NAP.

Afbeelding 3.180 Waargenomen bodemligging dwars op zijlijn west route VIII door de jaren van 1926 t/m 2019 (KP 6,8). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Bij KP 8-9 ligt het morfologisch ontwerpprofiel op -4,0 m NAP. Nabij het tracé hebben recent nog insnijdingen plaatsgevonden tot circa -3 m NAP (Afbeelding 3.181) en op iets meer afstand nog wat dieper. Hoewel op het tracé zelf dit niet het geval is kan het niet uitgesloten worden dat dieptes tot -4,0 m NAP kunnen voorkomen in de komende 50 jaar.

Afbeelding 3.181 Waargenomen bodemligging dwars op zijlijn west route VIII door de jaren van 1926 t/m 2019 (KP 8,6)

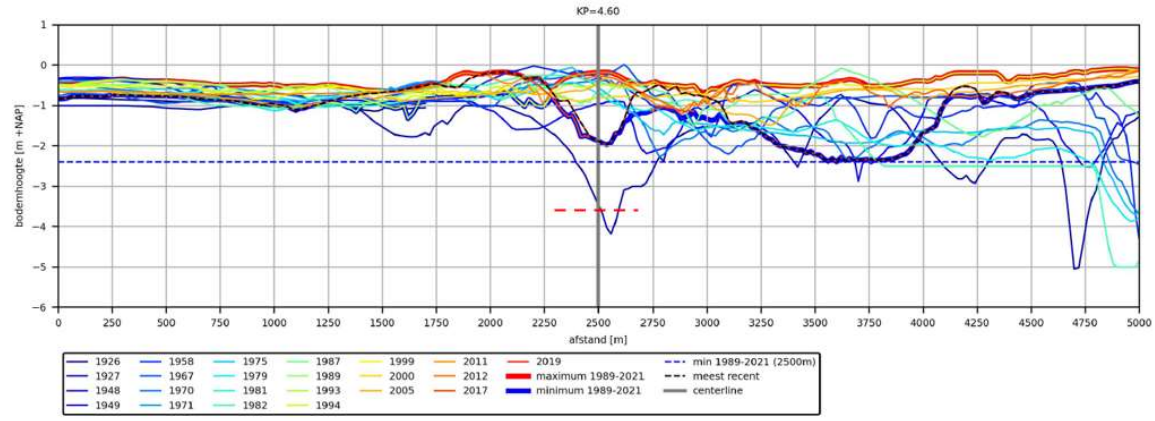


Toelichting zijlijn - oost

Zijlijn oost ligt verder van het wantij af en daardoor zijn diepere insnijdingen langs het tracé zichtbaar tot -4 m NAP sinds 1950 (Afbeelding 3.172). Over het algemeen zijn de insnijdingen iets dieper dan bij zijlijn west. Het morfologisch ontwerpprofiel ligt daarom tussen KP 5,0 en 9,0 op -4,0 m NAP. Bij KP 2,0-4,0 en 10,0 loopt het tracé over stabiele wadplaten nabij vastelandskust en eiland en ligt het morfologisch ontwerp-profiel hoger op -3,0 m NAP tot 0 m NAP.

Bij KP 4,6 is de bodem recent lager komen te liggen (Afbeelding 3.182). Op het tracé zelf heeft de bodem hier sinds 1950 niet lager gelegen dan circa -3 m NAP, maar rondom het tracé zijn wel dieptes tot -4,0 m NAP voorgekomen. Daar ligt het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 5 op -4,0 m NAP.

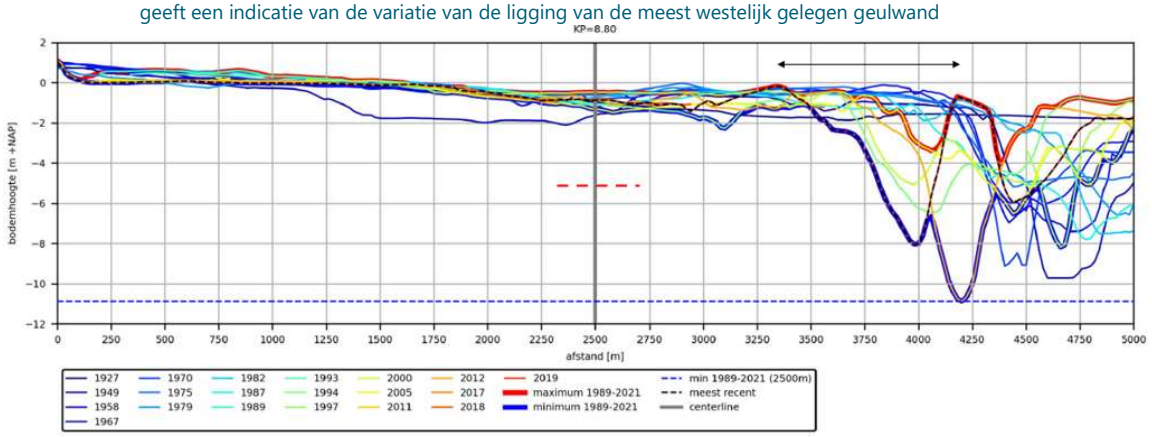
Afbeelding 3.182 Waargenomen bodemligging dwars op zijlijn oost route VIII door de jaren van 1926 t/m 2019 (KP 4,6)



Bij KP 8 ligt het tracé dicht tegen een zijtak van de geul Holwerderbalg. Bij KP 7,8 en 8,2 zijn geulen relatief recent (2012 en 2019) nog ingesneden tot -5/-6 m NAP binnen 500 m van de route. In verband met de grotere dynamiek in dit gebied is het morfologisch ontwerpprofiel op -6 m NAP gezet. Nog dieper is naar verwachting niet nodig omdat sinds de metingen in 1927 geen bodemhoogtes onder -6 m NAP zijn waargenomen direct op het tracé.

Bij KP 9 heeft de bodemligging niet lager gelegen dan -2,5 m NAP. Bij KP 8,8 is te zien dat een grotere geul op ca. 1500 m van het tracé variabel is in diepteligging en locatie (Afbeelding 3.183). Recent is de geul in circa 10 jaar ongeveer 250 m naar het westen verplaatst. Als deze trend zich in de komende 50 jaar voortzet zou insnijding van de geulwand tot circa -4 m NAP kunnen plaatsvinden (gezien eerdere verplaatsingen van de geul is de kans dat dit gebeurt relatief klein, maar kan niet worden uitgesloten). In verband met de relatief grote dynamiek is het morfologisch ontwerpprofiel op -5,0 m NAP gelegd.

Afbeelding 3.183 Waargenomen bodemligging dwars op zijlijn oost route VIII door de jaren van 1926 t/m 2019 (KP 8,8). De pijl geeft een indicatie van de variatie van de ligging van de meest westelijk gelegen geulwand



KP 11,0 van zijlijn west ligt aan de Noordzeezijde van Ameland. Voor het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel is hier rekening gehouden met dynamiek van de zandbanken en erosie van de kust (zie ook beschrijving deelgebied C).

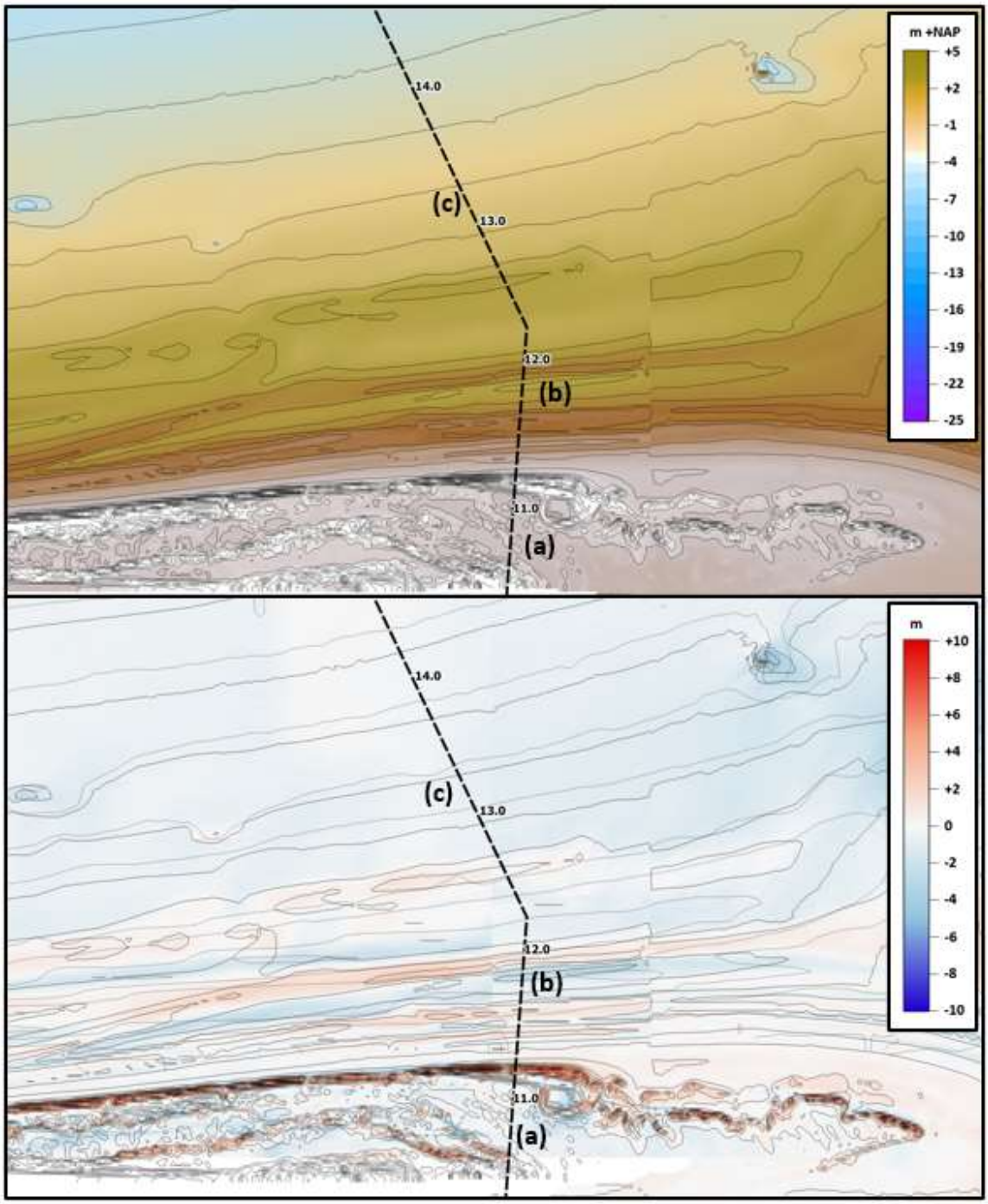
3.5.5 Deelgebied C – Ameland en Noordzeezijde (KP 11-23)

Het gebied met Ameland, de duinen, het Noordzeestrand en de zandbanken loopt van circa KP 11 tot circa KP 13. Daarna loopt de route verder zeewaarts.

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a): KP 11,0 ligt midden op Ameland met een stabiele bodemligging;
- (b): Tussen KP 11,40 en KP 13,0 is er een grote variatie (zowel verticaal als ruimtelijk) in de bodemligging door het verplaatsen van zandbanken. Verder lijkt er sprake van een dalende bodem;
- ©: ook in het diepere deel waar minder/geen zandbanken zijn is een dalende trend van de bodem zichtbaar. Gezien de snelheid (tot ca. 3 cm per jaar, zie @@ afbeelding) is dit grotendeels het gevolg van kusterosie (en niet of minder gerelateerd aan verdieping door gaswinning [met een snelheid tot circa 1 cm per jaar, zie @@ afbeelding]).

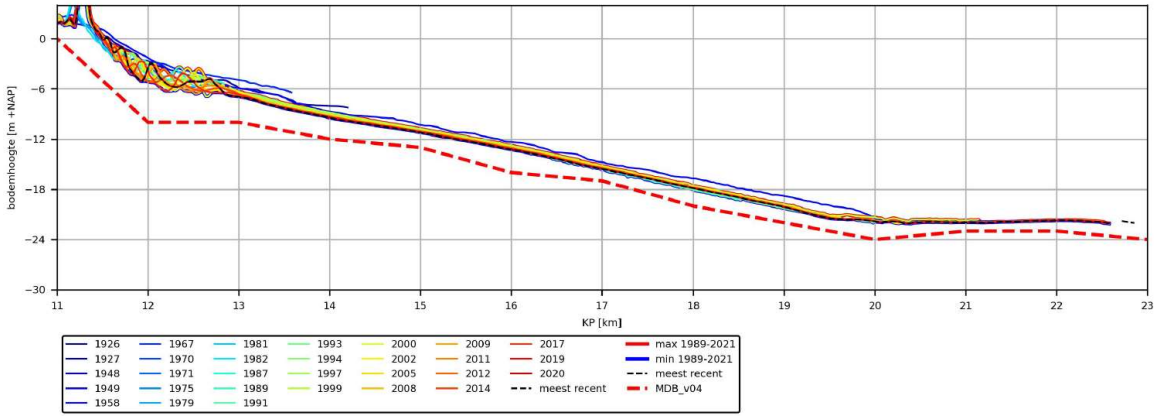
Afbeelding 3.184 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route VIII, deelgebied C



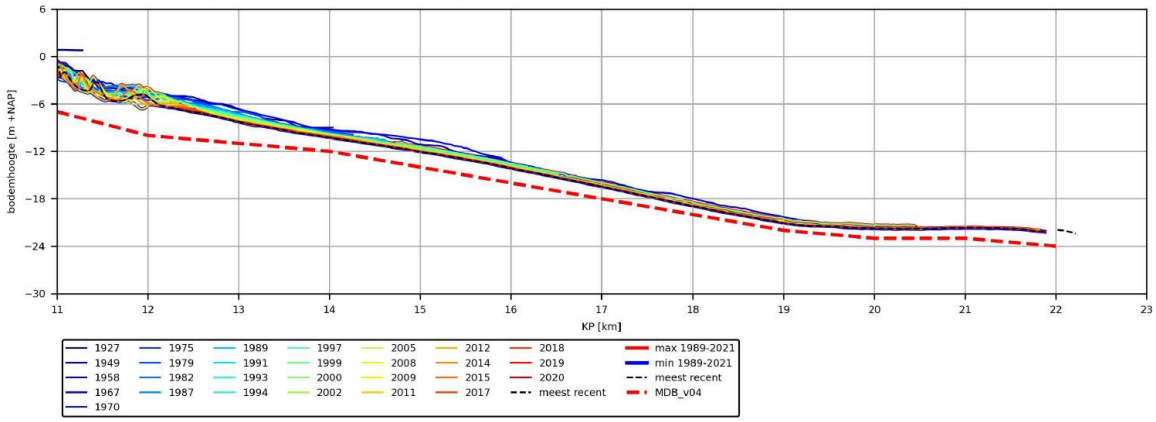
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.185 t/m Afbeelding 3.187 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route VIII en het morfologisch ontwerpprofiel binnen deelgebied C (KP 11,0 - KP 23,0).

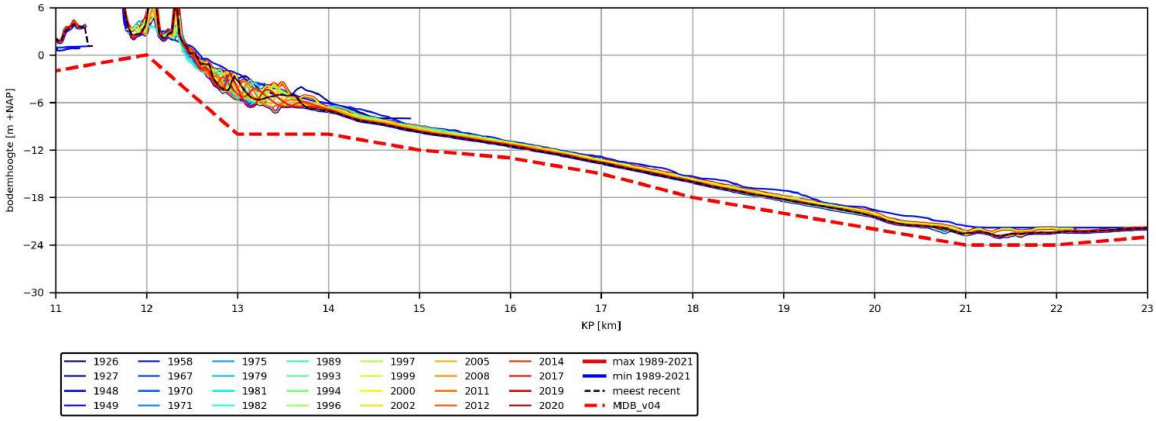
Afbeelding 3.185 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 11,0 - KP 23,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.186 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 11,0 - KP 23,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.187 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route VIII A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 11,0 - KP 23,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Binnen deelgebied C zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerpprofiel:

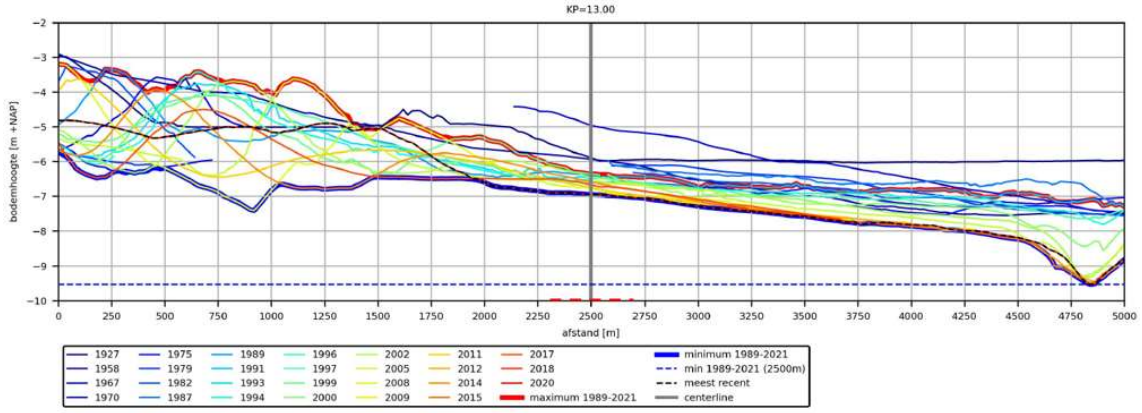
- er is een dalende trend zichtbaar in de bodemhoogte. De snelheid hiervan neemt af verder richting de Noordzee. De snelheid van de daling ligt in de orde van 0-4 cm per jaar. Gezien de snelheid is de inschatting dat deze daling ten minste deels gerelateerd is aan kusterosie (en niet alleen aan gaswinning of verdieping door grootschalige geologische processen). Dit wordt verder onderbouwd doordat dezelfde trend is waargenomen bij Schiermonnikoog (waar verdieping door gaswinning geen/een

kleinere rol speelt). Voor het morfologisch ontwerpprofiel gaan we daarom uit van een voortzetting van de erosie en nemen we hiervoor een extra marge op.

Hieronder volgt aan de hand van afbeeldingen een nadere toelichting op het morfologisch ontwerpprofiel.

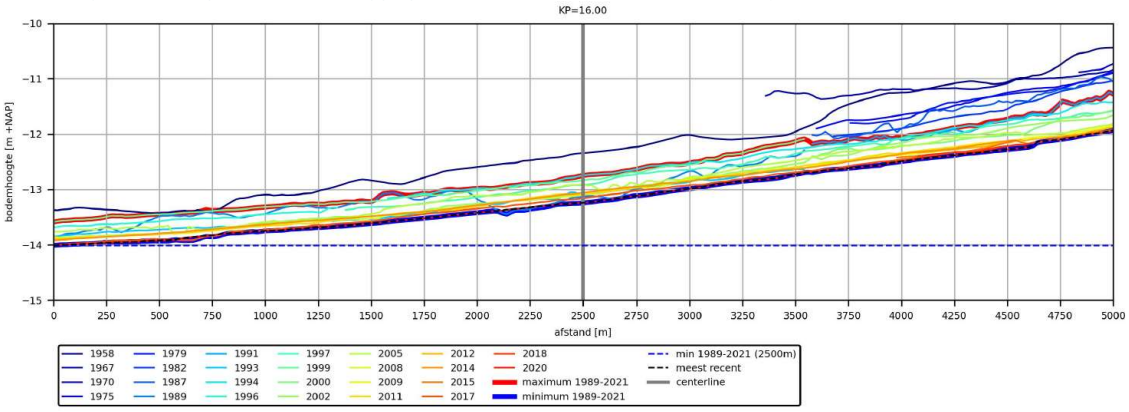
Tussen KP 11,4 en 13,2 is er een grote variatie in de bodemligging door het migreren van zandbanken. In dit gebied is het lastig om verdere verdieping door grootschalige kusterosie waar te nemen, maar het kan niet worden uitgesloten dat dit een rol speelt. Daarom is in het morfologisch ontwerpprofiel uitgegaan van maximale erosie zoals dit te zien is bij KP 13: circa 1 m over een periode van 30 jaar, daarmee maximaal 2 m over de komende 50 jaar.

Afbeelding 3.188 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Vanaf KP 14 is de trend van de dalende bodem minder groot: 0,5 m over een periode van 30 jaar, daarmee maximaal 1 m over de komende 50 jaar (Afbeelding 3.189). Als voorbeeld voor het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel nemen we KP 16,0. De laagste bodemligging op het tracé is hier -14,2 m NAP. De dalende trend heeft hier een snelheid van ca. 0,5 m over 30 jaar, dus is een extra buffer opgenomen van 1 m. Aangezien de route momenteel op het diepste punt ligt en er enige onzekerheid is over de snelheid van de kusterosie wordt hier nog wat extra buffer aan toegevoegd. Daarmee komt het morfologisch ontwerpprofiel op -16 m NAP te liggen.

Afbeelding 3.189 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn route VIII door de jaren van 1958 t/m 2020 (KP 16,0)



Voor de overige kilometerpunten inclusief die van de zijlijnen is het morfologisch ontwerpprofiel op een vergelijkbare manier bepaald.

Aandachtspunten

- van nature erodeert de eilandkust. Bij route VII ligt geen van de tracés in het gebied waar de Basiskustlijn actief wordt onderhouden. Echter kan onderhoud ten westen van route VII indirect wel bijdragen aan de ontwikkeling van de kustlijn het tracé omdat sedimenttransport langs de Noordzeekust in noordwestelijke richting plaatsvindt. Uitgangspunt voor het ontwerpprofiel is daarom dat de huidige suppletiestrategie gehandhaafd wordt;
- op een aantal locaties dicht bij het tracé zijn dieptes te zien die het gevolg lijken van zandwinning. Uitgangspunt van het morfologisch ontwerpprofiel is dat geen zandwinning binnen 250 m van assets (kabels/leidingen) plaatsvindt.

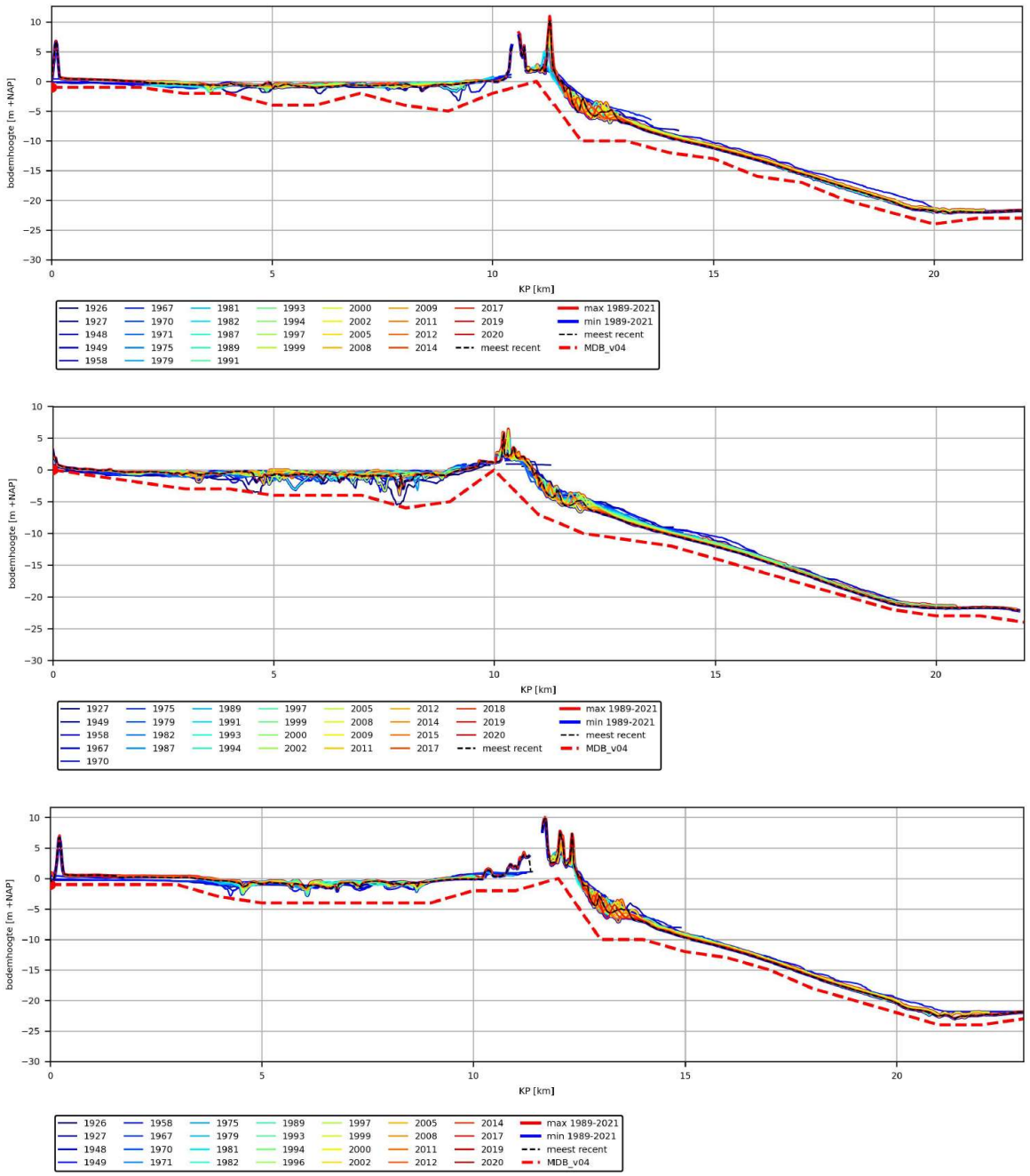
3.5.6 Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel

In Afbeelding 3.190 is het morfologisch ontwerpprofiel weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijnen en westelijke zijlijnen van route VIII. In bijlage III is per route de diepte weergegeven van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau.

Aandachtspunten en mogelijke optimalisaties bij deze route zijn als volgt:

- wanneer de rijshouten dammen van de kwelderwerken niet onderhouden worden zou enige erosie van de vastelandskwelder kunnen plaatsvinden. I.v.m. dat met een diepe HDD wordt gewerkt onder de kwelders, maakt het niet uit als enige erosie bij de vastelandskwelders plaatsvindt. Daarom is voor dit rapport de beheerinspanning nu niet verder beschouwd;
- van nature erodeert de eilandkust. Een groot deel van de kust wordt echter onderhouden met suppleties. Bij route VIII ligt zijlijn west in het gebied waar de Basiskustlijn actief wordt onderhouden. Daarnaast draagt dit onderhoud indirect ook bij aan de ontwikkeling van de kustlijn bij de middenlijn en zijlijn oost doordat sedimenttransport langs de Noordzeekust in noordwestelijke richting plaatsvindt. Uitgangspunt voor het ontwerpprofiel is dat de huidige suppletiestrategie gehandhaafd wordt;
- op een aantal locaties dicht bij het tracé zijn dieptes te zien die het gevolg lijken van zandwinning. Uitgangspunt van het morfologisch ontwerpprofiel is dat geen zandwinning binnen 250 m van assets (kabels/leidingen) plaatsvindt.

Afbeelding 3.190 Morfologisch ontwerpprofiel en waargenomen bodemligging langs route VIII door de jaren van 1927 t/m 2020.
Van boven naar beneden: middenlijn, zijlijn oost en zijlijn west

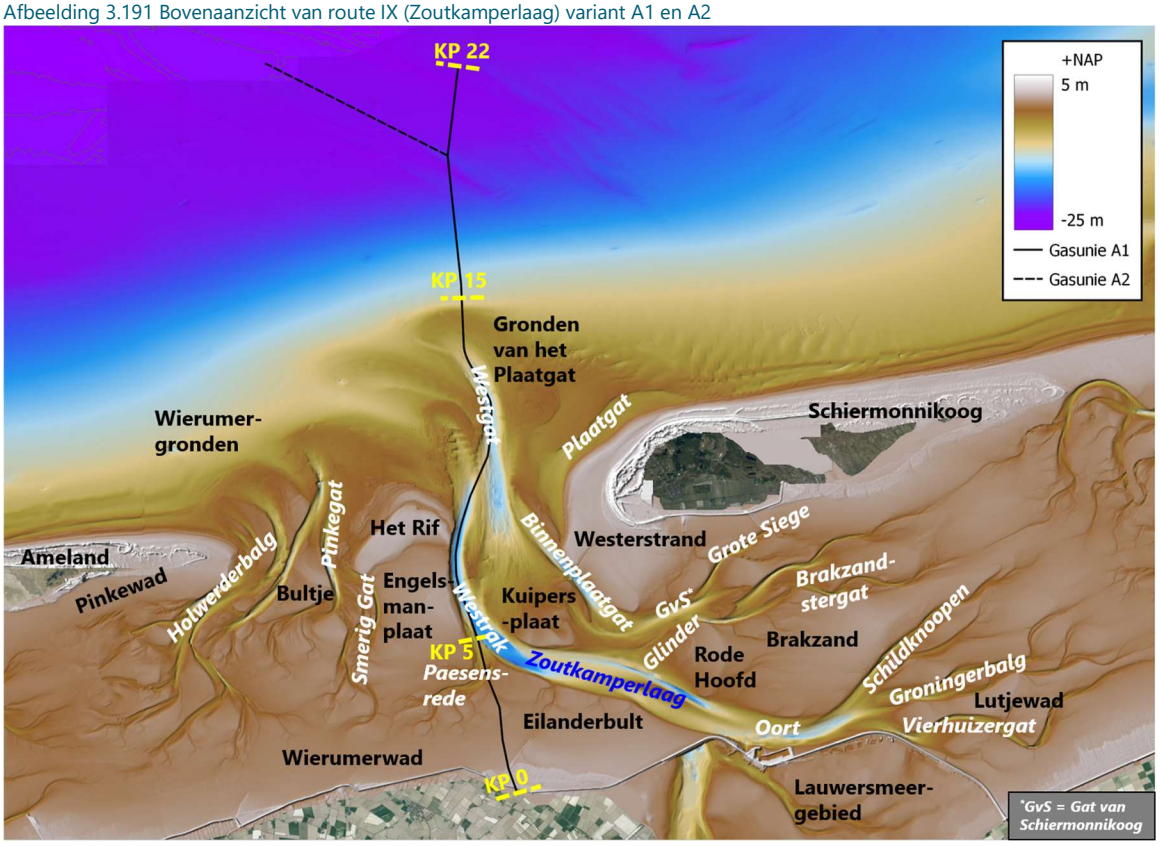


3.6 Route IX - Zoutkamperlaag

3.6.1 Routebeschrijving en indeling deelgebieden

Voor route IX – Zoutkamperlaag worden twee varianten beschouwd (Afbeelding 3.191): variant ‘A1 en variant ‘A2. Deze twee varianten verschillen alleen in het Noordzeegebied (voorbij de 20 m diepte contour) en dus wordt voor het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel alleen variant ‘A1’ beschouwd. Route IX loopt vanaf de vastelandskust bij Paezens over het wad naar de Zoutkamperlaag (ter hoogte van de Westrak) en vervolgens door het Westgat naar het noorden.

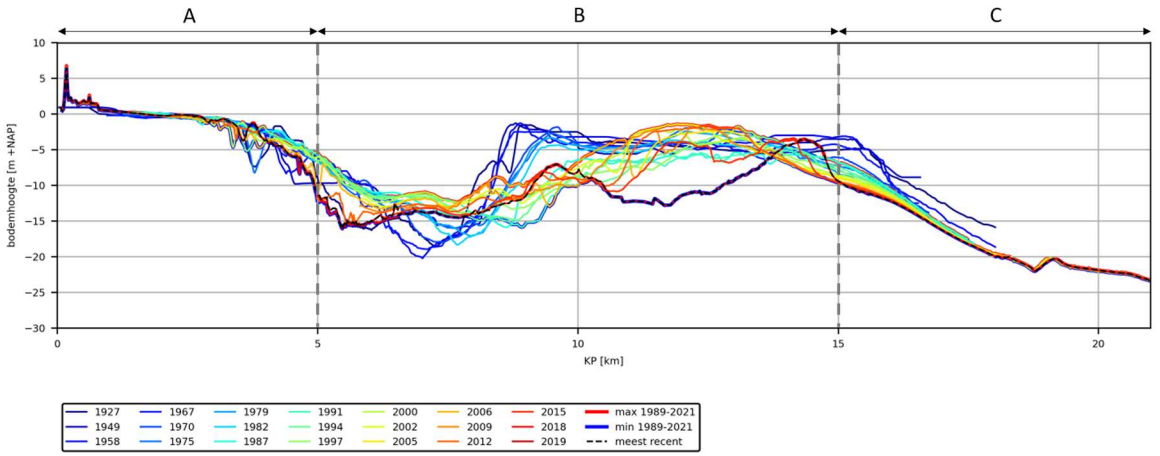
Afbeelding 3.191 Bovenaanzicht van route IX (Zoutkamperlaag) variant A1 en A2



Langs route IX onderscheiden we de volgende deelgebieden:
- Paesens tot aan Engelsmanplaat (KP 0 - 5);
- Westrak, Westgat en buitendelta (KP 5 - 15);
- Noordzeekustzone (KP 15 - 22).

In Afbeelding 3.192 is het langsprofiel weergegeven van route IX variant ‘A1’ met daarin de bodemhoogte voor alle beschikbare peilingen (1927-2019).

Afbeelding 3.192 Waargenomen bodemligging langs route IX variant ‘A1 door de jaren van 1927 t/m 2019. A = Paesens tot aan Engelsmanplaat (KP 0 - 5), B = Zoutkamperlaag, Westgat en buitendelta (KP 5 - 15), C = Noordzeekustzone (KP 15 - 22)

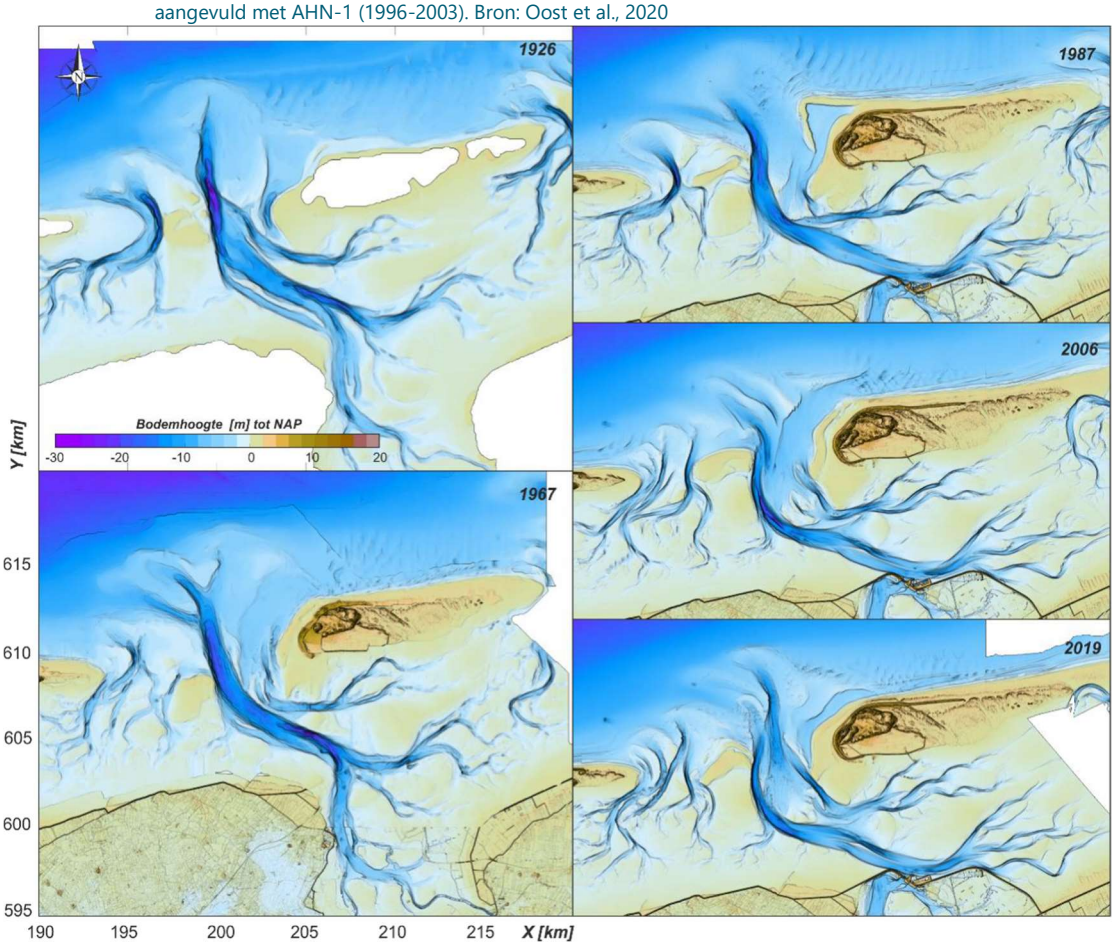


3.6.2 Grootschalige ontwikkelingen nabij de route

In de beschikbare studies naar het kombergingsgebied van het Friesche Zeegat (Zoutkamperlaag en Pinkegat) worden een aantal grootschalige ontwikkelingen beschreven die van belang zijn bij het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel (Vermaas & Elias, 2019; Oost, Cleveringa en Taal, 2020; Elias en Oost, 2021; Meijers, van Weerdenburg, Grasmeijer, Lenstra en Cleveringa, 2024):

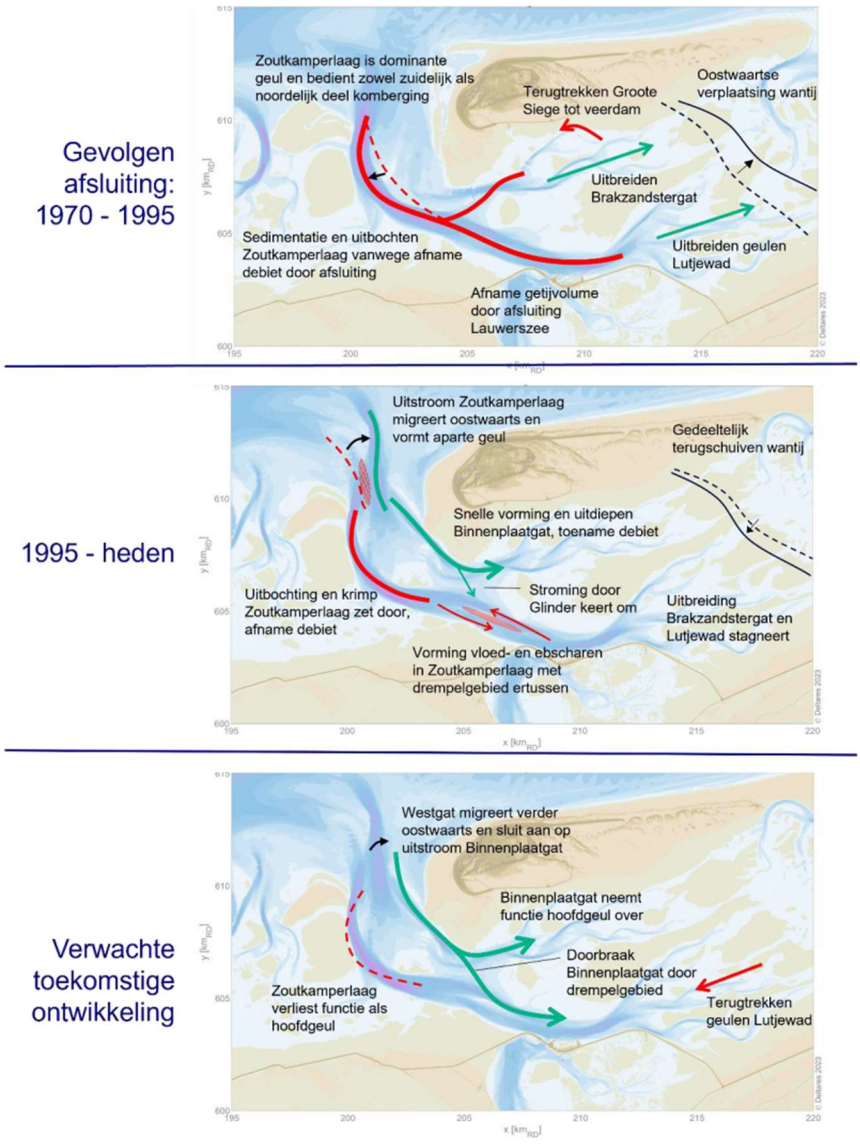
- in de oostelijke Waddenzee heeft de afsluiting van de Lauwerszee in 1969 een groot effect gehad (zie Afbeelding 3.193). Ten gevolge van deze ingreep is het watervolume dat per getijcyclus door de Zoutkamperlaag stroomt met 35% tot 43% afgenomen (Oost, 1995; Postma & Reenders, 1986) en is het zwaartepunt van het zuiden naar het oosten verplaatst. Nog altijd vormen de geulen en platen in de buitendelta en het gebied achter dit zeegat zich naar deze veranderingen. De doorsnede van geulen neemt af door sedimentatie en er vormen zich nieuwe wadplaten. Dit proces vindt plaats op een tijdschaal van meerdere decennia;
- sedimentatie in de Zoutkamperlaag gaat gepaard met een afnemend debiet en uitbochting naar het zuidwesten, voornamelijk door sedimentatie in de binnenbocht;
- de buitendelta van het zeegat van de Zoutkamperlaag vertoont een complex gedrag. Er zijn grofweg drie perioden te onderscheiden: perioden met een enkele hoofdgeul (1927-2018) en perioden met twee hoofdgeulen: 1820-1921 en de periode vanaf 2018. Recentelijk (2015-2018) heeft zich oostwaarts van de oude hoofdgeul Zoutkamperlaag een nieuwe geul gevormd, het Binnenplaatgat, die snel in diepte is toegenomen;
- het gedrag van de geulen en banken op de buitendelta kan worden beschreven met de conceptuele modellen van buitengeul verplaatsing (alleen het uiteinde van de hoofdgeul verplaatst cyclisch) en hoofd-ebgeul verplaatsing (de gehele geul verplaatst). Het concept van cyclische ontwikkeling is voor het Friesche Zeegat niet voldoende toepasbaar. Stochastische processen, door mens of natuur geïnitieerd, spelen hiervoor een te belangrijke rol (Elias en Oost, 2021);
- het wad aan de kust van Friesland (Wierumerwad, Eilanderbult) valt bij laagwater droog, heeft een ruimtelijk homogeen bodemniveau en is vertoont weinig bodemhoogte veranderingen door de tijd.

Afbeelding 3.193 De grootschalige ontwikkeling van de Zoutkamperlaag gebaseerd op lodingen en voor vasteland en eilanden aangevuld met AHN-1 (1996-2003). Bron: Oost et al., 2020



De volgende paragraaf is volledig gebaseerd op informatie uit Meijers et al. (2024). Daarin wordt een voorspelling gemaakt van de verwachte morfologische ontwikkeling van het getijdebekken Zoutkamperlaag in de komende jaren tot decennia. Het Binnenplaatgat is snel in diepte toegenomen. Tegelijkertijd is in de Zoutkamperlaag sprake van verzanding en steeds verdere uitbochting. Modelberekeningen laten zien dat de debieten door de Zoutkamperlaag gestaag afnemen terwijl het Binnenplaatgat aan belang wint. Met het noordoostwaarts verschoven zwaartepunt na de afsluiting van de Lauwerszee ligt het Binnenplaatgat gunstiger om het bekken te bedienen. De verwachting is dat de Zoutkamperlaag verder blijft uitbochten en in doorsnede afneemt. Het is waarschijnlijk dat het Binnenplaatgat op termijn de functie van de huidige hoofdgeul Zoutkamperlaag zal overnemen. Ook wordt verwacht dat het Westgat verder oostwaarts migreert en aansluit op de aanstroom van het Binnenplaatgat. Bovengenoemde verwachtingen zijn meegenomen bij het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel van route IX.

Afbeelding 3.194 Conceptueel model van de ontwikkeling van het getijdebekken Zoutkamperlaag. Groene lijnen geven vormende en uitbreidende geulen weer, rode lijnen krimpende/terugtrekkende geulen. Overgenomen uit Meijers et al. (2024)



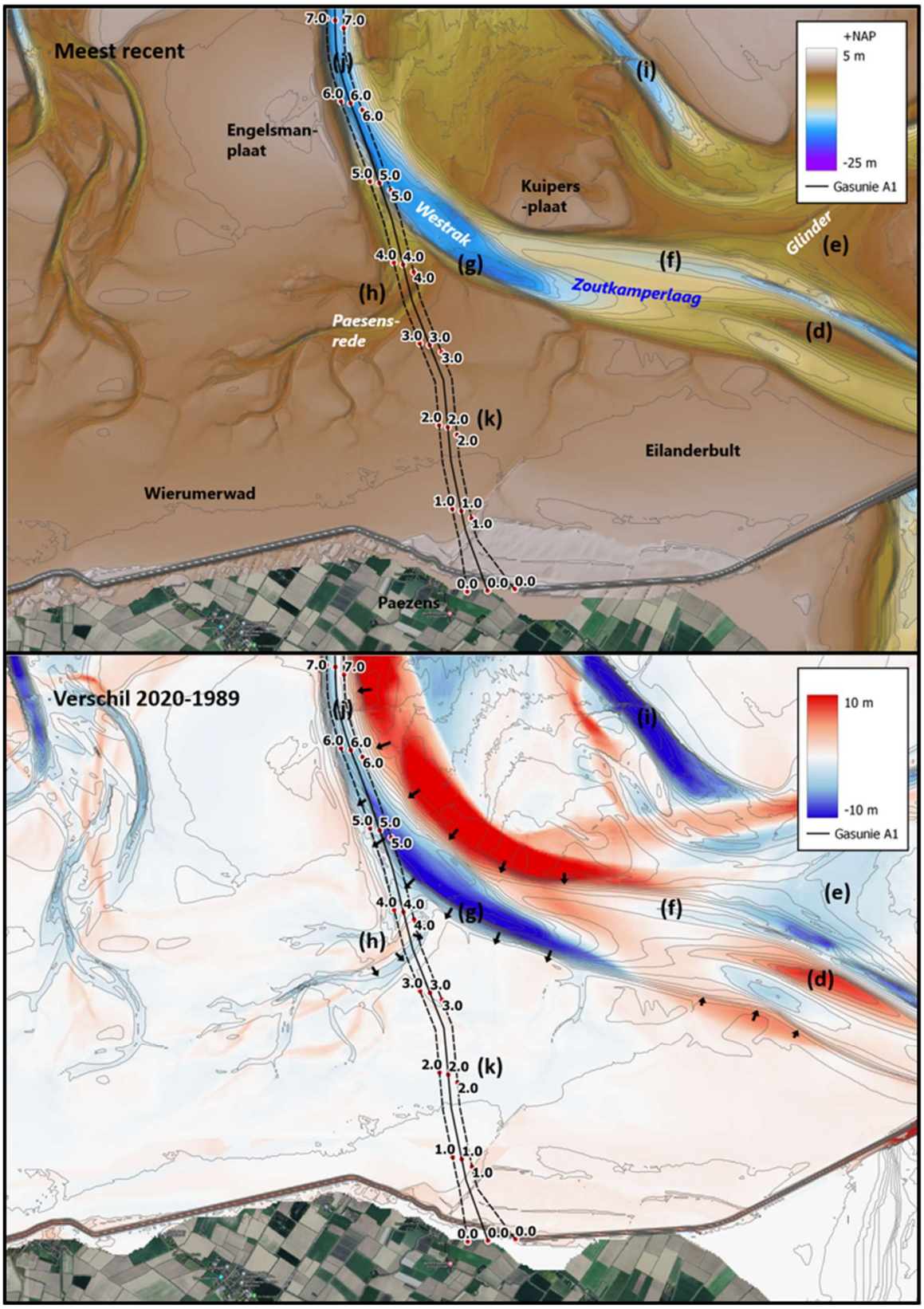
3.6.3 Deelgebied A - Oort en Westrak tot aan Engelsmanplaat (KP 0 - 5)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

In Afbeelding 3.195 zijn de belangrijkste morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied A samengevat:

- (d): ontwikkeling van een ondiepte;
- (e): verdieping van de Glinder;
- (f): eb-vloed schaar in de Zoutkamperlaag, bodemhoogte relatief stabiel;
- (g): buitenbocht van de Zoutkamperlaag (Westrak) erodeert waardoor de geul zich richting het zuiden beweegt;
- (h): migratie van de Paesensrede naar het zuidoosten;
- (i): verdieping van het Binnenplaatgat;
- (j): relatief stabiel deel van hoofdgeul Zoutkamperlaag (Westrak);
- (k): Wierumerwad en Eilanderbult, bodemniveau ruimtelijk homogeen en beperkt dynamisch.

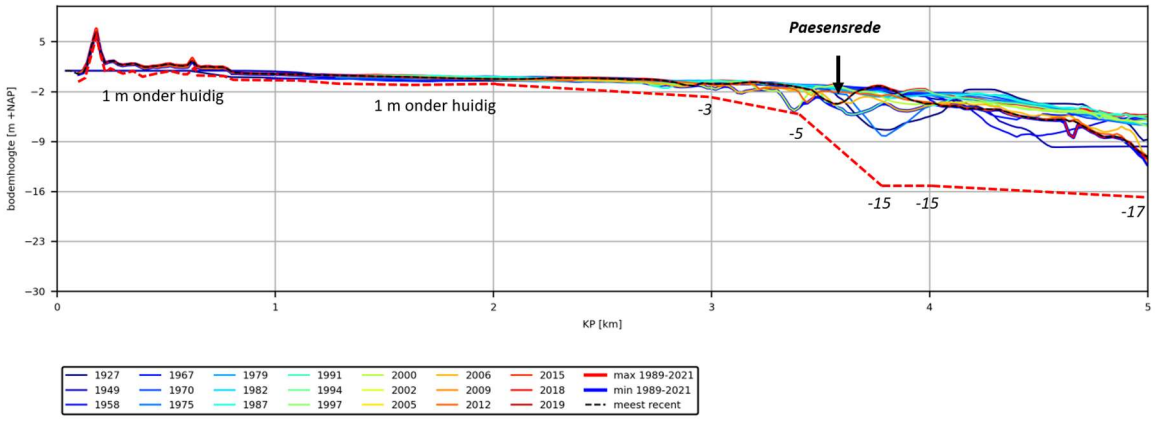
Afbeelding 3.195 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied A (KP 0 - 5)



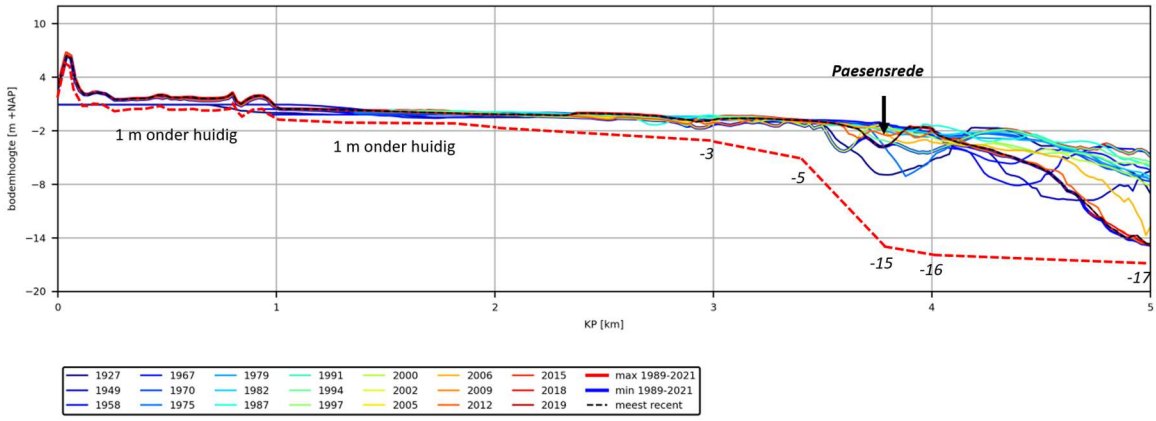
Morfologisch ontwerpprofiel

In Afbeelding 3.196, Afbeelding 3.197 en Afbeelding 3.198 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route IX - variant 'A1' binnen deelgebied A (KP 0 - KP 5). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

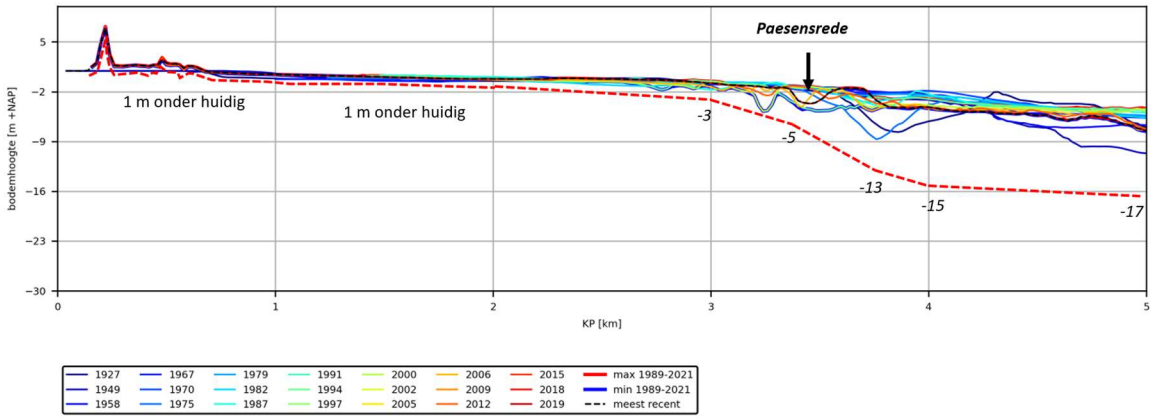
Afbeelding 3.196 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route IX variant 'A1' door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 5). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.197 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route IX variant 'A1' door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 5). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.198 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route IX variant 'A1' door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 5). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

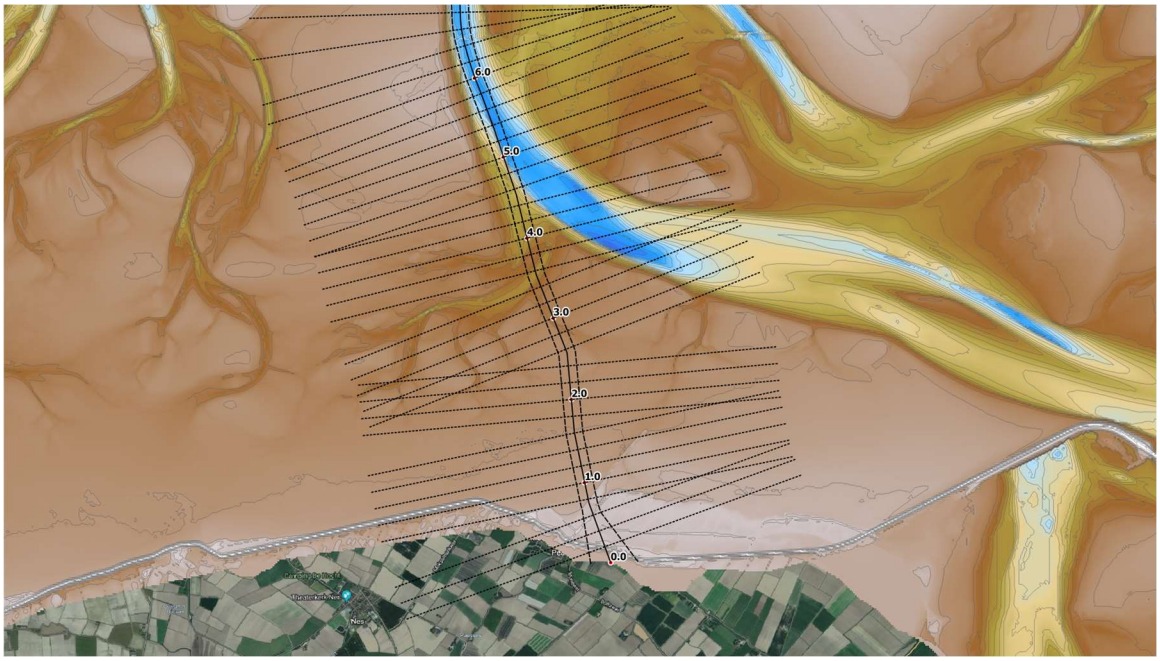


Langs dit deel van het langsprofiel zijn de volgende ontwikkelingen relevant:

- KP 0-3 (Afbeelding 3.200): stabiel wad, de variatie in bodemhoogte in de afgelopen 40 jaar is hier tussen 0,5 en 1,5 m (geen duidelijke trend);
- KP 3-5 (Afbeelding 3.201 en Afbeelding 3.202): de Paesensrede die naar het zuiden migreert en aansluiting op de Zoutkamperlaag.

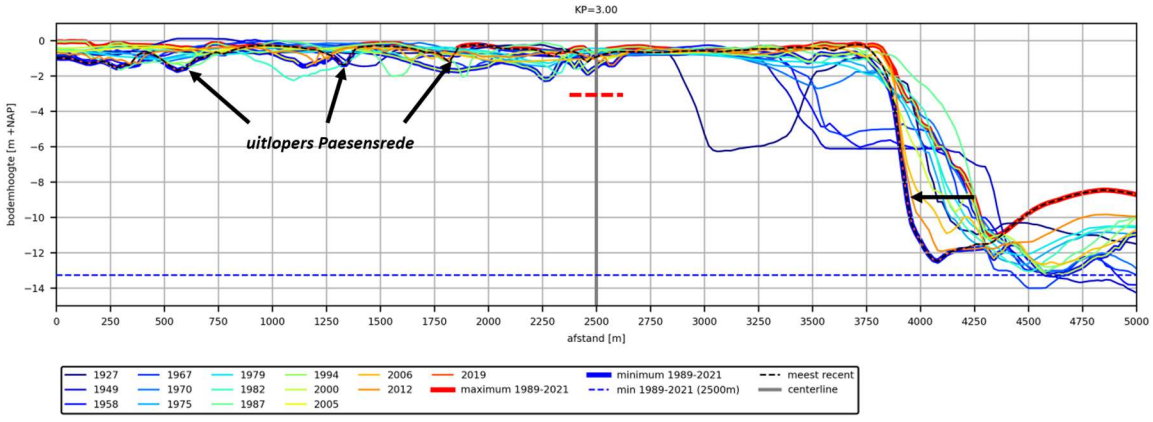
In Afbeelding 3.200 t/m Afbeelding 3.202 wordt de keuze voor het morfologische ontwerpprofiel voor de middenlijn van route IX aan de hand van enkele dwarsprofielen nader toegelicht. De locatie van deze dwarsprofielen is weergegeven in Afbeelding 3.199.

Afbeelding 3.199 Overzicht dwarsprofielen met KP-nummers langs route IX variant 'A1'



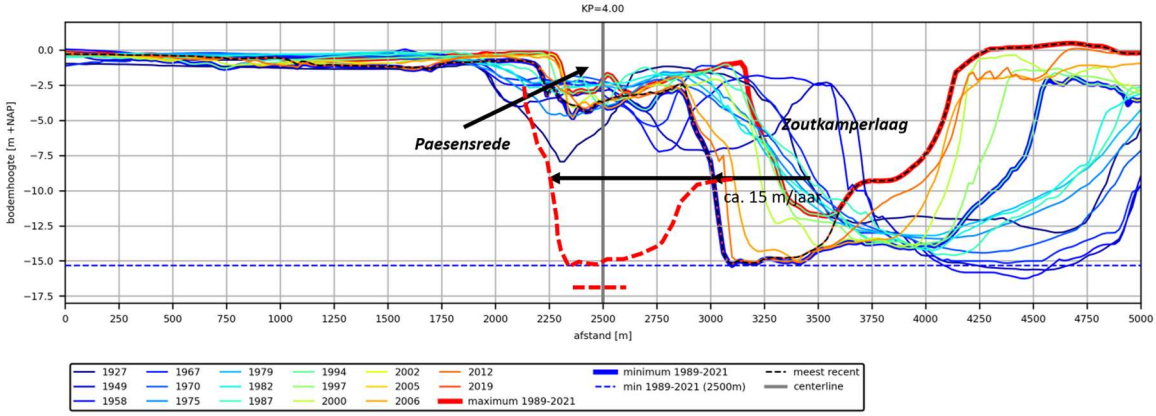
De variatie in bodemhoogte op het wad tussen KP 0 en KP 3 in de afgelopen 40 jaar is tussen de 0,5 en 1,5 m (geen duidelijke trend). Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel 1 m (KP 0-2) tot 2 m (KP 2-3) onder het huidige bodemniveau geplaatst.

Afbeelding 3.200 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 3 van route IX variant A1 - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



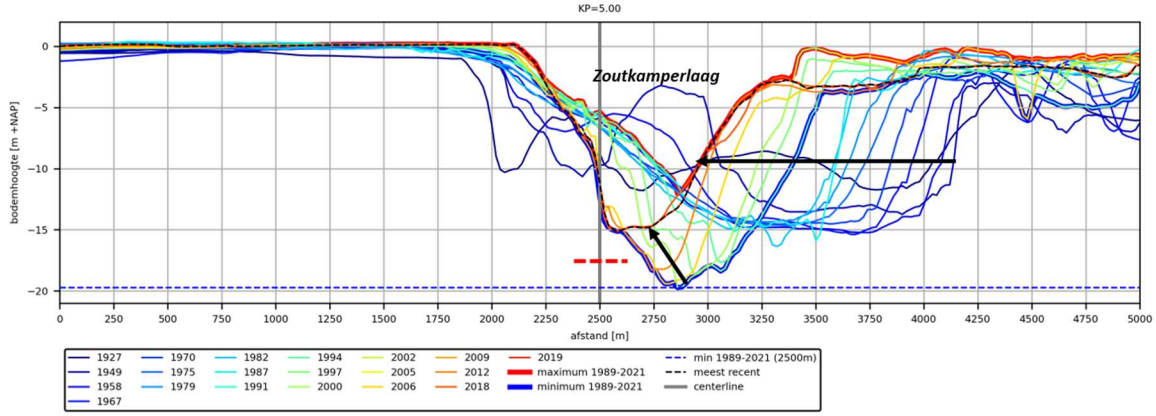
Bij KP 4 loopt route IX door de Paesensrede. Deze kleine geul (vertakking van de Zoutkamperlaag) beweegt naar het zuiden en kan in de komende 50 jaar verdiepen. Belangrijker is dat de Zoutkamperlaag hier naar het zuidwesten beweegt. Als de uitbochting van de afgelopen 40 jaar zich doorzet kan het diepste punt van de Zoutkamperlaag over 50 jaar nabij de middenlijn van de route liggen bij KP 4. Verwacht wordt dat in de toekomst de diepte van de Zoutkamperlaag zal afnemen als het Binnenplaatgat de functie van hoofdgeul gaat overnemen. Omdat deze verondieping onzeker is wordt voor het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 4 rekening gehouden met het huidige diepste punt van de Zoutkamperlaag. Het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 4 is daarom gekozen op -15 m NAP.

Afbeelding 3.201 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 4.0 van route IX variant A1 - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Bij KP 5 loopt de route langs het talud van de Zoutkamperlaag (overgang naar Paesensrede). De Zoutkamperlaag bocht uit naar het zuidwesten. In het verleden (omstreeks 2005) was de Zoutkamperlaag hier op zijn diepste punt ongeveer -21 m NAP. Sinds ongeveer het jaar 2000 wordt de Zoutkamperlaag hier ondieper. Het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 5 is gekozen op -17 m NAP, 2 m onder het huidige diepste punt van de Zoutkamperlaag langs het dwarsprofiel en ongeveer 5 m beneden het meest recente bodemniveau. Een verplaatsing van de route naar het diepste punt van de geul kan de begraafdiepte hier met 3-4 m beperken.

Afbeelding 3.202 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 5.0 van route IX variant A1 - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



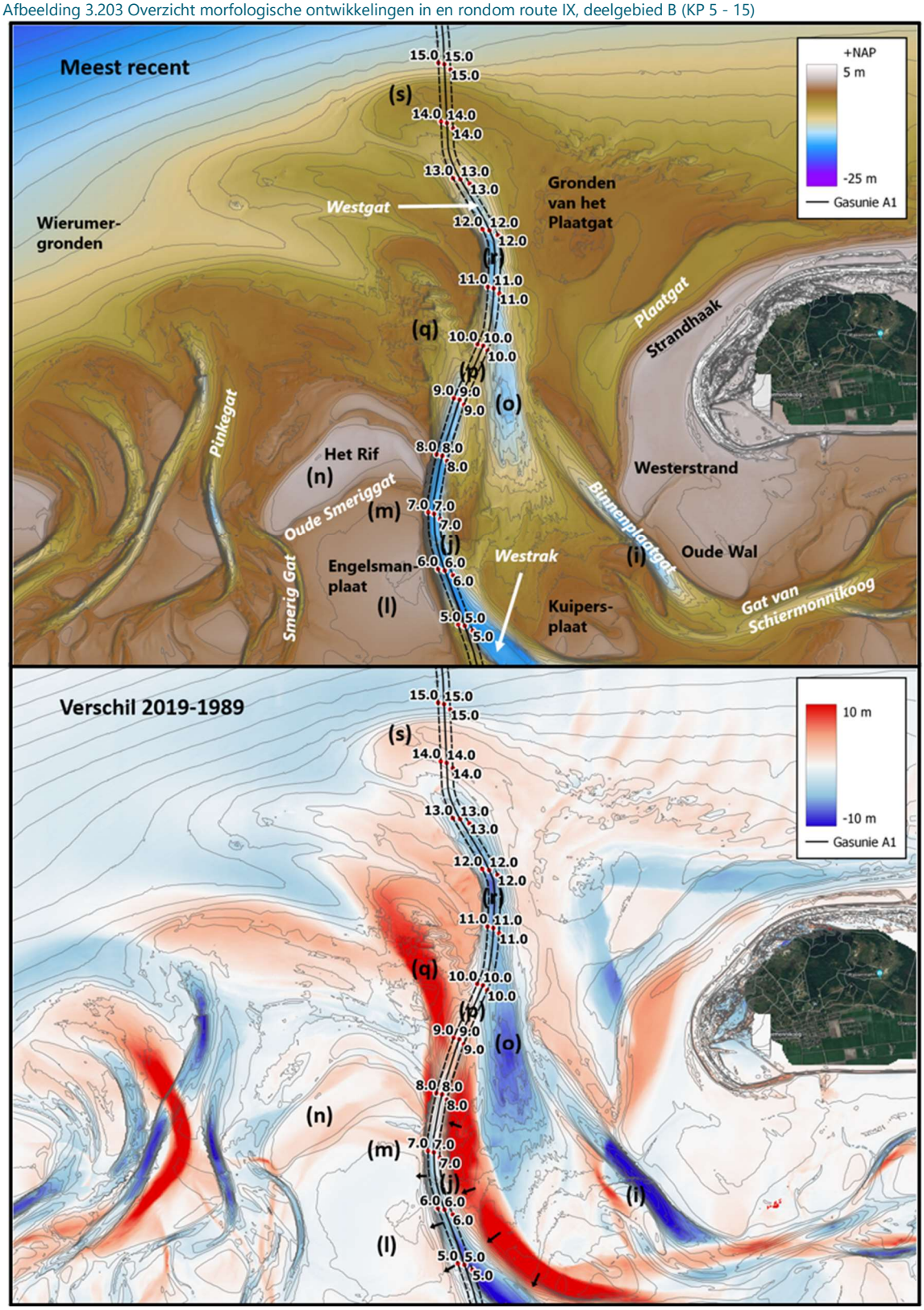
3.6.4 Deelgebied B - Westrak, Westgat en getijde delta (KP 5 - 25)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

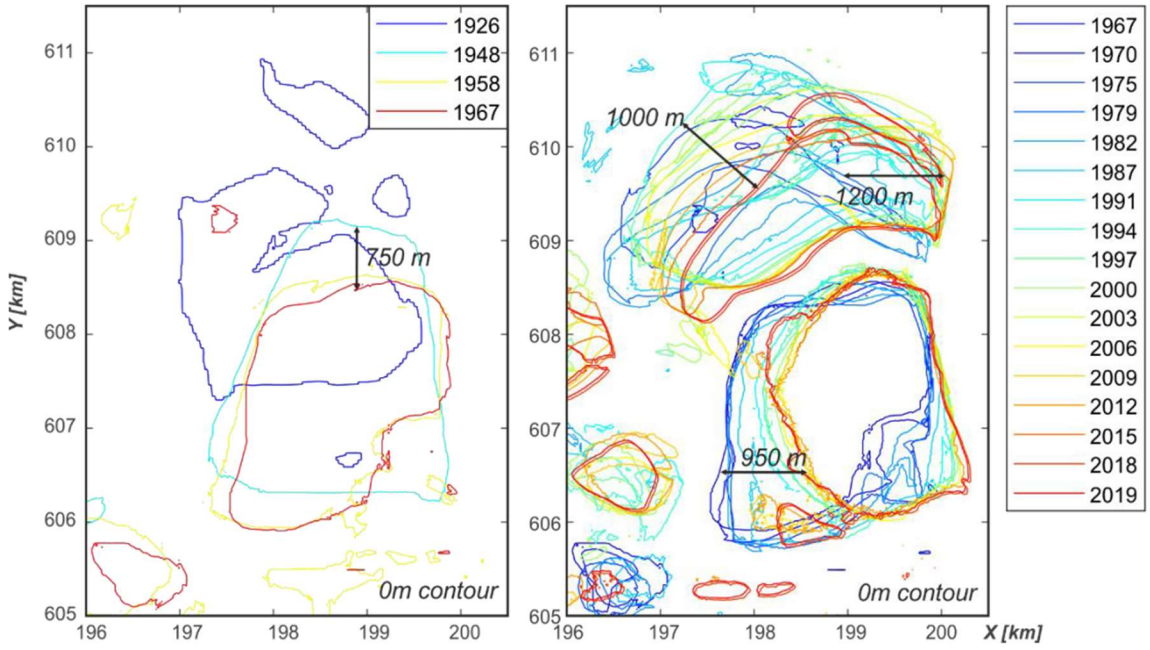
In Afbeelding 3.203 zijn de belangrijkste morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied B samengevat:

- (i): verdieping van het Binnenplaatgat;
- (j): relatief stabiel deel van hoofdgeul Zoutkamperlaag (Westrak);
- (l): Engelsmansplaat met relatief stabiele bodemligging, de zuidoost punt van deze plaat bouwt uit naar het oosten (richting de Zoutkamperlaag);
- (m): opvulling van het het Oude Smeriggat (kortsluitgeul) tussen de Engelmansplaat en het Rif;
- (n): Het Rif, een plaat die vanaf 1958 ontstaat als een ondiepe bank op de voorliggende buitendelta en daarna een duidelijke halvemaan-vorm krijgt en verder in hoogte toeneemt. Op het Rif bevinden zich duinen met een hoogte van +2m NAP, die overwash en landwaartse migratie van Het Rif onderdrukken.
- (o): verdieping in de oostelijke vloedgeul;
- (p): ondiepe rug op de overgang van de eb- naar de vloedgeul;
- (q): sterke sedimentatie in de hoofd(eb)geul door de overgang van een één-geulensysteem naar een meergeulensysteem;
- (r): verdieping en oostwaartse migratie van het Westgat, de hoofdebgeul die de uitstroming vanuit het bekken verzorgt (uitstroomopening van de Zoutkamperlaag);
- (s): dynamische buitendelta.

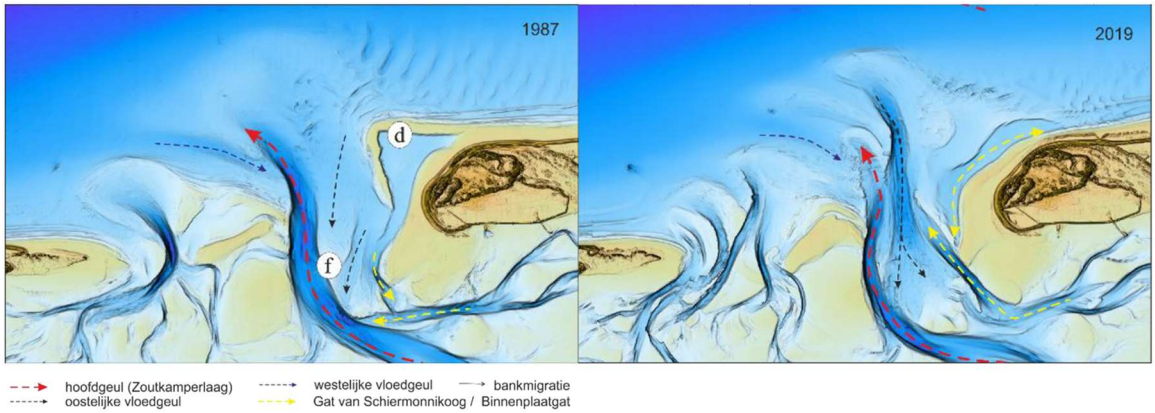
Afbeelding 3.203 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route IX, deelgebied B (KP 5 - 15)



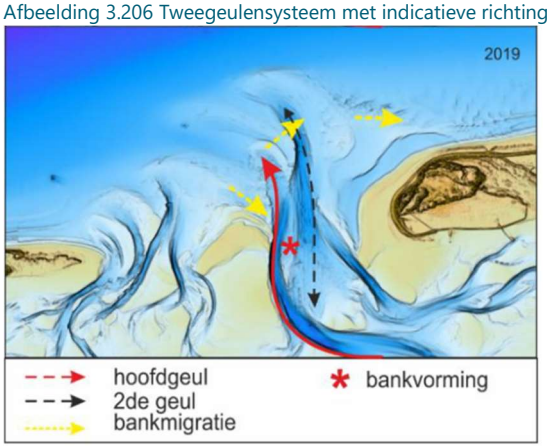
Afbeelding 3.204 Ontwikkeling van het Engelsmanplaat en Het Rif in de periode 1926-1967 (links) en 1967-2019 (rechts) door visualisatie van de 0 m NAP contouren. Overgenomen uit Elias, E., Oost, A. (2021)



Afbeelding 3.205 Buitendelta van de Zoutkamperlaag in 1987 (één-geulensysteem) en in 2019 (meer-geulensysteem), overgenomen uit Elias, E., Oost, A. (2021)



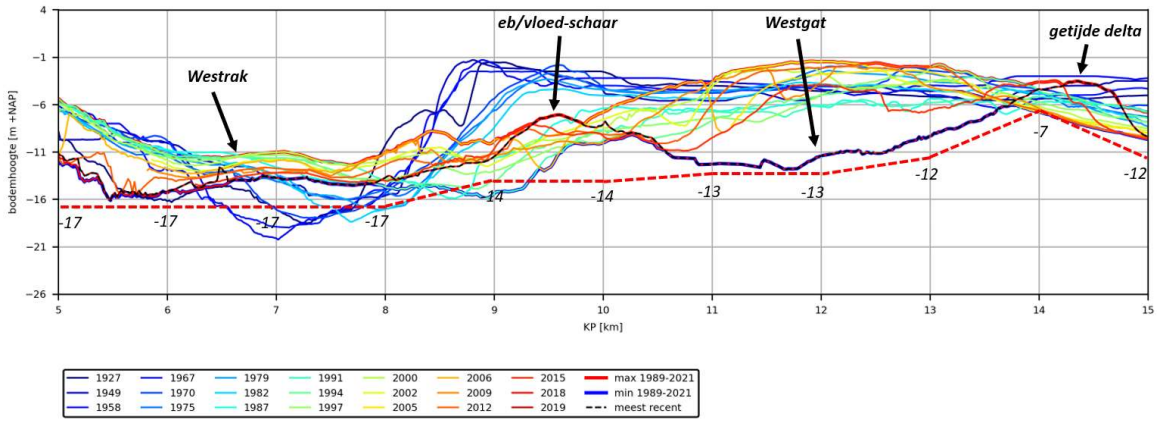
Afbeelding 3.206 Tweegeulensysteem met indicatieve richting bankmigratie, overgenomen uit Elias, E., Oost, A. (2021)



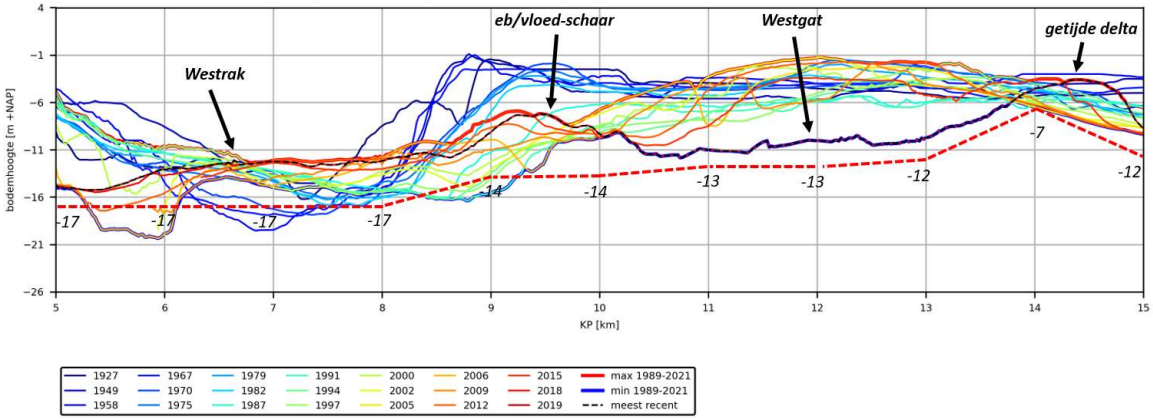
Morfologisch ontwerpprofiel

In Afbeelding 3.207, Afbeelding 3.208 en Afbeelding 3.209 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, zijlijn oost en zijlijn west van route IX - variant 'A1 - binnen deelgebied B (KP 5 - KP 15). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

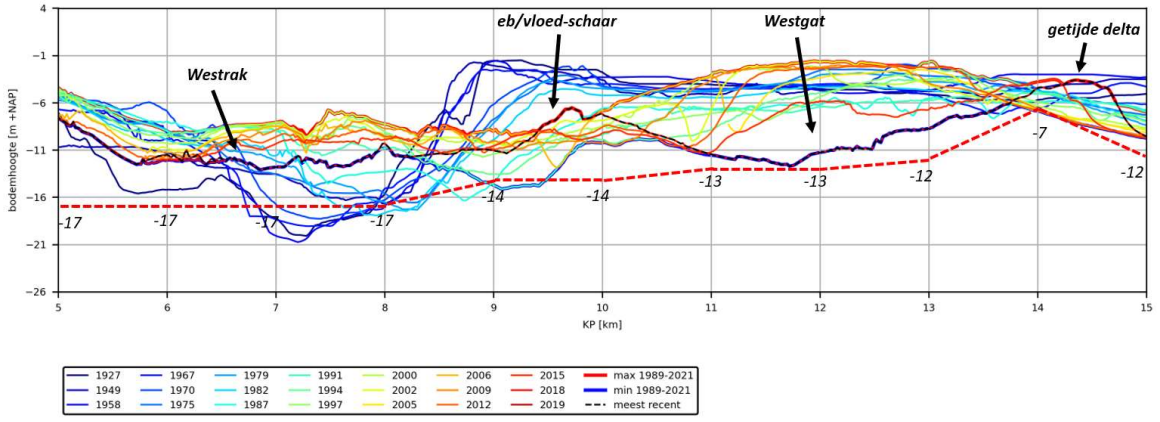
Afbeelding 3.207 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route IX variant 'A1 door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 5 - 15). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.208 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route IX variant 'A1 door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 5 - 15). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



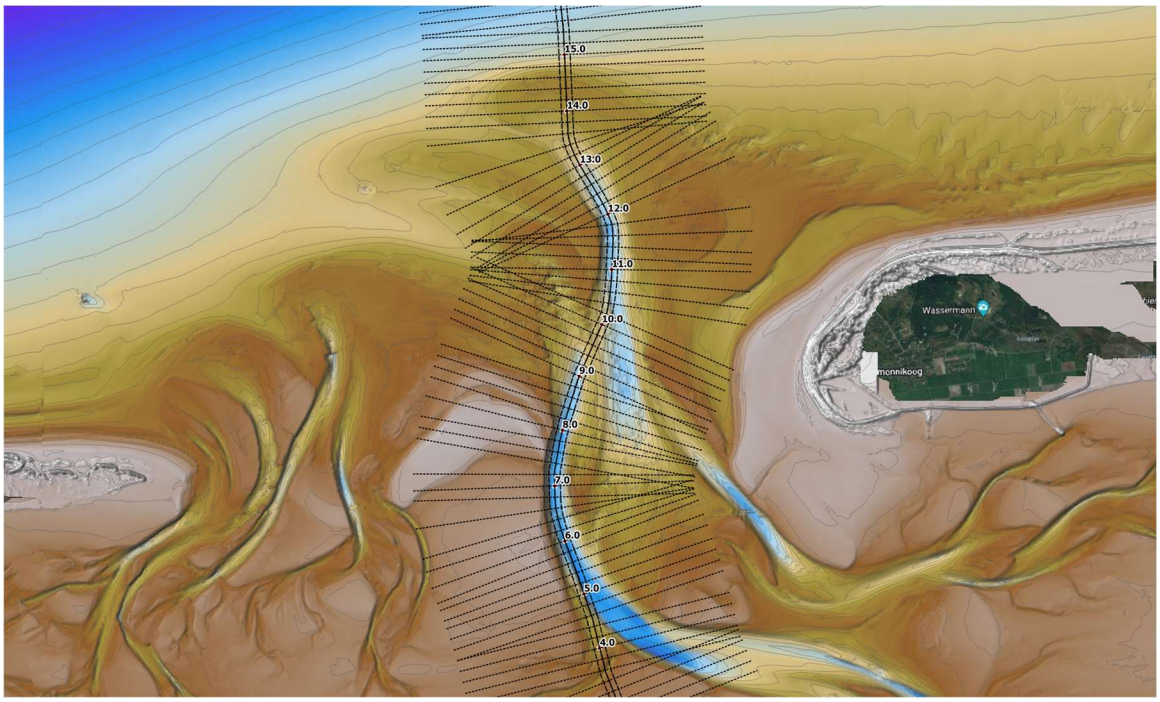
Afbeelding 3.209 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route IX variant 'A1 door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 5 - 15). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Langs dit deel van het langsprofiel zijn de volgende ontwikkelingen relevant:
- KP 5-7 (Afbeelding 3.211): verdieping van de Westrak;
- KP 7-10 (Afbeelding 3.212): verondieping op de overgang van de Westrak naar het Westgat (eb-vloed schaar);
- KP 10-14 (Afbeelding 3.213): Westgat dat naar het noordoosten migreert;
- KP 14 (Afbeelding 3.214): buitendelta die de afgelopen decennia naar het noorden uitbouwt;
- KP 15 (Afbeelding 3.215): verdieping van het gebied ten noorden van de buitendelta.

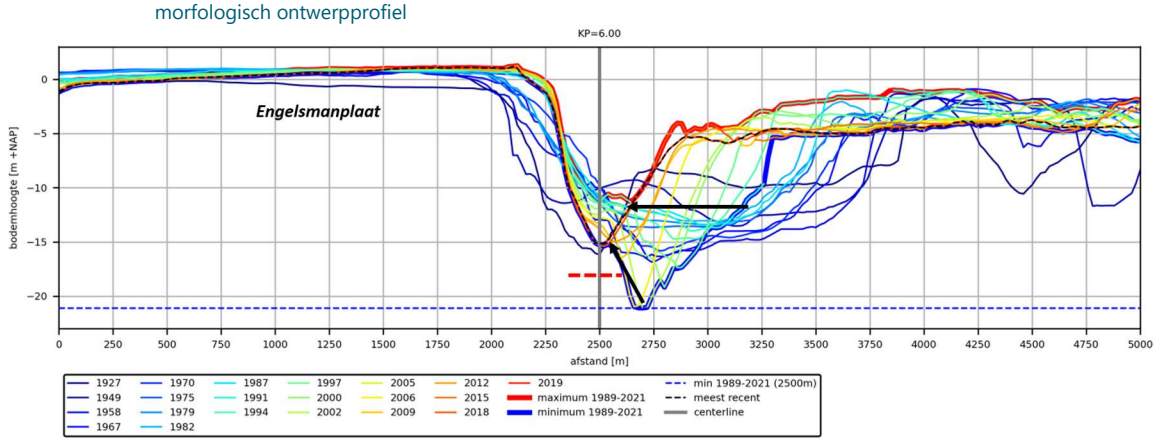
In Afbeelding 3.211 t/m Afbeelding 3.215 wordt de keuze voor het morfologische ontwerpprofiel aan de hand van enkele dwarsprofielen nader toegelicht. De locatie van deze dwarsprofielen is weergegeven in Afbeelding 3.210.

Afbeelding 3.210 Overzicht dwarsprofielen met KP-nummers langs route IX variant 'A1 - deelgebied B



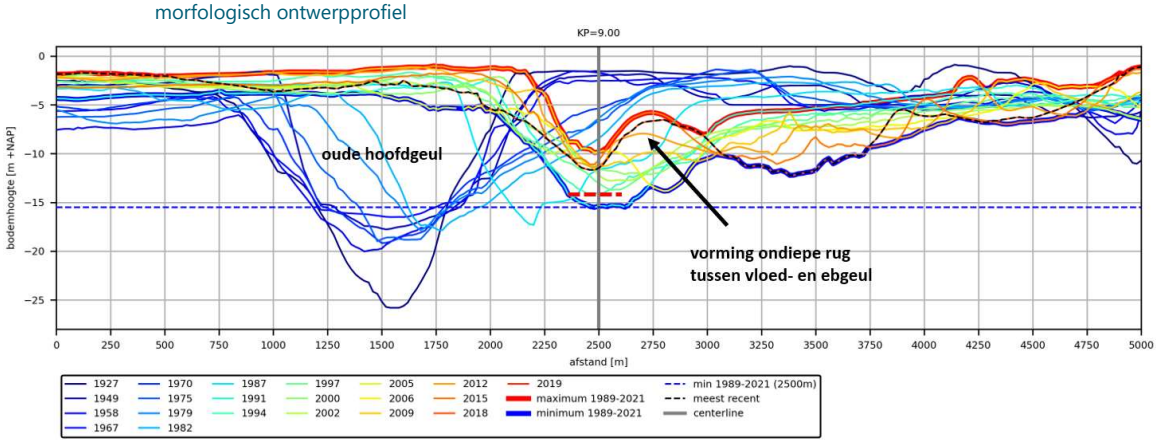
Tussen KP 5 en KP 7 loopt route IX door de Westrak, ten oosten van Het Rif. De geul is hier in de afgelopen decennia flink in doorsnede afgenomen en verondiept. De geul is ook smaller geworden door aanzanding aan de oostzijde. De verwachting is dat de verondieping hier zal doorzetten, maar beperkte verdieping kan niet geheel worden uitgesloten. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 6 gekozen op -17 m NAP, 2 m onder het huidige diepste punt van de geul.

Afbeelding 3.211 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 6.0 van route IX variant 'A1. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



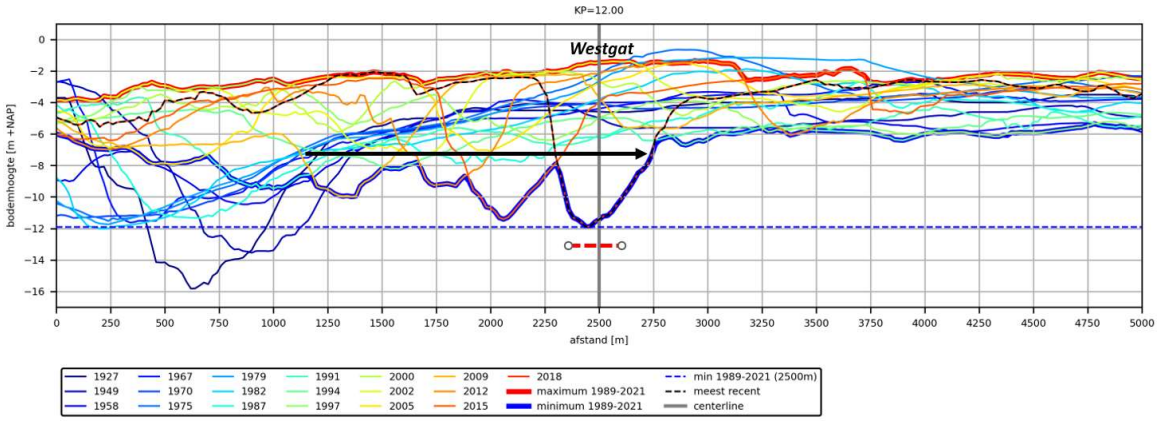
Tussen KP 7 en KP 10 kruist de route een ondiepe rug tussen de vloed- en ebgeul op de overgang tussen de Westrak en het Westgat. Het is hier in de huidige situatie relatief ondiep, maar als de schaar verdwijnt kan flinke verdieping optreden maar verwacht wordt dat in dat geval de geul ten oosten van de middenlijn verdiepte. Het morfologisch ontwerpprofiel is bij KP 9 gekozen op -14 m NAP, dit is 1 m boven het diepste niveau van de geul nabij deze locatie in de afgelopen 40 jaar.

Afbeelding 3.212 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 9.0 van route IX variant 'A1. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



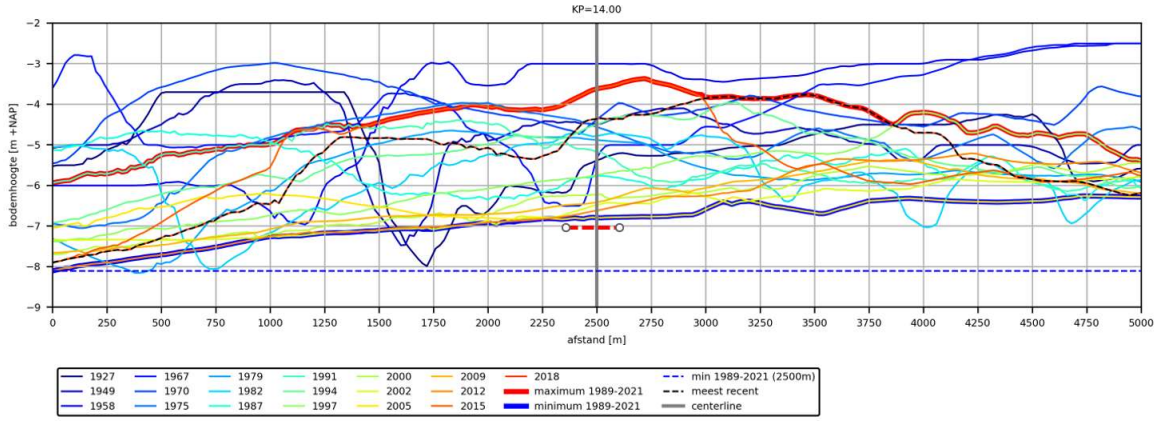
Ter hoogte van KP 12 loopt de route door het Westgat. Tussen 2015 en 2019 is de geul hier circa 400 m naar het oosten verplaatst en daarbij iets verdiept. Verdere verdieping kan in de komende 50 jaar niet worden uitgesloten. Aangezien de geul waarschijnlijk verder naar het oosten migreert is het onwaarschijnlijk dat boven de middenlijn route verdieping gaat optreden. Omdat verdieping van de geul ter hoogte van KP 12 niet helemaal kan worden uitgesloten is rekening gehouden met een mogelijke verdieping van 2 m. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 12 gekozen op -13 m NAP. Dat is circa 1 m beneden het meest recente bodemniveau.

Afbeelding 3.213 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 12.0 van route IX variant 'A1. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



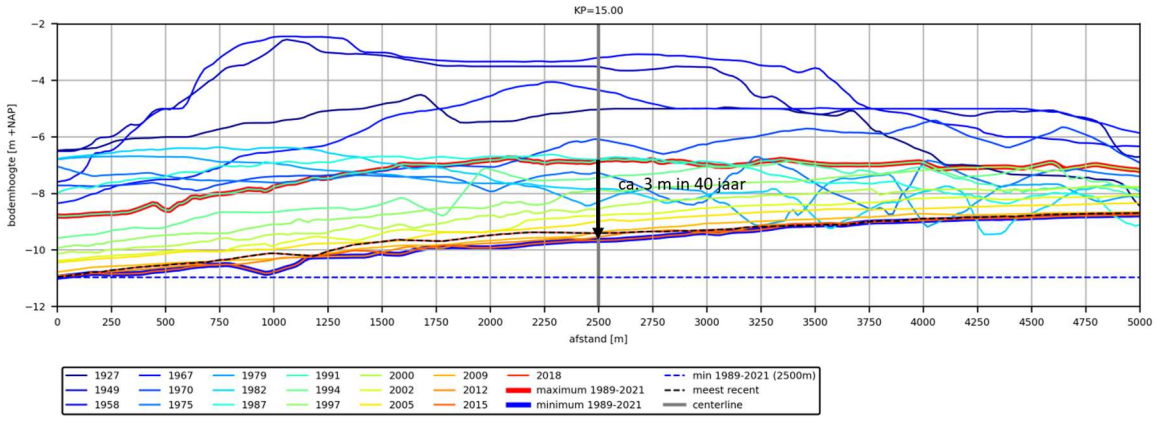
Bij KP 14 kruist de route de buitendelta van de Zoutkamperlaag. Het is hier relatief ondiep in de huidige situatie, maar door het dynamische gedrag van dit type delta's kan bodemniveau hier behoorlijk variëren. Het Westgat buigt nu ter hoogte van KP 20 naar het westen af, maar kan in de toekomst over langere afstand langs de route lopen. Het morfologisch ontwerpprofiel is daarom bij KP 14 gekozen op -7 m NAP, dat is ongeveer gelijk aan het diepste punt van de uitloper van het Westgat door de buitendelta.

Afbeelding 3.214 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 14.0 van route IX variant 'A1. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Direct noordelijke van de buitendelta treedt verdieping op (ongeveer 2 m in de periode 1987-2019). In de komende 50 jaar kan op basis hiervan een verdieping van 4 m optreden. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 15 gekozen op -14 m NAP (circa 4 m onder het meest recente bodemniveau).

Afbeelding 3.215 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 15.0 van route IX variant 'A1. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Aandachtspunten

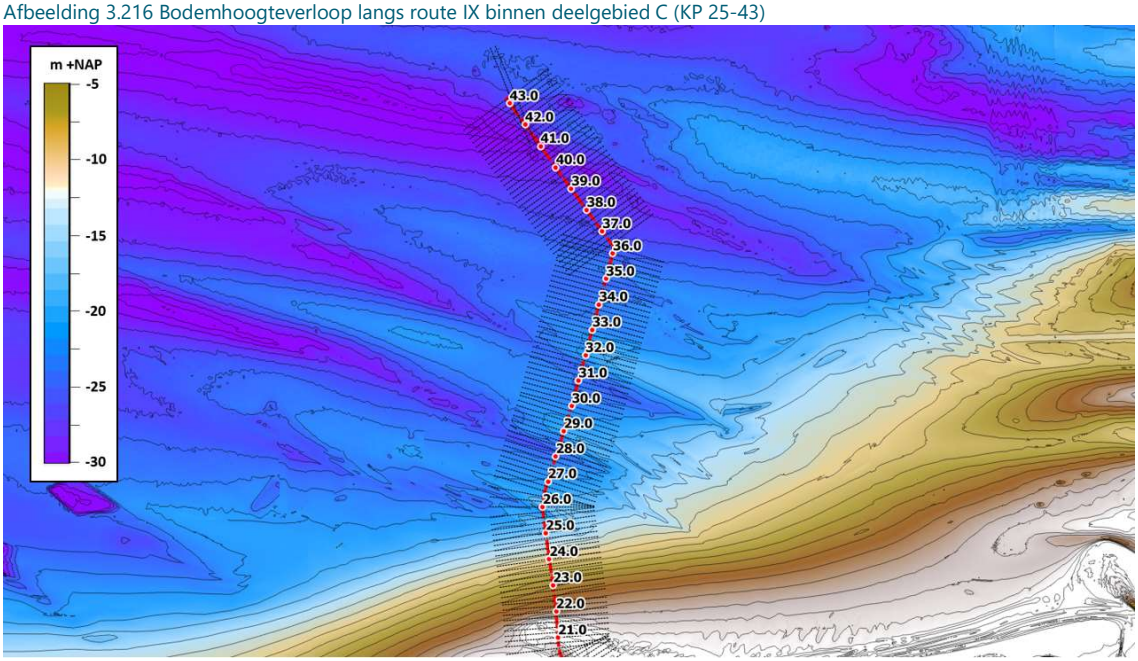
- tussen KP 13 en KP 15 kruist route IX de buitendelta van de Zoutkamperlaag in noordelijke richting. De begraafdiepte kan aanzienlijk worden beperkt als de route het Westgat volgt, welke vanaf KP 13 afbuigt naar het westen ten opzichte van de in baseline 3 vastgestelde route.

3.6.5 Deelgebied C - Noordzeekustzone (KP 25 - 43.74)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- tussen circa KP 25 en 43 loopt de route over drie kustaangehechte banken. Voor dit gebied zijn slechts peilingen beschikbaar voor de periode 2000 - 2018. In die periode is het bodemniveau iets gedaald (circa 0,5 m in 20 jaar). Het is niet uit te sluiten dat langs dit deel van het tracé de bodemhoogte met circa 2 m zal dalen in de komende 50 jaar door het migreren van de banken, de hoogte van deze banken is langs de route ongeveer 2 m.

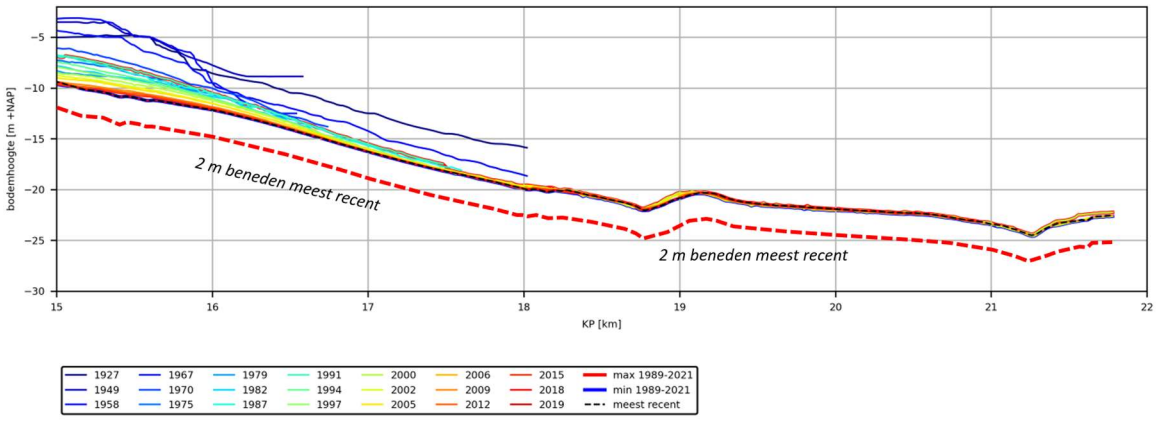
Afbeelding 3.216 Bodemhoogteverloop langs route IX binnen deelgebied C (KP 25-43)



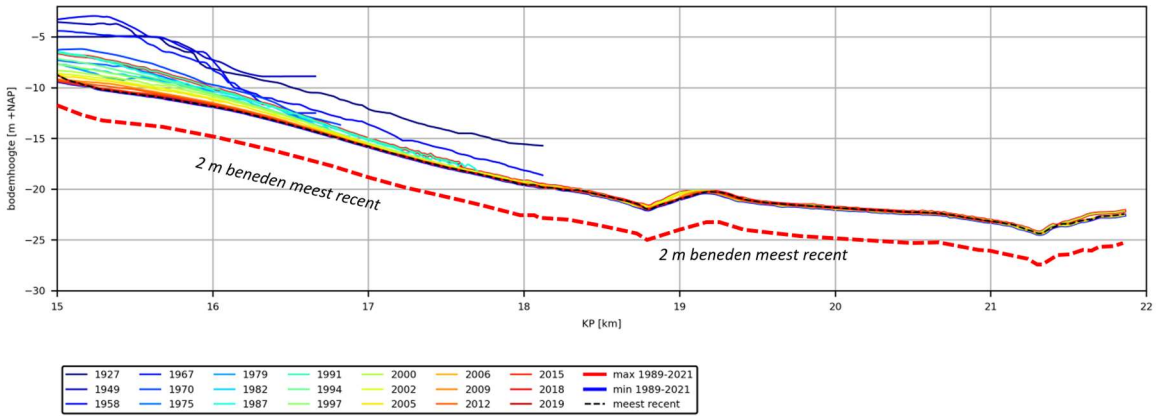
Morfologisch ontwerpprofiel

In Afbeelding 3.217, Afbeelding 3.218 en Afbeelding 3.219 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, zijlijn oost en zijlijn west van route IX - variant 'A1 - binnen deelgebied C (KP 15 - KP 22). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

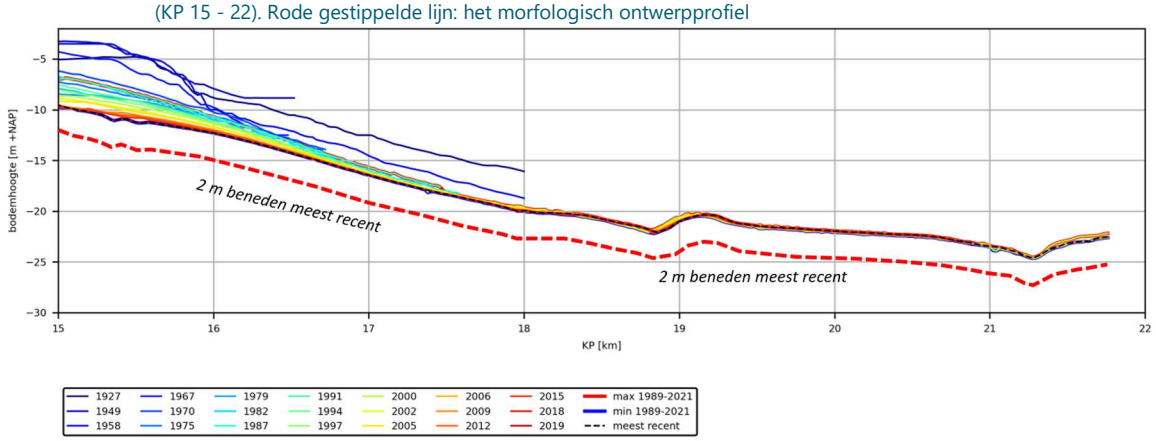
Afbeelding 3.217 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route IX variant 'A1' door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 15 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.218 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route IX variant 'A1' door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 15 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.219 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route IX variant 'A1' door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 15 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

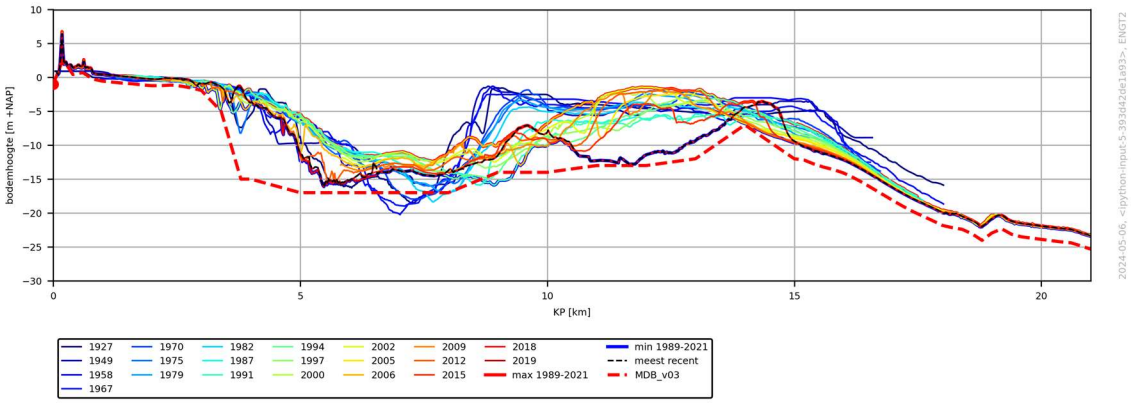


3.6.6 Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel

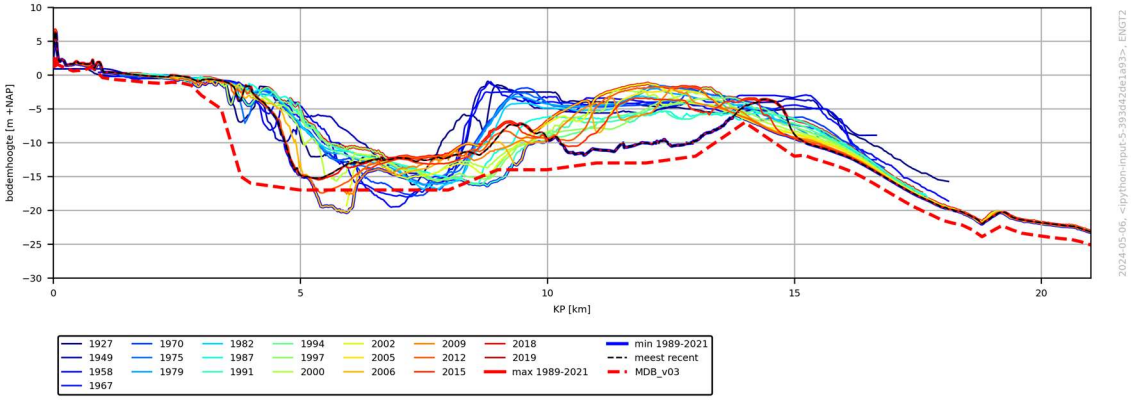
Afbeelding 3.220, Afbeelding 3.221 en Afbeelding 3.222 geven het morfologisch ontwerpprofiel weer van de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijk zijlijn van route IX variant 'A1'. In bijlage III is per route de diepte weergegeven van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau.

Aandachtspunten en mogelijke optimalisaties bij deze route zijn als volgt:
- ter hoogte van KP 5 kan een verplaatsing van de route naar het diepste punt van de geul de begraafdiepte hier met 3-4 m beperken;
- tussen KP 13 en KP 15 kruist route IX de buitendelta van de Zoutkamperlaag in noordelijke richting. De begraafdiepte kan aanzienlijk worden beperkt als de route het Westgat volgt, welke vanaf KP 13 afbuigt naar het westen.

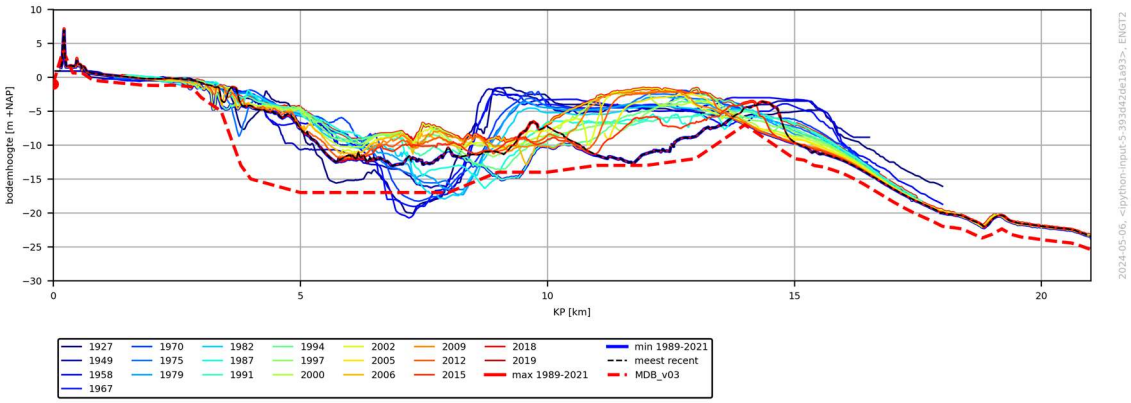
Afbeelding 3.220 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel voor de middenlijn van route IX variant 'A1' op basis van het hiervoor bepaalde morfologisch ontwerpprofiel. De overige lijnen geven de minimale, maximale en meest recente bodemligging



Afbeelding 3.221 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn oost van route IX variant 'A1' op basis van het hiervoor bepaalde morfologisch ontwerpprofiel. De overige lijnen geven de minimale, maximale en meest recente bodemligging



Afbeelding 3.222 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn west van route IX variant ‘A1‘ op basis van het hiervoor bepaalde morfologisch ontwerpprofiel. De overige lijnen geven de minimale, maximale en meest recente bodemligging



REFERENTIES

- Biegel, E., Hoekstra, P., (1995). Morphological response characteristics of the Zoutkamperlaag, Frisian Inlet (The Netherlands) to a sudden reduction in basin area, Tidal Signatures in Modern and Ancient Sediments. Blackwell Publishing Ltd.,Oxford, UK.
- De Groot, A., Oost, A.P., Veenklaas, R.M., Lammerts, E., Van Duin, W., Van Wesenbeeck, B.K., Dijkman, E., Koppenaal, E. (2015). Ontwikkeling van eilandstaarten, Geomorfologie, waterhuishouding en vegetatie. Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren.
- Deltares (2017). Tidal-channel migration between 1997-2014 in relation to the local build-up of the subsurface, Nederland, Deltares rapport 11200538-004-ZKS-0003, Utrecht, The Netherlands, 40 pp.
- Deltares (2020). Moeilijk erodeerbare lagen in de Waddenzee en Westerschelde - Kartering en effect of morfologische ontwikkeling van geulen. Kenmerk: 11205236-002-ZKS-0005.
- De Vos, D., 2010. Determination and visualization of the expected surface subsidence due to onshore gas production in the Netherlands. Internship report, TNO.
- European Marine Observation and Data Network (EMODnet) (2020). Bathymetry data of the Northern North Sea - tile D5 2020 MSL. Opgevraagd via URL: https://emodnet.ec.europa.eu/en/bathymetry.
- Elias, E., A. C. Alonso, B. van Maren (2021). Morfologische veranderingen Eems-Dollard en Groninger Wad. KPP code WR09 2020. Deltares rapport doc id. 11203742-000-ZKS-0003.
- Elias, E., Cleveringa, J. (2021). Kombergingsrapport Lauwers en Groninger Wad. Deltares, kenmerk: 11206799-002.
- Elias, E., Oost, A. (2021). Morfologische processen van het Friesche Zeegat - Een conceptueel model. Deltares rapport, kenmerk: 11205236-003-ZKS-0005.
- Elias, E.P.L., (2018). Een actuele zandbalans van de Friesche Zeegat. Report 11202190-000 (in Dutch). Deltares, Delft: 27 pp.
- Elias, E., Vermaas, T. (2019). Waddenzee Vaklodingen: Data op Orde, Een inventarisatie van de Vaklodingen – Waddenzee (1984-2019). Deltares.
- Hijma, M. P., & Kooi, H. (2018). *Verdieping in het kustfundament en de getijdenbekkens*. Deltares report 11200538-008-ZKS-0001.
- Kooi, H., Johnston, P., Lambeck, K., Smither, C., Ronald, M., 1998. Geological causes of recent (~100 yr) vertical land movement in the Netherlands. Tectonophysics, 299 (4), 297-316.
- Krol, J. (2019). Wadsedimentatiemetingen Ameland, Engelsmanplaat, Peasens en Schiermonnikoog 2007-2016.
- Meijers, C., van Weerdenburg, R., Grasmeijer, B., Lenstra, K., Cleveringa, J. (2024). Knelpuntanalyse Glinder en Groote Siege - Conceptueel model en handelingsperspectief voor knelpunten in de vaargeul Lauwersoog-Schiermonnikoog. Deltares rapport, kenmerk: 11209267-004-ZKS-0001
- NAM, 2017. Ensemble based subsidence application to the Ameland gas field - long termsubsidence study part two (LTS II). NAM.
- RHDHV & W + B (2024) PAWOZ - Eemshaven, Notitie routeontwikkeling deel 3.
- Oost, A., Cleveringa, J. (2017). Morfologie Kombergingsgebied Borndiep, KPP 2017 BO03 Waddenzee Kennisontwikkeling morfologie en baggerhoeveelheden. Deltares.
- Oost, A., Cleveringa, J., Taal, M. (2020). Kombergingsrapport Friesche Zeegat Pinkegat en Zoutkamperlaag. Deltares, 11205229-001-ZKS-0002.
- Pierik, H.J. et. al. (n.d.). GIS dataset historische bathymetrie en resistente lagen Eems-Dollard, DANS Data Station Archaeology, V3. Ontvangen 18-07-2023 via Pierik, H.J..
- Pierik, H.J., F.S. Busschers, M.G. Kleinhans (2019) De rol van resistente lagen in de historische morfologische ontwikkeling van het Eems-Dollard estuarium vanaf de 19e eeuw, Universiteit Utrecht, Departement Fysische Geografie, rapport i.o. Rijkswaterstaat WVL ten behoeve van het ED2050 programma.
- H. J. Pierik, J. R. F. W. Leuven, F. S. Busschers, M. P. Hijma & M. G.. Kleinhans (2022). Depth-limiting resistant layers restrict dimensions and positions of estuarine channels and bars. The Depositional Record, vol. 0, p. 1 20.
- RHDHV (2021). Rapportage onderzoek innovatie doorkruising Waddengebied. Referentie: T&PBH9744R001F01, 1 oktober 2021.

- Ridderinkhof, W. & Hoekstra, P. & van der Vegt, Maarten & de Swart, Huib. (2016). Cyclic behavior of sandy shoals on the ebb-tidal deltas of the Wadden Sea. Continental Shelf Research. 115. 10.1016/j.csr.2015.12.014.
- Rijkswaterstaat (2020), Vaklodingen, opgevraagd august 2019 via URL: http://opendap.deltares.nl/thredds/catalog/opendap/rijkswaterstaat/vaklodingen/catalog.html.
- Van der Lugt, M., M. Visser & H. van den Boogaard (2019). Analyse LiDAR data voor het Friesche Zeegat (2010-2018); Monitoring effect verdieping door gaswinning. Deltares rapport kenmerk 11203620-002-ZKS-0003.
- Vermaas, T, Elias, E. (2019). Werking van het Friesche Zeegat - Morfologie en Hydrodynamica. Deltares rapport, kenmerk: 11203669-000-ZKS-0005.
- Waterproof (2022). Optimal OWF export cable route alternatives towards Eemshaven - Study to determine best route alternatives from a morphological, installation & maintenance perspective and its related effect on nature. Kenmerk: WP01280_R1r2.
- Witteveen+Bos (2023a). PAWOZ Eemshaven - Niet/minder erodeerbare lagen Eems. Versie 20 december 2023.

Bijlage(n)

BIJLAGE: ANALYSE OORZAKEN VERDIEPING NOORDZEEKUST

Op meerdere locaties aan de Noordzeezijde van de eilanden is een dalende trend waargenomen in de bodemligging. Om het morfologisch ontwerpprofiel te kunnen bepalen is het van belang om te weten of de oorzaak ligt in erosie (bijv. erosie van de buitendelta) of in daling van de diepere bodem (bijvoorbeeld door gaswinning). In het eerste geval dient rekening gehouden te worden met de eroderende trend en dienen kabels/leidingen dieper te worden begraven, terwijl bij daling van de diepere bodem de kabels/leidingen naar verwachting mee dalen en dus niet extra diep begraven hoeven te worden.

Locaties met een dalende trend in de bodemhoogteligging

Op verschillende locaties is een daling van de bodemhoogte weergenomen over de jaren heen (Tabel I.1). Er lijkt sprake te zijn van een dalende trend.

Mogelijke oorzaken dalende trend

De dalende trend van de bodemhoogte kan verschillende oorzaken hebben. Deze kunnen we onderverdelen in geologische verdieping, antropogene daling en daling door erosie (Hijma en Kooi, 2018).

Geologische verdieping

Geologische verdieping kan onderverdeeld worden in tektoniek (door bewegen van aardplaten), isostasie (door terugbuigen aardplaat door smelten ijs) en autocompactie (door voortgaande samendrukking van afzettingen).

Antropogene daling

Antropogene daling kan onderverdeeld worden in olie-/gaswinning, zoutwinning, grondwaterwinning, peilbeheer (niet relevant bij Waddenzee/Noordzee) en zetting (extra gewicht op maaiveld/waterbodem door bijv. aanbrengen van constructies).

Daling als gevolg van erosie

Daling van de bodemhoogte door morfologische processen zoals het verplaatsen/verdiepen van geulen en kusterosie inclusief het veranderen van het (volume) van de buitendelta's.

In het Waddengebied zijn de volgende processen het meest relevant met betrekking tot de dalende bodemtrend over de afgelopen tientallen jaren:

- verdieping door isostasie;
- verdieping door olie- en gaswinning;
- daling als gevolg van erosie.

Analyse mogelijke oorzaak waargenomen dalende trend in de bodemhoogte

De verdieping door isostasie bedraagt slechts circa 0,001 m/jaar (Afbeelding I.1). Deze verdiepingssnelheid is veel lager dan de waargenomen snelheden en kan daarom de verdieping als geheel niet verklaren.

Gezien het beïnvloedingsgebied door olie- en gaswinning (Afbeelding I.2) lijkt voor de Noordzee verdieping door olie- en gaswinning van invloed op route VIII (Ameland wantij) en IX (Zoutkamperlaag) en niet op de andere routes. O.b.v. de waargenomen en gemodelleerde verdieping bij Ameland uit de periode 1986-2014 (Afbeelding I.3) is de gemiddelde dalingssnelheid ongeveer 1,4 cm/jaar (0,014 m/jaar) in het centrum en 0,07

cm/jaar (0,0007 m/jaar) op circa 8 km afstand van Ameland. Dit is minder dan de waargenomen verdiepingssnelheden langs routes VIII en IX.

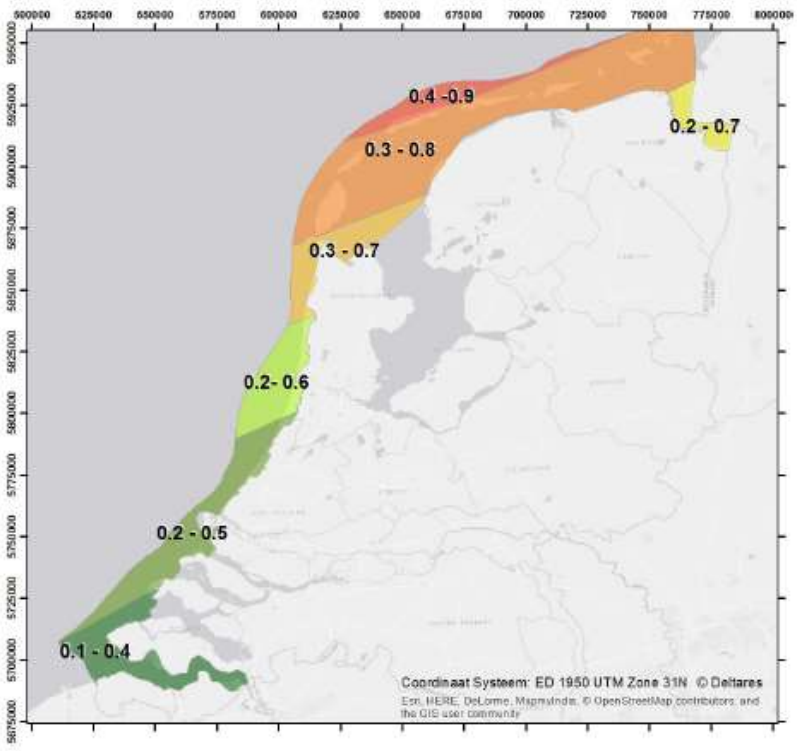
Al met al lijken morfologische ontwikkelingen (kusterosie/ ontwikkelingen buitendelta's) de belangrijkste oorzaak voor de dalende trend van de bodemligging. De dalende trend van de bodemhoogte kan slechts ten dele verklaard worden door olie- en gaswinning en in zeer beperkte mate door isostasie.

Tabel I.1 Overzicht met inschattingen van de verdiepingssnelheden bij verschillende routes en hypothese belangrijkste oorzaak dalende trend bodemhoogte bij verschillende routes

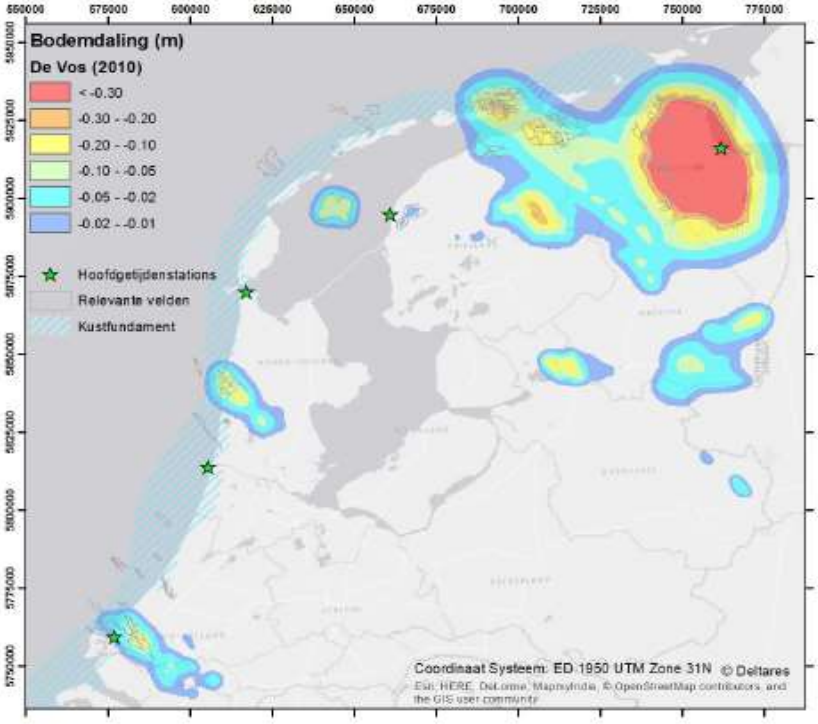
Route	KP	Indicatie snelheid daling*	Hypothese belangrijkste oorzaak dalende trend bodemhoogte
II – Oude Westereems	40-62	0,02 m/jaar	Morfologische ontwikkeling/erosie
V – Boschgat	30-36	0,1 m/jaar	Morfologische ontwikkeling/erosie
	36-38	0,017 m/jaar	Morfologische ontwikkeling/erosie
	38 - 59	0,02 m/jaar	Morfologische ontwikkeling/erosie
VII – Schiermonnikoog wantij	-	-	Morfologische ontwikkeling/erosie
VIII – Ameland wantij	11-42	0,02 m/jaar	Morfologische ontwikkeling/erosie + verdieping door olie-/gaswinning (m.n. nabij het eiland)
IX - Zoutkamperlaag	23-25	0,06 m/jaar	Morfologische ontwikkeling/erosie + verdieping door olie-/gaswinning (m.n. nabij het eiland)
X - tunnel			

*O.b.v. waarnemingen vanaf 1989 tot nu. Deze getallen zijn bepaald op basis van tekst uit hoofdstuk 3.

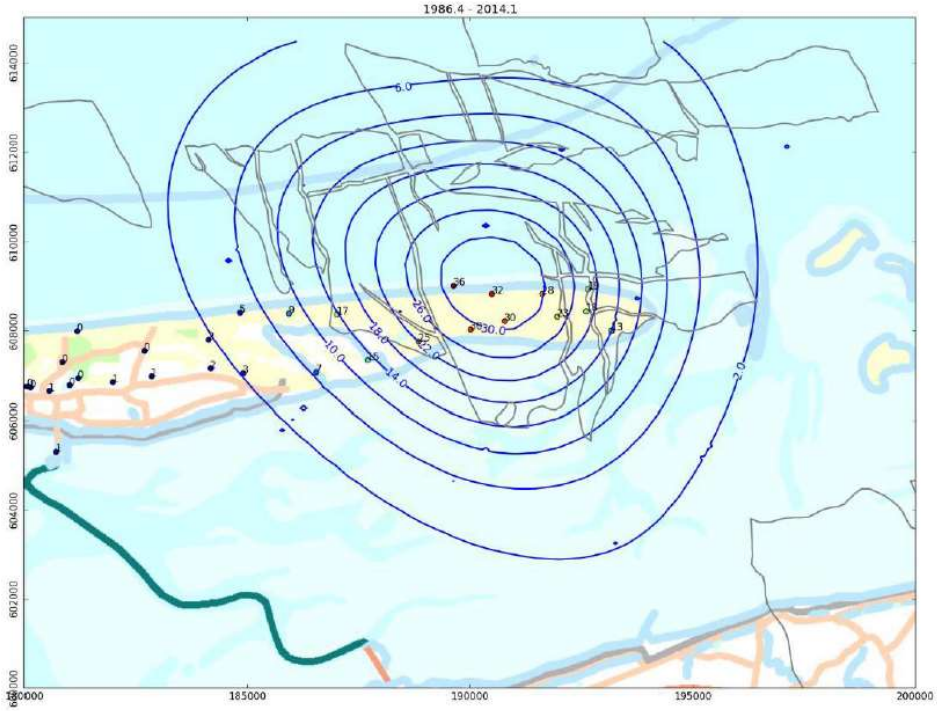
Afbeelding I.1 Inschatting isostatische verdieping in het kustfundament en getijdenbekkens in mm/jaar. De getoonde range is gebaseerd op een combinatie van gegevens uit Kooi et al. (1998) en het Britice-chrono project. Overgenomen uit Hijma en Kooi, 2018



Afbeelding I.2 Verwachte verdieping door olie- en gaswinning, op basis van historische en verwachte productiegegevens (De Vos, 2010). Opgemerkt wordt dat er een grote onzekerheid aanwezig is bij dit soort modellen en dat verschillende modellen leiden tot verschillende uitkomsten. De kaart is vooral bedoeld om een indruk te geven van de ordegrootte van de verwachte verdieping. De kleinere offshore gasvelden zijn in dit model niet meegenomen. Overgenomen uit Hijma en Kooi, 2018



Afbeelding I.3 Verdieping tussen 1986 en 2014 (in cm): gemodelleerd (contouren) en gemeten (punten). Afkomstig uit NAM (2017). Overgenomen uit Hijma en Kooi, 2018

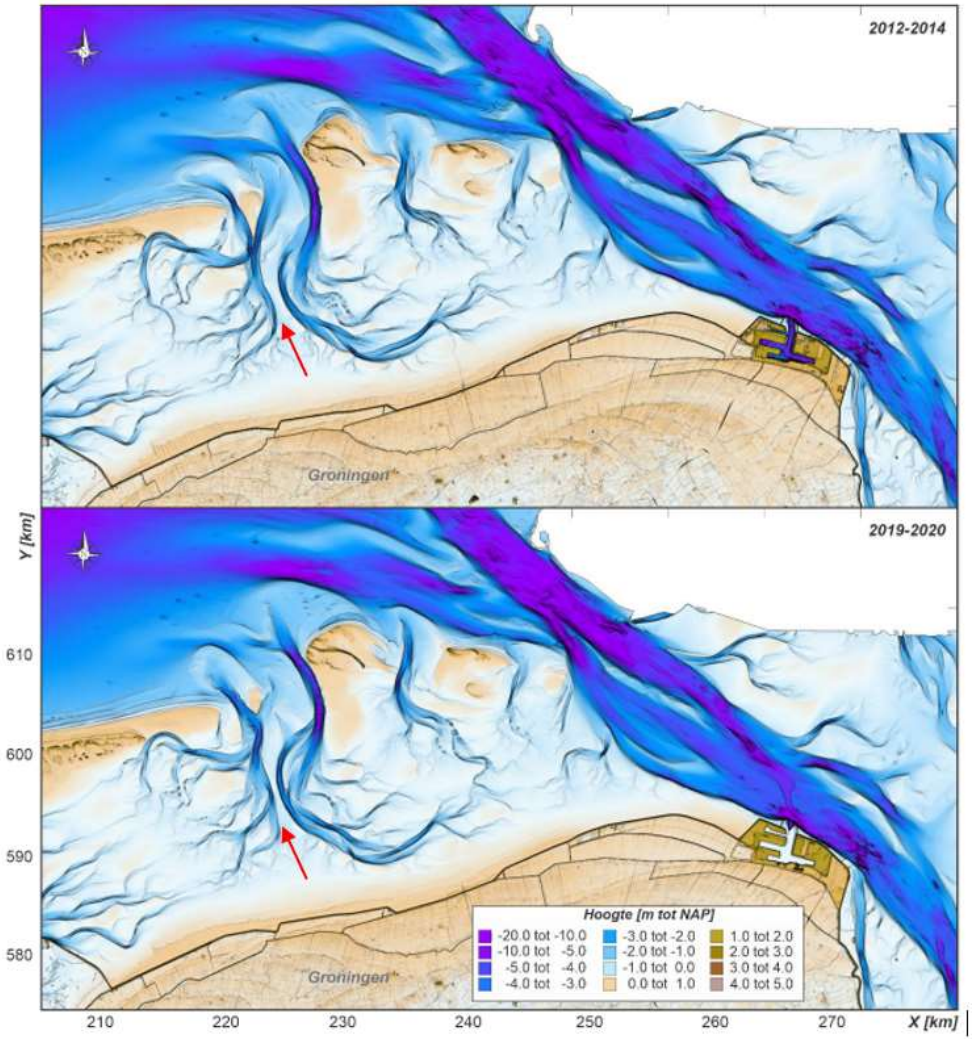


II

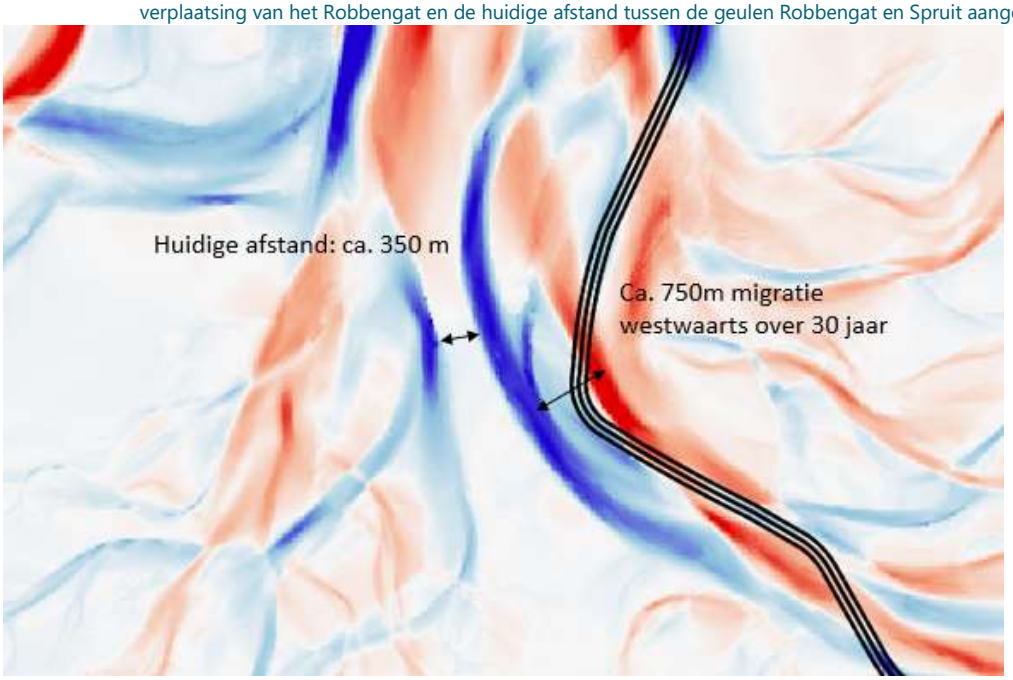
BIJLAGE: SCENARIO'S VERBINDING ROBBENGAT EN SPRUIT

De geulen van Robbengat en Spruit zijn sinds 2000 steeds dichterbij elkaar komen te liggen (Afbeelding II.1). Op basis van de waargenomen migratiesnelheden kan niet worden uitgesloten dat er een verbinding zal komen tussen het geulsysteem van Lauwers en Spruit (Afbeelding II.1 en Afbeelding II.2). Dit zal invloed hebben op de geuldimensies in het omliggende gebied. Hieronder volgt een analyse in meer detail, ten hoeve van het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel.

Afbeelding II.1 Bodemhoogtekaarten 2012-2024 (boven) en 2019-2020 (onder) (aangepast uit bijlage B uit Elias en Cleveringa, 2021). Rode pijlen geven de locatie aan waar de geulen Lauwers en Spruit elkaar naderen



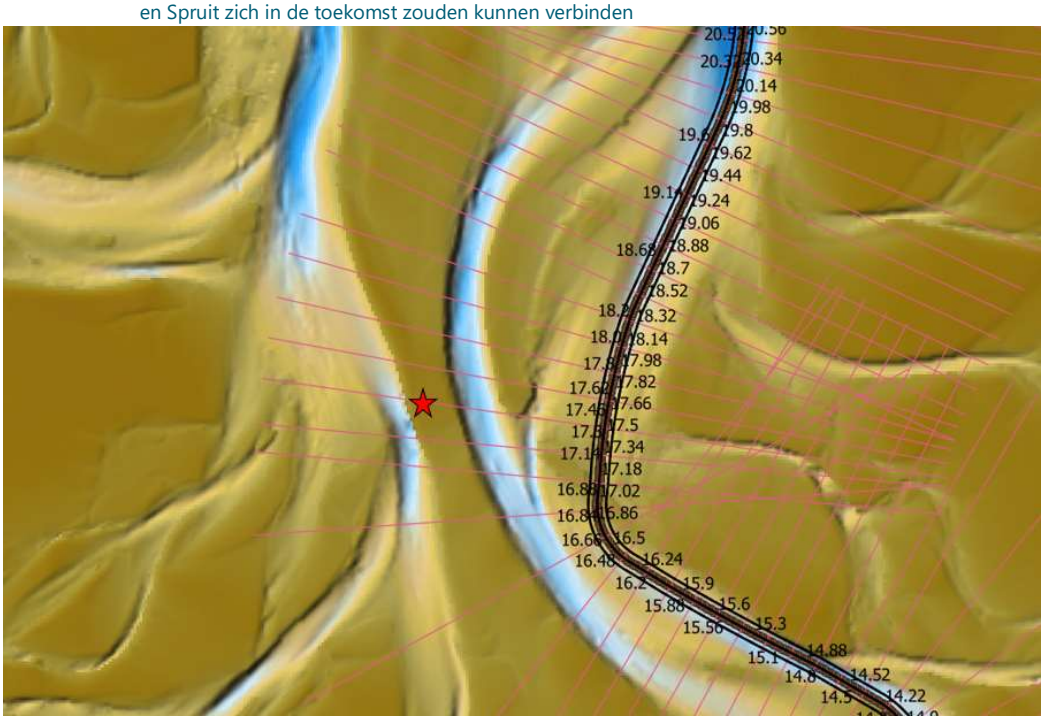
Afbeelding II.2 Verschilkaart bodem 1989-2021 met route VII (blauw = erosie, rood = sedimentatie). Met de pijlen zijn de verplaatsing van het Robbengat en de huidige afstand tussen de geulen Robbengat en Spruit aangegeven



Mogelijke snelheid en locatie van de verbinding tussen Robbengat en Spruit

Indien de huidige ontwikkelingen zich doortrekken zou een verbinding binnen 15-20 jaar tot stand kunnen komen. Op basis van de hoogteliggingen uit de afgelopen tientallen jaren lijkt het Robbengat sterker richting het westen te migreren dan de geul Spruit naar het oosten. Een eventuele verbinding zou daarom naar verwachting tot stand komen iets ten westen van de huidige Robbengat geul (Afbeelding II.3).

Afbeelding II.3 Route V met huidige bodemligging. Met de ster is een indicatie aangegeven van de locatie waar de geulen Boschat en Spruit zich in de toekomst zouden kunnen verbinden



Mogelijke gevolgen van de verbinding tussen Robbengat en Spruit

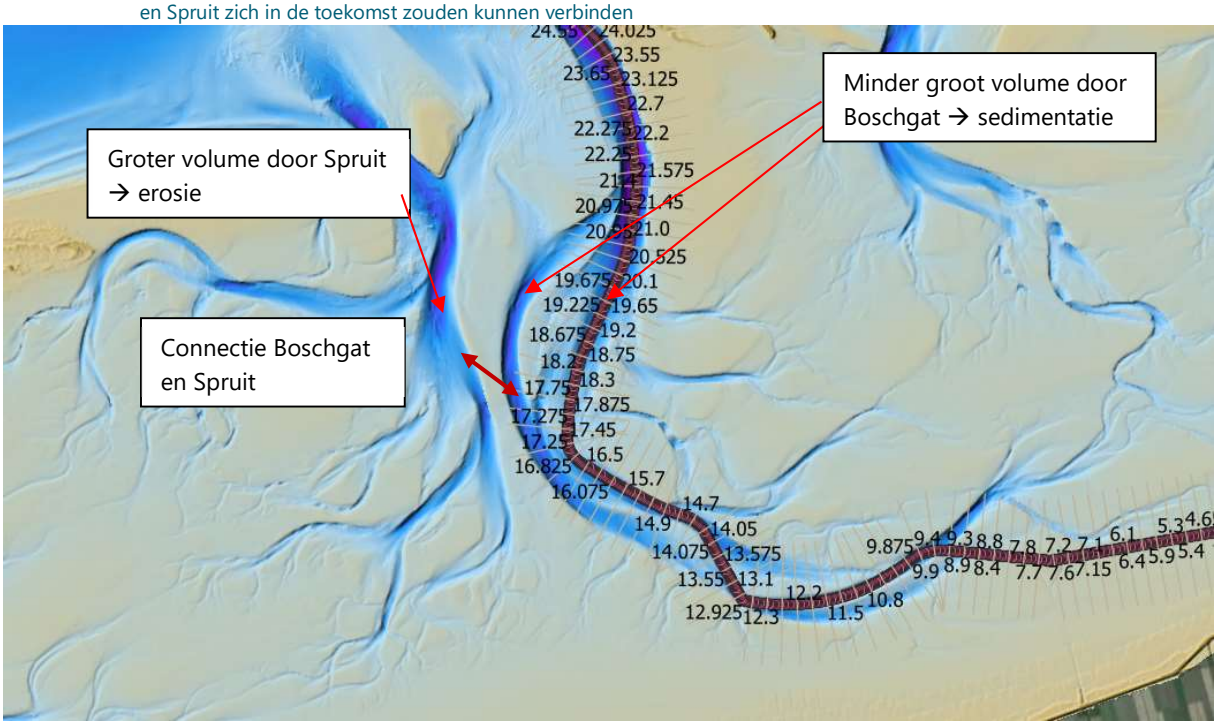
Om de gevolgen van de verbinding tussen Robbengat en Spruit in te kunnen schatten hebben we verschillende scenario's opgesteld. Daarbij is gekeken hoe groot de kans is dat één van de scenario's optreedt en welke gevolgen dit heeft.

Scenario 1 – Spruit wordt dominant

Hierbij takt de geul Robbengat aan op de geul Spruit. Daarmee neemt het gebied wat afwatert op het Spruit toe in grootte, terwijl dit voor de geul Lauwers juist afneemt. Dat zou leiden tot erosie bij de geul Spruit en sedimentatie bij de geul Lauwers.

Indien een verbinding wordt gevormd tussen Spruit en Lauwers wordt dit scenario gezien als het meest waarschijnlijk, in verband met de manier waarop het getij zich langs de Waddenzee verplaatst en het faseverschil wat daardoor ontstaat. Of dit gaat gebeuren is echter niet met zekerheid te zeggen. Voor het bepalen van de begravingsdiepte leidt dit scenario niet tot extra risico's aangezien geen extra erosie optreedt. Er hoeft dus niet expliciet rekening mee gehouden te worden.

Afbeelding II.4 Route V met huidige bodemligging. Met de ster is een indicatie aangegeven van de locatie waar de geulen Boschat en Spruit zich in de toekomst zouden kunnen verbinden

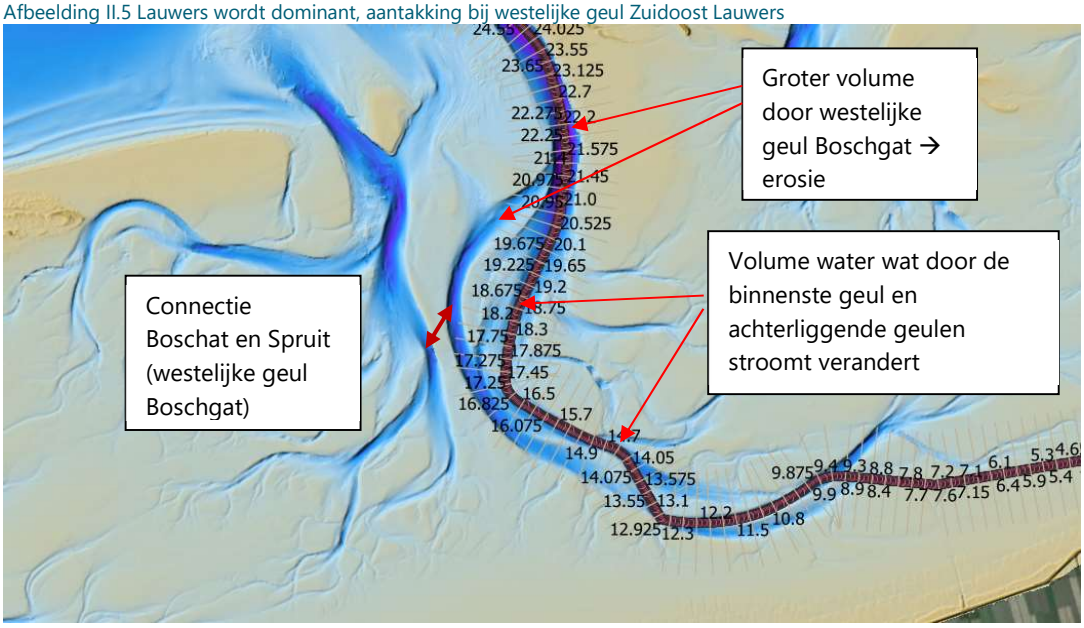


Scenario 2 – Lauwers wordt dominant, aantakking bij westelijke geul Zuidoost Lauwers

Hierbij takt de westelijke tak van de geul Zuidoost Lauwers aan op de geul Spruit. Daarmee neemt het gebied wat afwatert op het Boschgat toe in grootte, terwijl dit voor de geul Spruit juist afneemt. Dat zou leiden tot erosie bij de geul Boschgat (vanaf ~KP 20 en verder zeewaarts) en sedimentatie bij de geul Spruit. Het gebied wat afwatert op de geul tussen KP 0 en 20 verandert in dit scenario niet/nauwelijks waardoor hier geen effect op sedimentatie/erosie wordt verwacht.

Vanwege de manier waarop het getij zich verplaatst langs de Noordzeekust (in Noordoostelijke richting) en in de getijdebekkens in de Waddenzee en het faseverschil wat hierbij ontstaat wordt dit scenario uitgesloten. Er hoeft hier geen rekening mee gehouden te worden bij het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel.

Afbeelding II.5 Lauwers wordt dominant, aantakking bij westelijke geul Zuidoost Lauwers



III

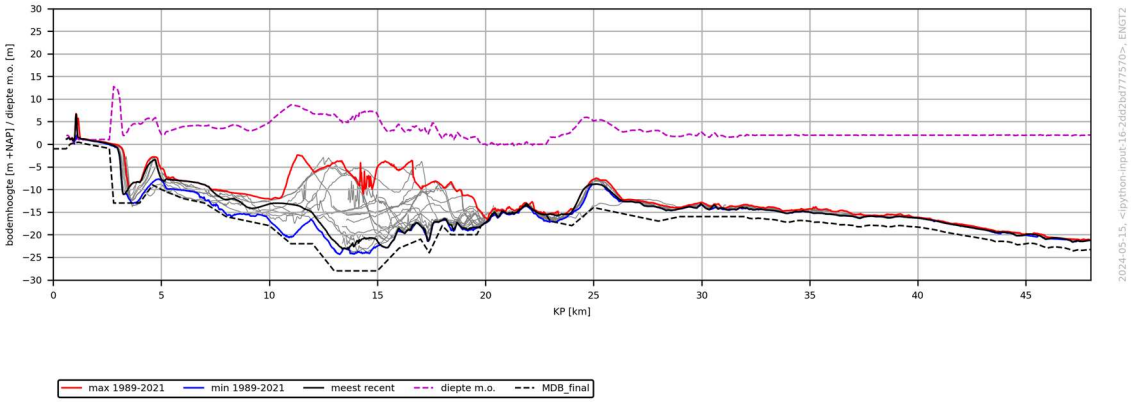
BIJLAGE: DIEPTE MORFOLOGISCH ONTWERPPROFIEL

In onderstaande figuren is per route de diepte weergegeven van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau. Deze diepte is niet per definitie gelijk aan de begraafdiepte. Het vaststellen van de begraafdiepte valt buiten de scope van dit rapport.

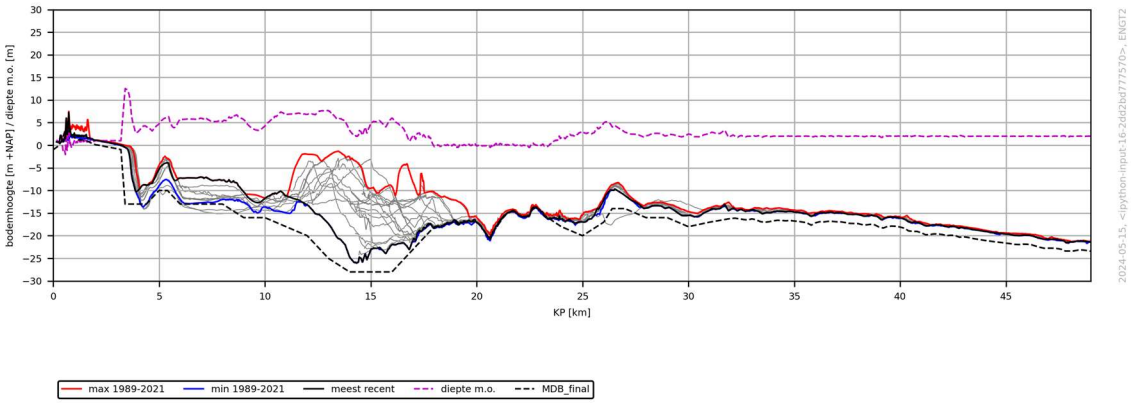
III.1 Route II

Variant Gasunie

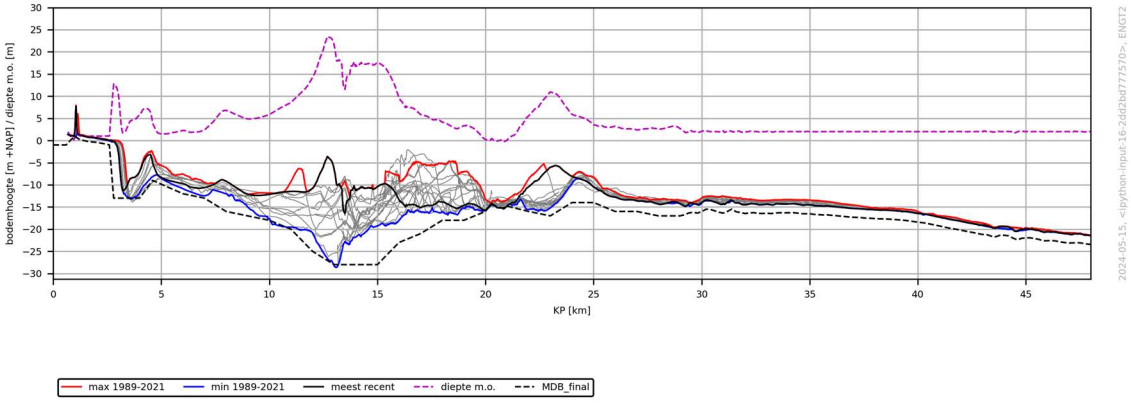
Afbeelding III.1 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de middenlijn van route II - Gasunie. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.2 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn van route II - Gasunie. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)

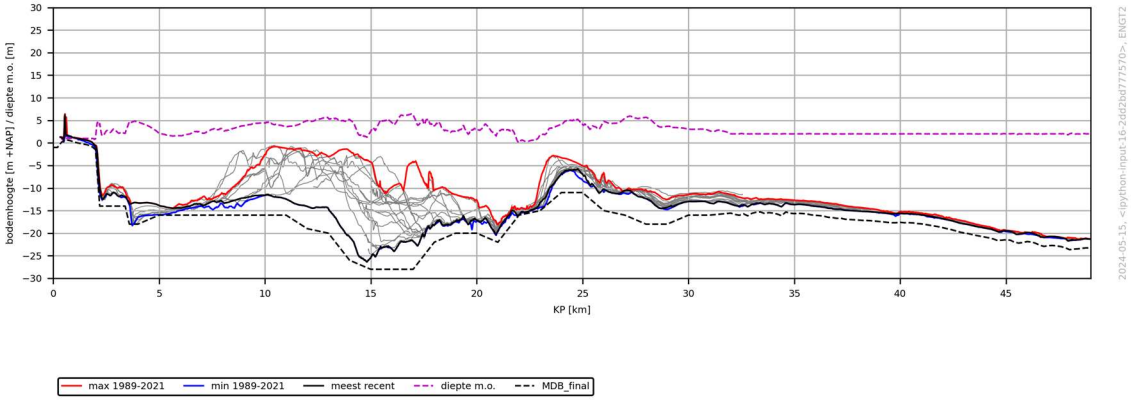


Afbeelding III.3 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn van route II - Gasunie. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)

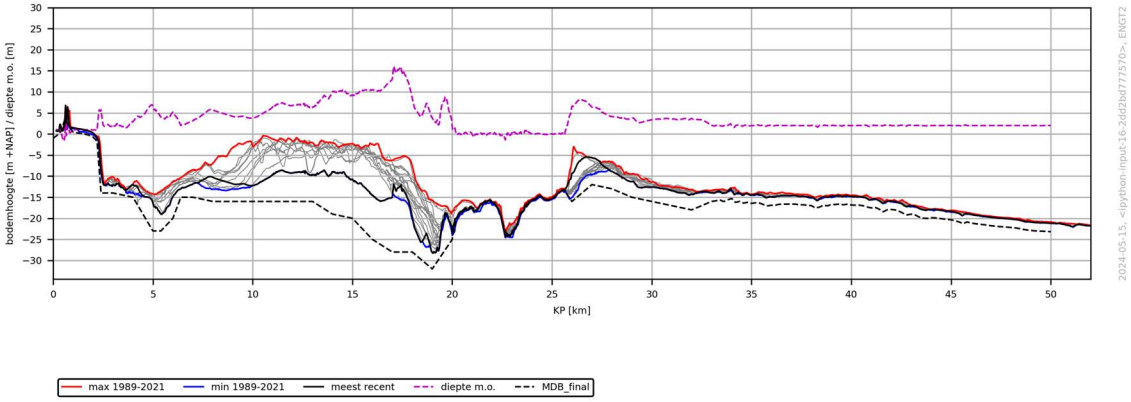


Variant TenneT - A

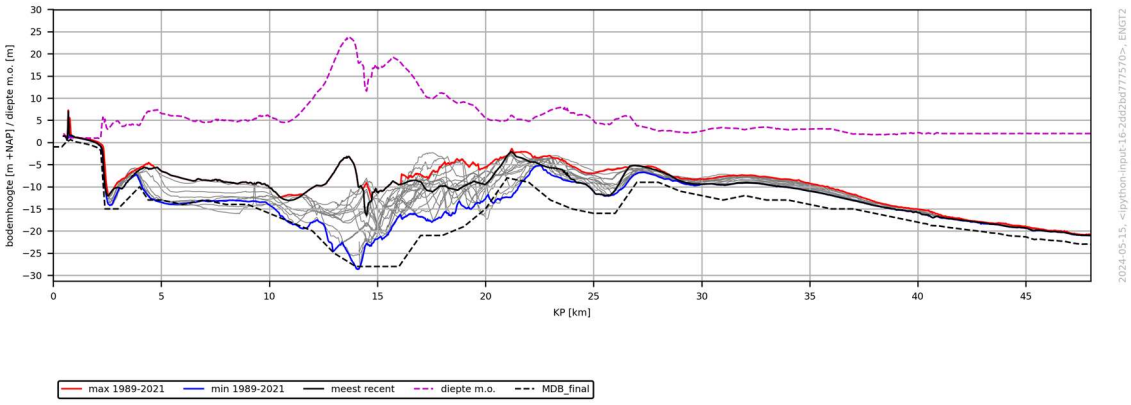
Afbeelding III.4 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de middenlijn van route II - TenneT-A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.5 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn van route II - TenneT-A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



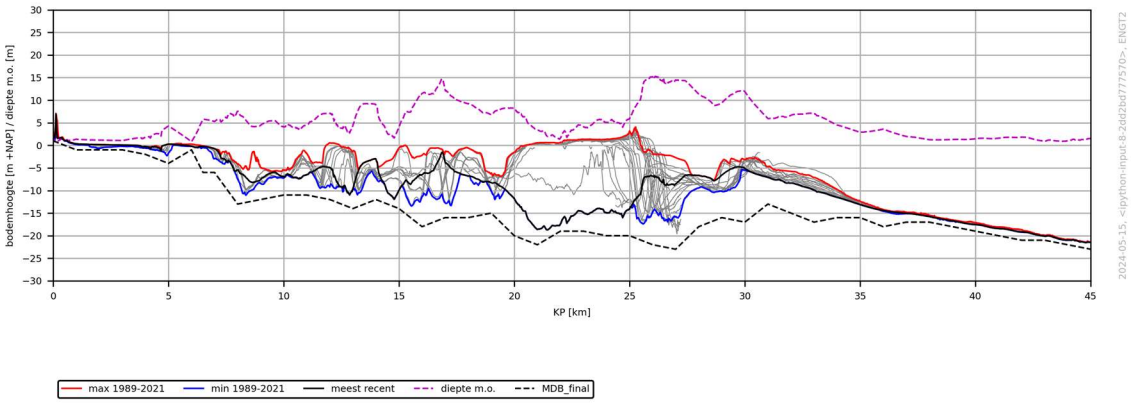
Afbeelding III.6 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn van route II - TenneT-A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



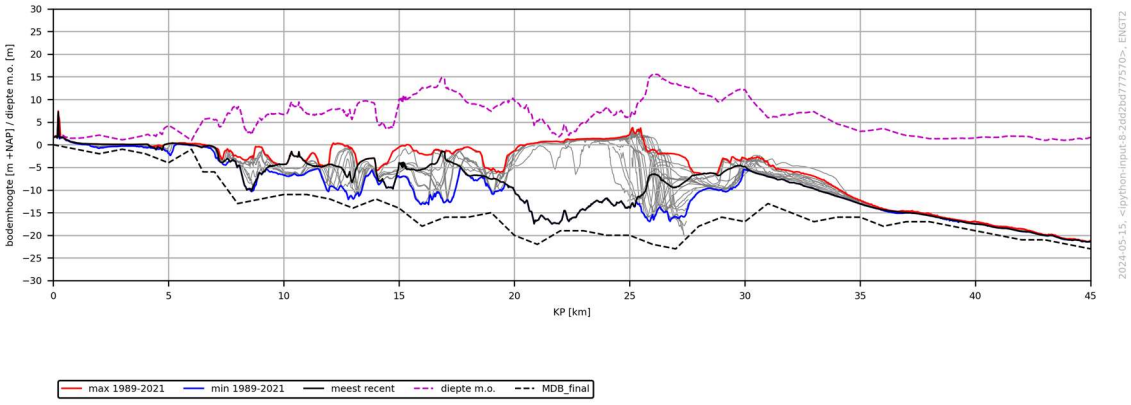
III.2 Route V

Variant A

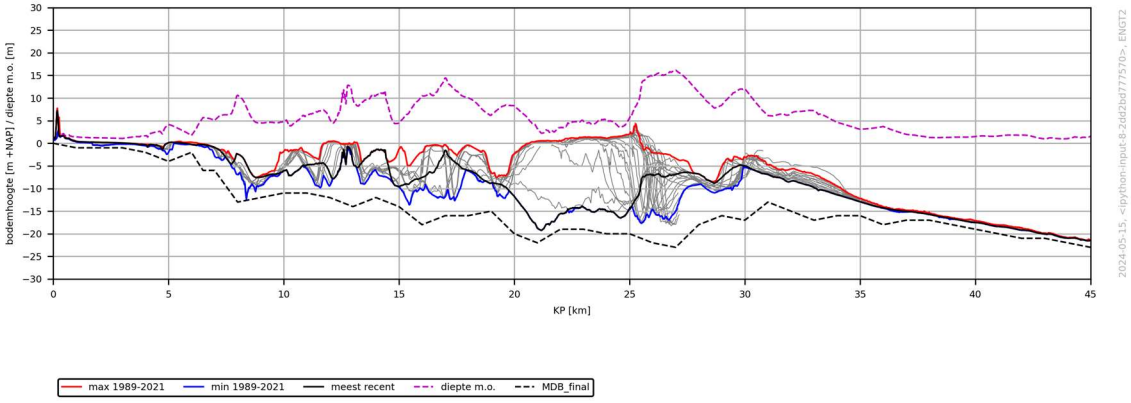
Afbeelding III.7 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de middenlijn van route V - A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.8 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn van route V - A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)

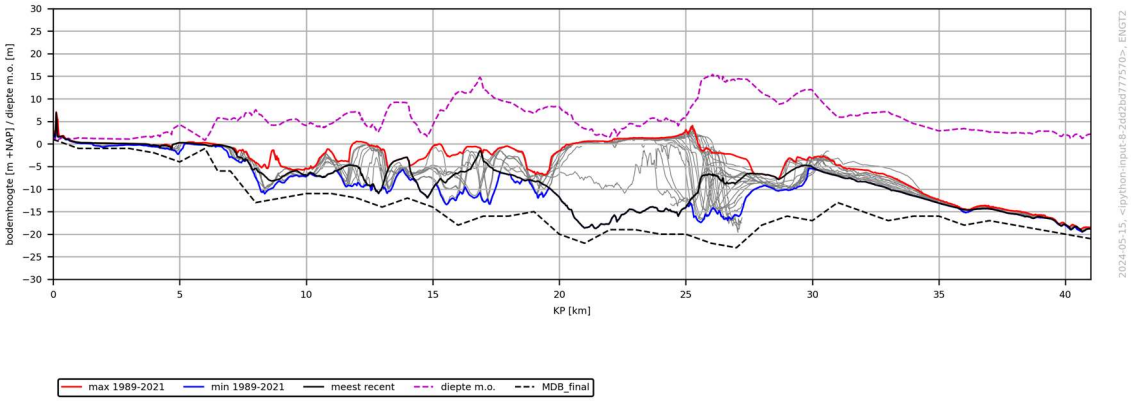


Afbeelding III.9 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn van route V - A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)

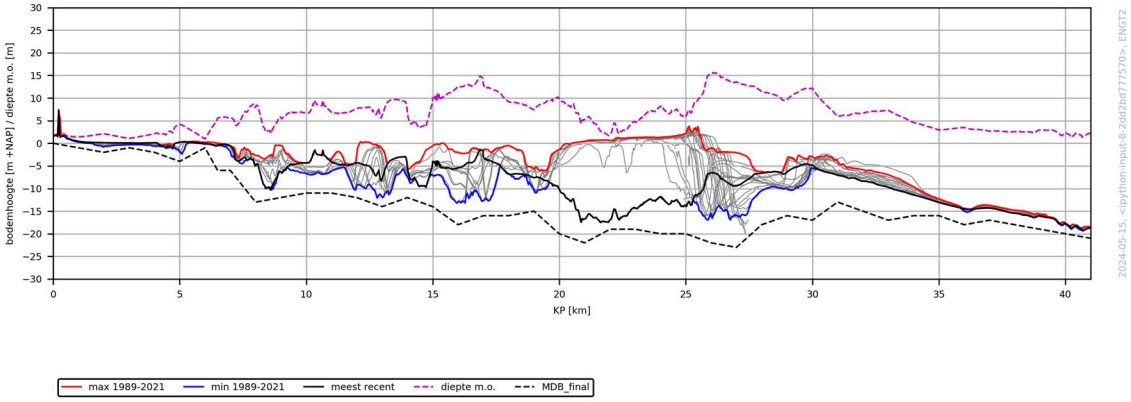


Variant A1

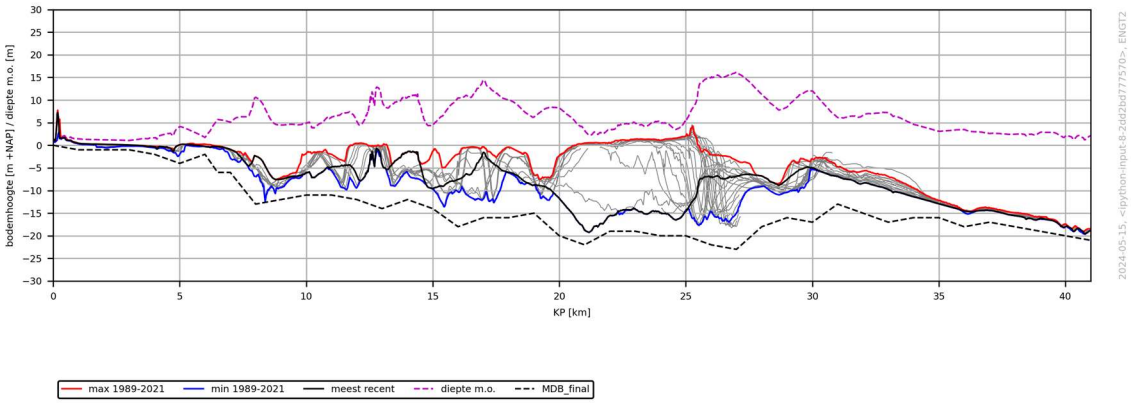
Afbeelding III.10 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de middenlijn van route V - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.11 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn van route V - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



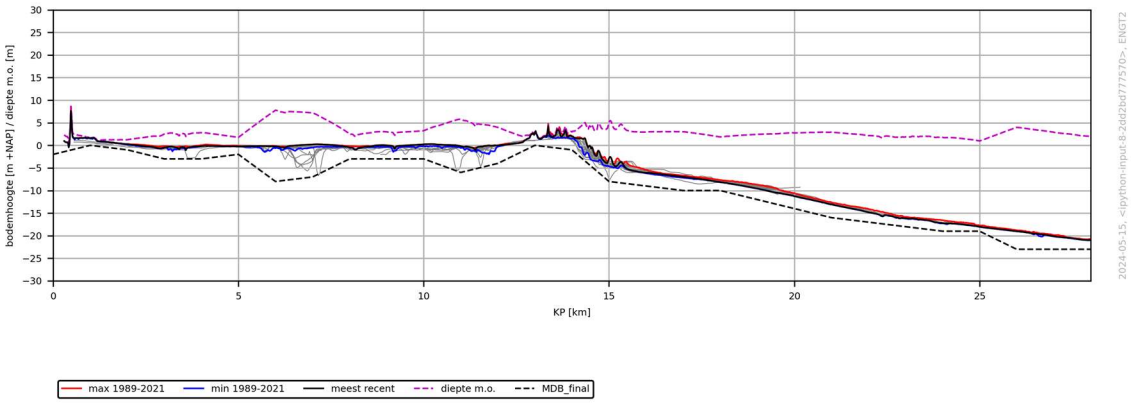
Afbeelding III.12 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn van route V - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



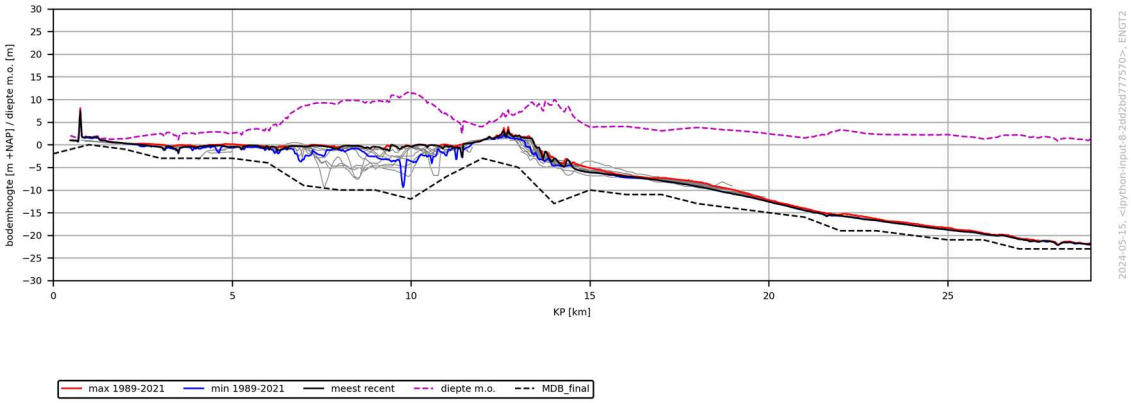
III.3 Route VII

Variant A

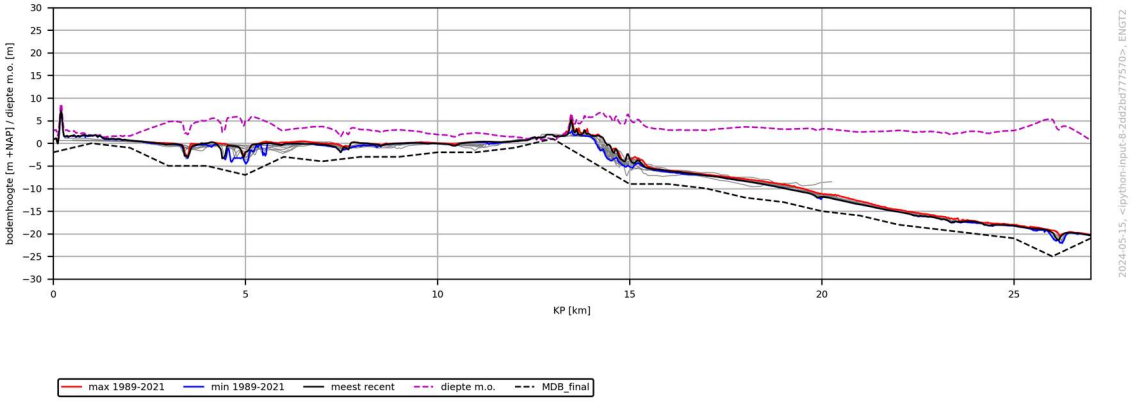
Afbeelding III.13 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de middenlijn van route VII - A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



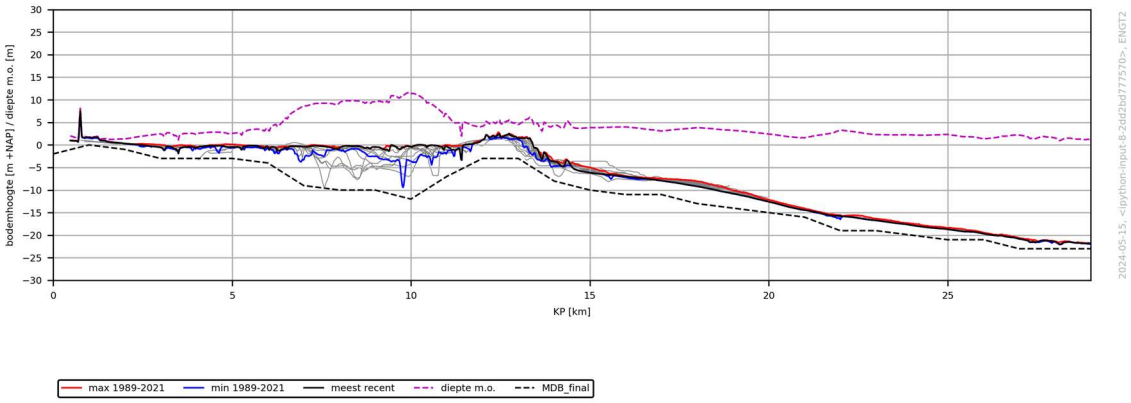
Afbeelding III.14 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn (1500 m) van route VII - A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



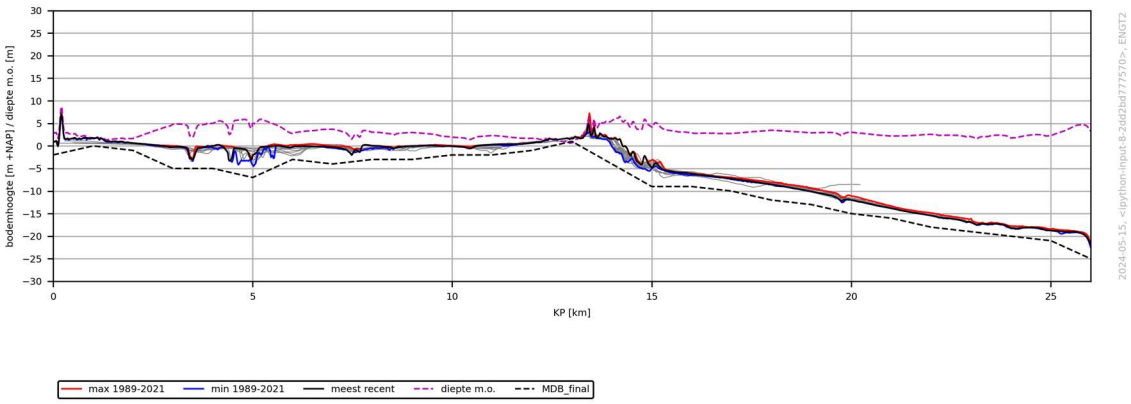
Afbeelding III.15 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn (1500 m) van route VII - A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.16 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn (2000 m) van route VII - A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)

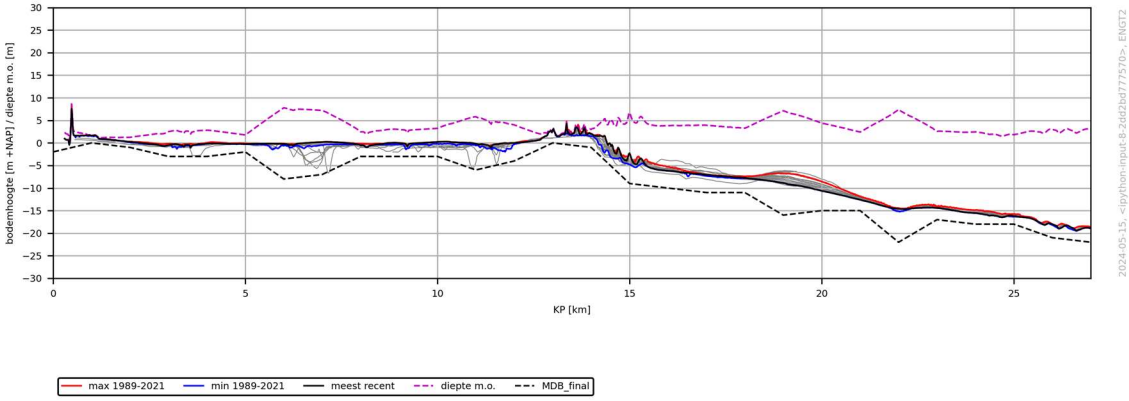


Afbeelding III.17 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn (2000 m) van route VII - A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)

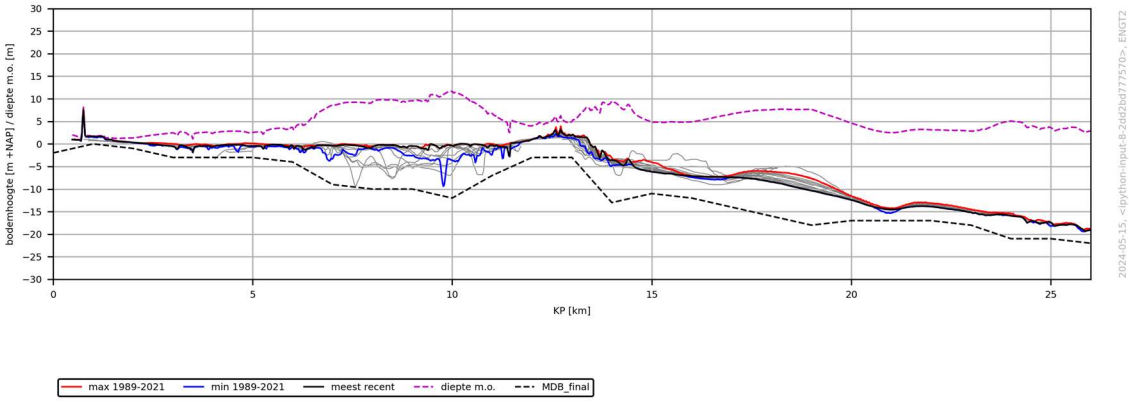


Variant A1

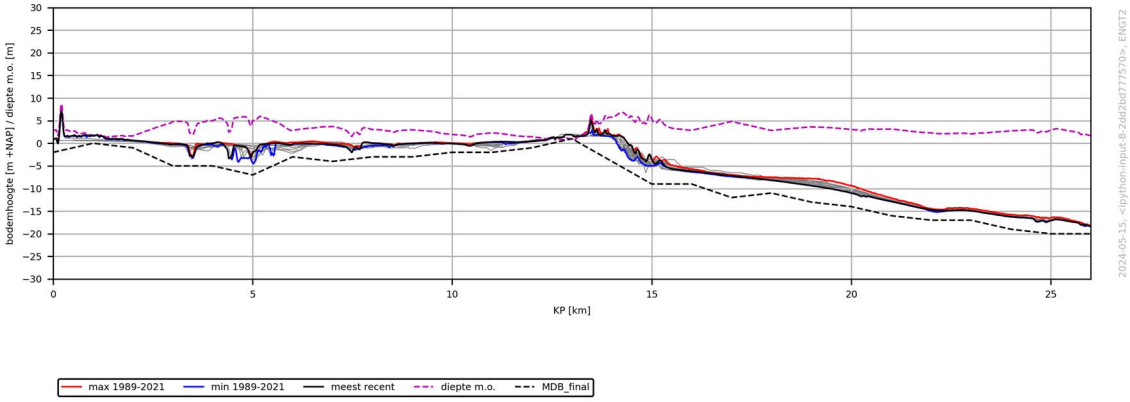
Afbeelding III.18 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de middenlijn van route VII - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.19 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn van route VII - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)

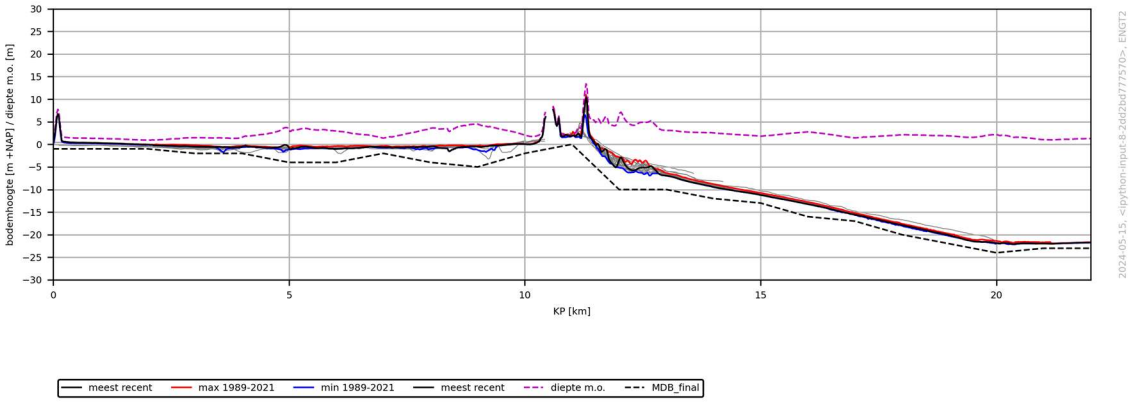


Afbeelding III.20 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn van route VII - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)

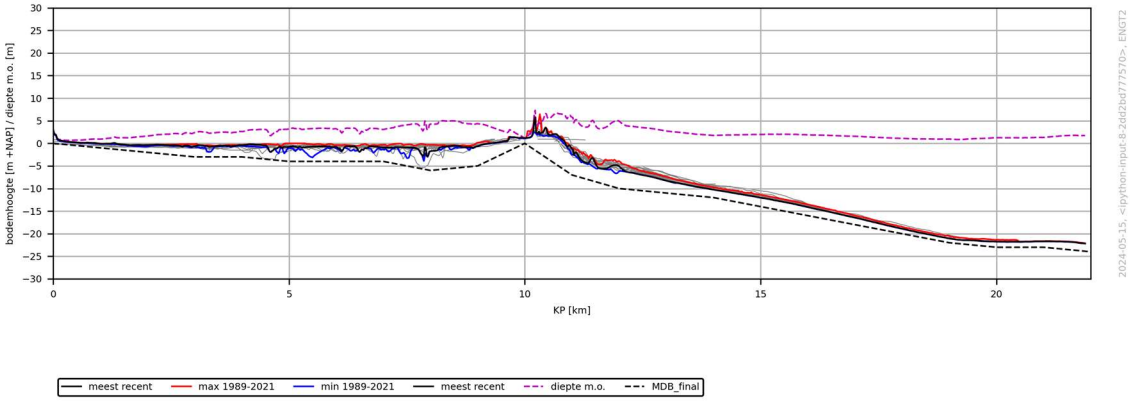


III.4 Route VIII

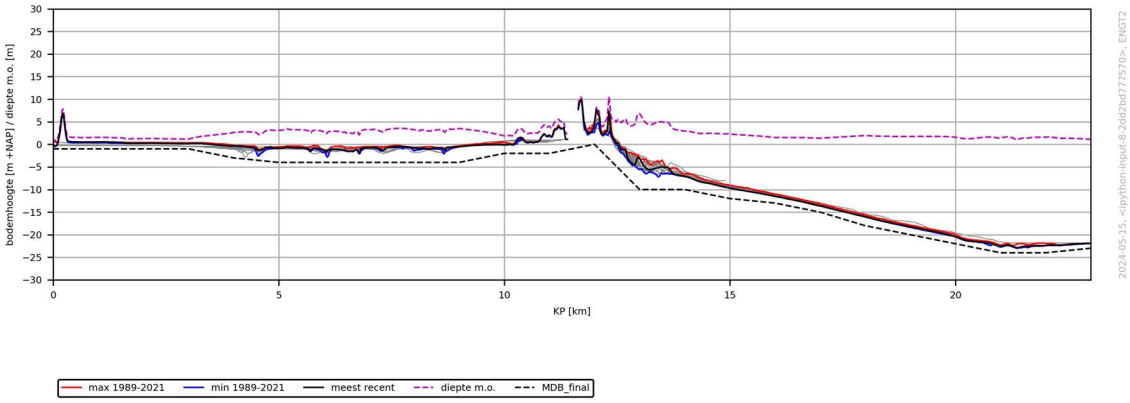
Afbeelding III.21 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de middenlijn van route VIII. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.22 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn van route VIII. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



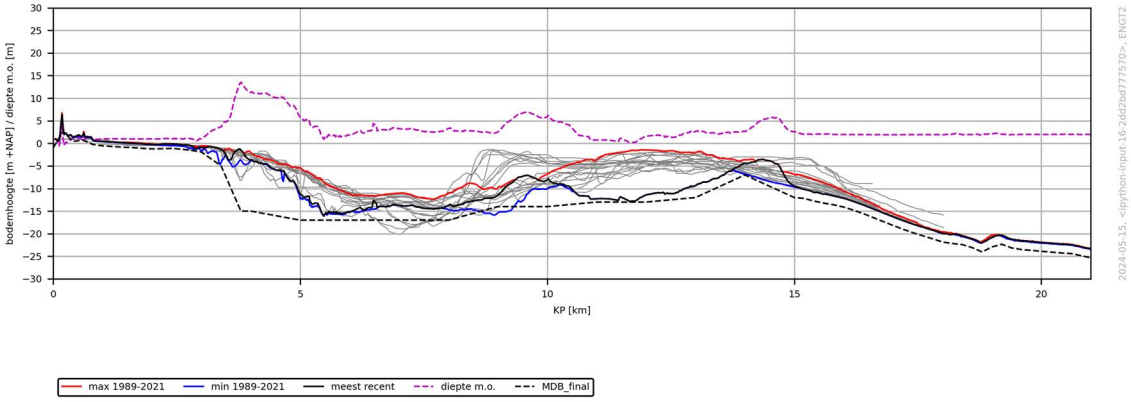
Afbeelding III.23 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn van route VIII. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



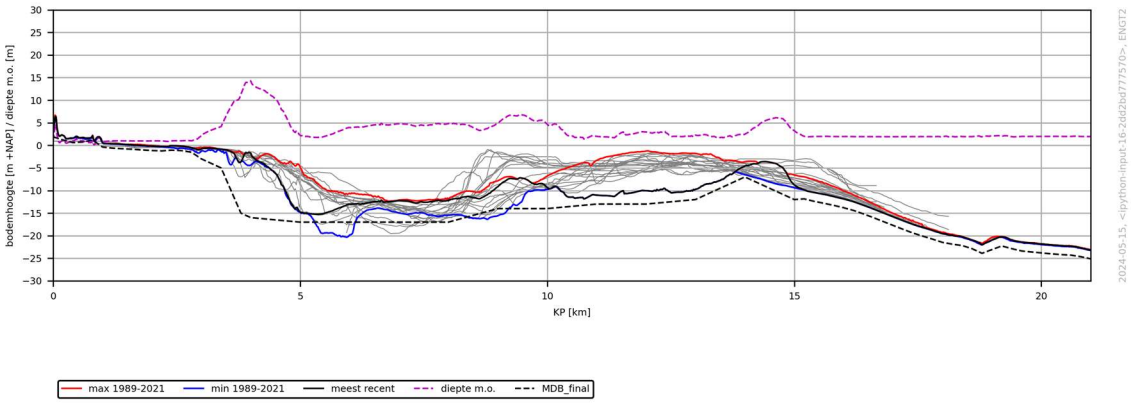
III.5 Route IX

Variant A1

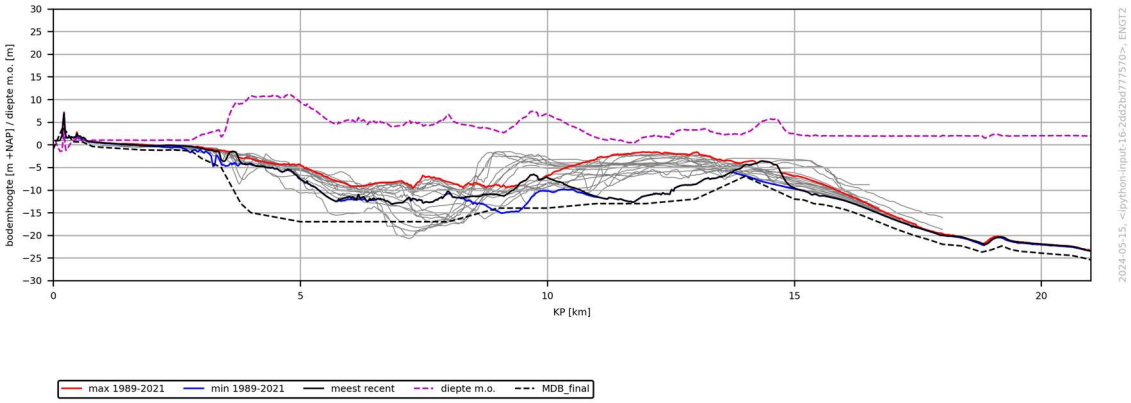
Afbeelding III.24 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de middenlijn van route IX - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.25 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn van route IX - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.26 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn van route IX - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



VII

BIJLAGE: NOTITIE ONDERLINGE AFSTAND KABELS EN LEIDINGEN TENNET

MEMORANDUM

TO	Min EAC, Witteveen+Bos, RHDHV	**CLASSIFICATION**	C1 - Public Information
COPY FOR	PAWOZ TenneT team	**DATE**	December 15, 2023
		FROM	Valerie Lapp, Frank Timmer
		STATUS	Definitief concept
		VERSION	0.3

SUBJECT Mutual influence between TenneT cables and pipelines (onshore, nearshore, offshore) within the PAWOZ programme

FOR INFORMATION ■

FOR DECISION-MAKING ☐

1. Introduction

When buried high voltage cables and pipelines are installed in each other's proximity, they will influence each other. Types of influence that occur are electromagnetic, thermal, and mechanical influence. If these influences are not properly analysed and managed, they can lead to unsafe situations or damage to the assets. To prevent this, a careful decision needs to be made regarding the distance between cables and pipelines taking into account safety, maintainability, security of supply and damage prevention.

This memo describes relevant types of influence between high voltage cables and pipelines, resulting risks, and conclusions regarding the distance between cables and pipelines. The focus is on metallic pipelines carrying hydrogen gas. Both AC (alternating current) and DC (direct current) cables are covered in this document as well as onshore, nearshore and offshore scenarios.

2. Types of influence

2.1 Electromagnetic influence

Inductive influence

When an AC current flows through a power cable, a continuously changing magnetic field is created around the cable. This magnetic field induces currents and voltages in parallel conductors in its proximity. Because hydrogen pipelines are fabricated from conducting material (steel), a cable in the proximity of a hydrogen pipeline will induce a current and a voltage in the pipeline.

When a pure DC current flows through a power cable, a static magnetic field is created around the cable. A static magnetic field does not induce voltages in parallel conductors in its proximity. In reality, however, there will be impurities in the DC currents flowing through a DC cable. These so-called harmonics also lead to a changing magnetic field around the cable. In addition, fast changing DC currents, e.g. in the case of short-circuits or switching events also lead to changing magnetic fields. Therefore, also DC cables induce voltages in other conductors.

The longer a cable runs in parallel with a metallic pipeline, the larger the induced voltage in the pipeline.

Also, the closer the two assets are together, the larger the induced voltage. Therefore, induced voltages can be reduced by limiting the distance for which the assets run in parallel and by increasing the distance between the two assets.

Conductive influence
The metallic sheaths of high voltage cables are earthed at regular intervals. This enables current that is built up on the sheath of a cable to be dissipated to ground via earthing points. Especially during short-circuits, very large currents flow through these earthing points. This causes a voltage gradient to develop in the soil around the earthing point. An insulated metallic pipeline that is located in this zone of increase potential will experiences a voltage difference across its insulating coating due to the difference between the voltage of the pipeline itself (near zero) and the voltage rise in the soil surrounding it.

The ground potential rise is largest at the earthing point and decreases as the distance from the earthing point increases. Therefore, conductive influence can be reduced by increasing the distance between the earthing point of the cable and the pipeline.

2.2 Mechanical influence

In case of a leakage of a hydrogen pipeline, hydrogen is released in the soil and underground craters may form. If this crater reaches the location of a power cable, the soil below the power cable might get eroded causing mechanical stress on the cable.

In case of an explosion of the hydrogen, a pressure wave forms that could also mechanically damage the cable.

2.3 Thermal influence

Cables have losses in the form of heat. As a result, the soil around the cable is heated up. If a pipeline is installed too close to the cable, the pipeline will be heated up as well.

On the other hand, the hydrogen gas in the pipelines can reach temperatures up to ca. 50 degrees, which could influence the cable thermally. In addition, thermal influence of cables can also occur in case of a hydrogen explosion and/or the development of fire.

3. Types of risks

The types of influence listed in Section 2 result in increased risks related to safety, asset lifetime, asset availability, and asset performance.

Electromagnetic influence may lead to

- touch voltages (in Dutch: *aanraakspanningen*) on the pipeline that form a danger to humans that come in contact with it
- accelerated corrosion of the pipeline

- damage of the pipeline coating due to flashover

Mechanical influence may lead to

- Damage of the cable due to mechanical stress

Thermal influence may lead to

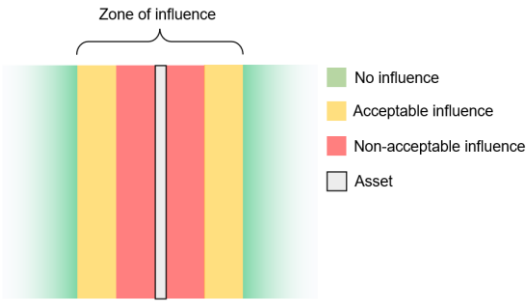
- reduced current carrying capacity of the cable
- damage of the cable due to burning and/or melting
- damage of the pipeline due to thermally induced mechanical stress
- accelerated corrosion of the pipeline
- accelerated degradation of the pipeline coating

The distance between cables and pipelines must be chosen so that the risks are reduced to a level that is acceptable to the operators of both asset types. Next to the risks mentioned above, the distance between cables and pipelines is also limited by the required space for installation and maintenance/repair works.

4. Parallel installation of metallic pipelines and power cables

Around an asset, there is a zone of influence:

- Outside of this zone of influence, the influence is non-existent or negligible. Therefore, when installing another assets outside of this zone of influence, the influence does not need to be considered.
- Inside of the zone of influence, the influence cannot be considered non-existent or negligible. When installing another asset inside the zone of influence, the degree of influence needs to be analysed. The involved parties need to assess whether the influence is acceptable or whether it can be made acceptable using mitigating measures. The outcome of the analysis depends on the degree of the influence, the effectiveness and acceptance of potential mitigating measures and the risk appetite of the asset owner.



Please note that in the case of pipelines and high voltage cables, there are two zones of influence: one around the cable, and one around the pipeline.

5. Distances onshore

For TenneT, the space required for maintenance/repair works for onshore cables, is 3 m on either side of the cable corridor. Therefore, TenneT usually applies a distance of 3 m between cable circuits. The space required for installation depends on the installation technique.

5.1 Metallic pipelines and HVAC cables

NEN 3654:2023 “Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen” provides benchmark values for the zone of influence of both AC cables and metallic pipelines.

Direction of influence	**Type of influence**	**Zone of influence (on either side of the asset)**	**Note**
Influence of HVAC cable on (hydrogen) pipeline	Electromagnetic – inductive	up to 1000 m	The size of the zone of influence depends on the distance that the assets run in parallel
	Electromagnetic – conductive	30 m	
	Thermal – during normal operation	5 m	
Influence of (hydrogen) pipeline on HVAC cable	Thermal – during normal operation	5 m	
	Mechanical – due to erosion	30 m	
	Thermal/mechanical – due to explosion/fire	No distance-based value is provided, but a probability-based value (10^{-5} per km per year).	Due to their ground cover, thermal and mechanical impact of explosion/fire on buried cables is low[1].

Table 1: Zone of influence according to NEN 3654

The NEN 3654 does not provide values for the zone of acceptable/non-acceptable influence. This is because the size of this zone differs per situation and is specific to the requirements of the owners of the assets in question.

For TenneT only the influence of the pipeline on the cables is relevant. Therefore, according to Table 1, a distance of 30 m between pipelines and HVAC onshore cables is acceptable for TenneT without the need for further studies. If a distance below 30 m is envisioned, TenneT would need to internally consult and possibly

[1] Studies carried out for TenneT have shown that the effect of explosion/fire is only significant when the cables have limited ground cover. This could be the case as the result of an erosion crater exposing the cables. Therefore, it is assumed that as long as mechanical influence due to erosion can be ruled out, influence due to explosion/fire does not need to be considered.

execute a study.

5.2 Metallic pipelines and HVDC cables

Currently, there is no standard for mutual influences between onshore HVDC cables and metal pipelines. However, there is a NTA (Nederlands Technische Afspraak) in development that will cover similar aspects as the NEN 3654, but with focus on DC connections.

The influences of pipelines on HVAC cables covered in NEN 3654 are expected to not change if the influenced power cable carries DC current instead of AC current. Therefore a distance of 30 m between pipelines and HVDC onshore cables is acceptable for TenneT without the need for further studies. If a distance below 30 m is envisioned, TenneT would need to internally consult and possibly execute a study.

6. Distances nearshore

The cables in the nearshore routes in shallow waters and/or on tidal flats will be installed at a relative low depth. Due to this fact and due to the applicable equipment a minimum distance of 50 m between TenneT cables is possible. Environmental and/or other physical reasons in a route may cause the need for greater distances (e.g. when passing shell fish banks). Sufficient distances to other assets need to be considered for repair works as well. Topics like water depth and burial depth (dredging slopes influencing other infrastructures) will influence the distance and result in a larger minimum distance.

The distance between TenneT nearshore cables and infrastructure of third parties remains the internationally agreed 500 m, unless otherwise agreed in proximity agreements. The exact distance allowed will depend on the acceptance of mitigating measures by the pipeline owner.

7. Distances offshore

The cables in the offshore routes in will be installed in relatively great water depths. Due to this fact and the required installation equipment a standard distance of 200 m between TenneT cables is necessary. Environmental and/or other physical reasons (e.g. wrecks, objects and (p)UXO) in a route may require greater distances to be necessary.
For the deeper parts of Route II (although nearshore, installation at greater depths and with matching equipment) TenneT requires the standard distance of 200 m. However, for this route a study (in possession of the MER-consultancies) was conducted by the consultancy Waterproof. This has resulted in a number of locations where a smaller distance is possible subject to the condition that additional measures such as but not limited to additional burial depth is applied in order to avoid damage to multiple cable systems at the same time.

The distance between TenneT offshore cables and other third party infrastructure remains the internationally agreed 500 m. Subject to specific local conditions and considerations, other distances may be applied for short route sections. These sections may be subject to (amongst others) specific proximity agreements and

routing shall return to the 500 m distance as soon as this is possible again. The exact distance allowed will depend on the acceptance of mitigating measures by the pipeline owner.

8. Knowledge gaps

Currently, there are no HVDC cables in the Dutch TenneT grid. Therefore, there is no practical experience regarding influence on metallic pipelines. Furthermore, engineering bureaus that are conducting EMI studies for Gasunie and TenneT lack experience in how to model HVDC systems. Knowledge gaps include, but are not limited to:

- How high is the harmonic content in HVDC cables?
- What are boundaries for safe touch voltages for frequencies other than 50 Hz?
- What influence do voltages/currents other than 50 Hz have on pipeline corrosion?
- What are likelihood and characteristics of hydrogen leakages (as opposed to natural gas)?

9. Process

The following process is envisioned (but not set in stone) to arrive at a minimum distance between the PAWOZ cable corridor and hydrogen pipeline that is acceptable for both TenneT and Gasunie:

- In Q1 2024, first results regarding the NTA for mutual influence between metallic pipelines and DC systems become available (onshore). This means that TenneT and Gasunie will have a framework based on which to assess the mutual influence for the PAWOZ onshore corridors. Calculations on inductive influence can be carried out, considering various scenarios.
- In Q2 2024, more certainty is expected from the Ministry of EAC on whether TNW will be connected to land electrically. This will provide guidance on which of the calculated scenarios is applicable.

VIII

BIJLAGE: NOTITIE ONDERLINGE AFSTAND KABELS EN LEIDINGEN GASUNIE

Aan
A.J. den Herder (OT)
H. Kamping (AB)
PAWOZ/VAWOZ Team

Van
G.H. Horstink (OT-W)
P.J. Huiberts (OPL)

K.c.
Archief

Via
MT-A

Datum
14 december 2023

Onderwerp
Tussenafstanden hoogspanningskabels en Gasunie buisleidingen

NOTITIE

INTERN

Inleiding:

De toekomstige Gasunie waterstofleidingen (*voor de programma's PAWOZ, VAWOZ en het WNL*) op zee en land zullen op diverse plekken een tracé volgen dat parallel zal lopen met Hoogspanning (HV)-kabels (wissel- en/of gelijkstroom) van Tennet.

Zowel voor offshore, nearshore en onshore routes is de ruimte dusdanig beperkt dat er efficiënt moet worden omgegaan met de beschikbare ruimte met zo weinig mogelijk impact op de omgeving. Doelstelling is dat het ontwerp veilig moet zijn. Veilig wil zeggen beginnen bij de bron en daarna als het niet anders kan mitigeren.

Binnen PAWOZ is aangegeven dat het zoekgebied voor een kabel-/leidingstrook (*van aanlanding tot aan Eemshaven*) 1,5 km breed is. Deze 1,5 km is gebaseerd op de aanname dat HV-kabels en leidingen 1.000 meter van elkaar af moeten liggen om beïnvloeding te voorkomen. Omdat er nog geen goede onderbouwing voor deze 1.000 meter is roept dit de nodige vragen uit de omgeving op. Tevens worden in verschillende projecten verschillende uitgangspunten gehanteerd (bv PAWOZ en Delta Rhine Corridor (DRC)). Ook voor het bepalen van de maximale breedte van kabel- en leidingcorridors door de Waddenzee is de onderlinge afstand van groot belang. Voor VAWOZ gaat dit de komende tijd ook belangrijk worden, het is bijvoorbeeld nu al duidelijk dat er offshore ook ruimtelijke bottlenecks zijn.

In deze notitie is getracht om de onderlinge afstand tussen kabels en een leiding, voor onshore op basis van onder meer de aanwezige norm NEN 3654 (***die onverkort geldig blijft voor HVac systemen***), en voor offshore o.a. op basis van internationale afspraken, verder te preciseren.

De beïnvloeding die hierboven genoemd wordt komt door het Elektromagnetisch (EM) veld van, met name, hoogspanning wisselstroom (*HVac*) kabels. Dit EM veld kan in een nabij, over langere afstand parallel, liggende stalen buisleiding een spanning opwekken die enerzijds kan leiden tot corrosie van de stalen buis en anderzijds kan zorgen voor een gevaarlijke aanraakspanning op de buisleiding wand. Behalve de beïnvloeding door EM velden kan er ook sprake zijn van thermische beïnvloeding (de HV-kabels worden tijdens gebruik warm en moeten deze warmte kwijt aan de omliggende grond) en weerstand beïnvloeding bij aardingspunten van kabels, bij hoogspanningsmasten en bij HV-stations.

De in deze notitie in de tabellen aangeven afstanden mogen niet klakkeloos zonder de erbij behorende voetnoten toegepast worden.

N.V. Nederlandse Gasunie

Datum: 14 december 2023

Onderwerp: Tussenafstanden hoogspanningskabels en Gasunie buisleidingen

Tussenafstand op land:

Voor de situatie op land (*onshore*) is de norm NEN 3654 "*Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen*" (alleen geldig voor HVac systemen) onverkort van toepassing.
In deze norm zijn voor verschillende hoogspanning niveaus, en verschillende parameters van HV-systemen, indicatieve waarden aangeven van een "veilige" tussen-afstand tussen een HVac kabel en een metalen buisleiding.

Vanuit de werkgroep Kathodische Bescherming (KB) van de NEN is een onderzoek uitgezet om deze indicatieve waarden te onderbouwen d.m.v. detailberekeningen.

De NEN 3654 is niet van toepassing op hoogspanning gelijkstroom (*HVDC*) systemen.

HVac systemen lopen normaliter minder ver parallel dan de geplande HVDC-systemen. HVDC-systemen met een vergelijkbaar vermogen als HVac, hebben over een vergelijkbare parallelloop een lagere beïnvloeding. Echter, HVDC wordt gebruikt voor het transporteren van grotere vermogens. Bij langere parallelloop kan HVDC dan ook voor een grotere beïnvloeding zorgen.

Het doel is om in 2024 een Nederlandse Technische Afspraak (NTA) gereed te hebben voor het geplande type HVDC-systeem op land. Vervolgstap is dan een NTA voor HVDC en HVac op zee.

Op basis van de NEN 3654 zijn in onderstaande tabel (met uitzondering van HVDC) de, voorlopig, te hanteren tussenafstanden aangegeven. Het is de verwachting dat de eerdergenoemde, nog uit te voeren, detailberekeningen geen significante verhogingen van de tussenafstanden te zien zullen geven.

LAND (afstanden in m)	Leiding gasunie
Kabel Tennet HVac	50 (5)(6)(11)
Kabel Tennet HVDC	20 (5)(7)(12)
Leiding Gasunie	7 m hart op hart (9)(12)
Kabel HVac niet TenneT	50 (5)(6)(11)
Kabel HVDC niet TenneT	nvt (10)
Andere leidingen	7 m hart op hart (9)12()

(5): detailberekeningen nodig om definitieve tussenafstand vast te stellen

(6): op basis van K2 waarden uit NEN 3654 voor 220kV/400kV ZONDER mitigerende maatregelen

(7): afstand gelijk aan die is aangenomen voor DRC (info vanuit de NEN KB werkgroep)

(9): Gasunie beheersmaatregel

(10): vanuit NEN / NTA is alleen een 2GW Tennet kabel configuratie toegestaan

(11): met maatregelen 10-tallen meters bij lange parallelloop. **!! Eerst voorkomen en dan pas mitigeren!!**

(12): niet gedefinieerd in de NEN 3654

Opmerking: ***Bovenstaande tabel inclusief de eronder aangeven voetnoten zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden.***

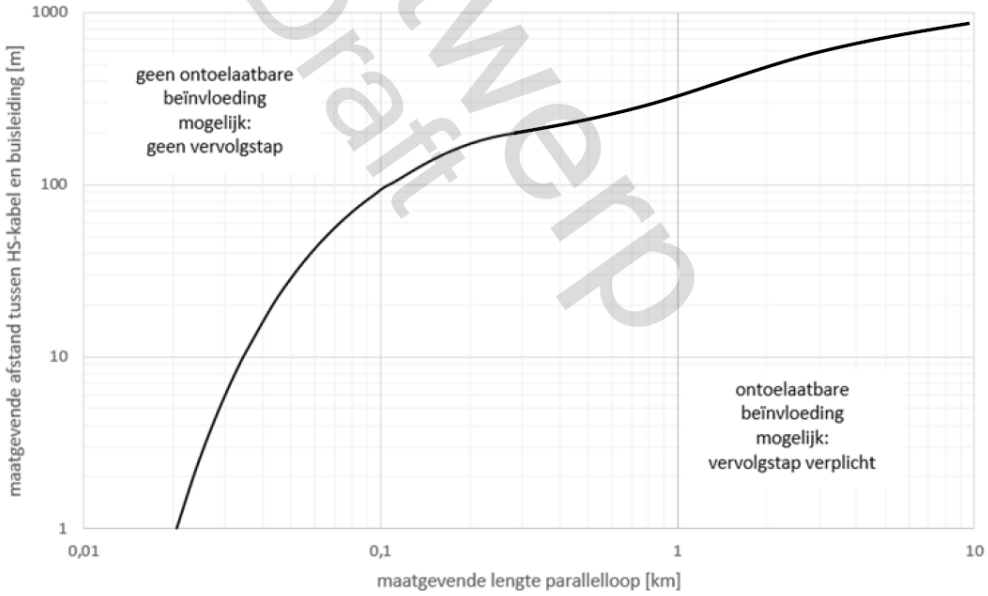
INTERN

N.V. Nederlandse Gasunie

Datum: 14 december 2023

Onderwerp: Tussenafstanden hoogspanningskabels en Gasunie buisleidingen

Onderstaande grafiek (uit de NEN 3654) geeft een snelle indicatie of er wel of niet sprake zal zijn van een ontoelaatbare EM veld beïnvloeding (tussen HVac kabels en buisleidingen) bij een gegeven tussenafstand en lengte parallelloop.



Figuur 5 — Conservatieve beoordeling inductieve beïnvloeding door hoogspanningskabels > 24 kV

Voor de ontwikkeling van de DRC wordt de hierboven, in de tabel, aangegeven 20 meter afstand tussen de Tennet HVDC kabels en de Gasunie waterstofleiding reeds meegenomen in het voorlopige leidingroute ontwerp.

Op het moment dat de definitieve routes (*van kabels en leiding(en)*) beschikbaar zijn (*samen met de Tennet kabel configuratie*) zal er **altijd** een beïnvloeding-studie uitgevoerd moeten worden om te bepalen of de route aangepast moet worden of welke mitigerende maatregel(en) er genomen moet(en) worden.

Tussenafstand op zee:

Voor de situatie op zee is voor "*Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen*" nog geen norm beschikbaar. Het doel is om in 2024 een NTA gereed te hebben voor het geplande type HVDC-systeem op land. Vervolgstap is dan een NTA voor HVDC en HVac op zee.

Echter, op basis van de modellen gebruikt in de NEN 3654 is al wel een inschatting te maken van de tussenafstanden.
Als de detailberekeningen voor de land situatie beschikbaar zijn worden deze ook gemaakt voor de zee situatie.

Op zee gelden internationale afspraken die bepalen dat er tussen de kabels en leidingen van partijen altijd een tussenafstand van 500 meter aangehouden dient te worden **tenzij** partijen

INTERN

overeenkomen, d.m.v. een nabijheidsovereenkomst, hiervan af te wijken (waarbij de eventuele beïnvloeding zwaar zal wegen).

Om die reden zijn de afstanden in onderstaande tabel groter dan die voor de land situatie.

ZEE (afstanden in m)	Leiding gasunie
Kabel Tennet HVac	500[5][6][8]
Kabel Tennet HVDC	500[2][5][8]
Leiding Gasunie	100[4][9]
Kabel HVac niet TenneT	500[5][6][8]
Kabel HVDC niet TenneT	500[2][5][8][10]
Andere leidingen	100[4][9]

[2]: mag kleiner wbt beinvloeding maar dan nabijheidsovereenkomst nodig
[4]: indien < 500 meter nabijheidsovereenkomst nodig
[5]: detailberekeningen nodig om definitieve tussenafstand vast te stellen (uit te voeren tijdens de leiding/kabel trace fase)
[6]: Afstand gebasseerd op K2 waarden NEN: er is niet gecorrigeerd voor lagere soortelijke weerstanden
[6]: **EN** lagere toelaatbare langdurige spanningen (Volt) op zee
[8]: internationale afspraak
[9]: Gasunie beheersmaatregel, in overleg kan dit een kleinere afstand worden
[10]: ingeval van monopool configuratie specifiek bekijken

Opmerking: ***Bovenstaande tabel inclusief de eronder aangeven voetnoten zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden.***

Aanlanding:

Omdat bij de aanlanding van kabels en leidingen de kans groot is dat deze dichter bij elkaar komen om de corridor bij kruising van de primaire zee-kering zo smal mogelijk te houden zijn hiervoor kleinere tussenafstanden mogelijk. Zie hiervoor onderstaande tabel.

Aanlanding (afstand in m)	Leiding gasunie
Kabel Tennet HVac	100
Kabel Tennet HVDC	100

Conclusie:

De tussenafstanden in de voorgaande tabellen zijn een eerste inschatting en moeten door middel van een berekening worden geverifieerd.

Deze notitie is expliciet niet van toepassing op kabels en leidingen in een tunnel configuratie. Dit zal separaat geanalyseerd moeten worden.

INTERN

IX

BIJLAGE: RISK BASED BURIAL DEPTH

Risk Based Burial Depth

PAWOZ Route II

5 juli 2024

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Witteveen + Bos

Project	Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) - Eemshaven
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Document	Risk Based Burial Depth Route II (Bijlage Notitie Routeontwikkeling Deel 3)
Organisatie	RHW – Combi RHDHV & W+B; studie uitgevoerd door ACRB en MARIN
Werkpakket	4.6 RBBD (Bijlage van Werkpakket 4.1 Notitie Routeontwikkeling)
Onderdeel	GEN - General
Soort	RP - Report
Status	S3 – For client comments
Datum	5 juli 2024
Projectnummer	BI9148
Referentie	BI9148-RHW-4.6-GEN-RP-NA-031739

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Postbus 24087 | 3511 SW Utrecht | www.witteveenbos.com

Royal HaskoningDHV Nederland B.V.
Postbus 1132 | 3818 EX Amersfoort | www.royalhaskoningdhv.nl

Inhoud

1. Inleiding 4
2. Tracés 7
3. Analyse 19
   - Scheepvaart 20
   - Ankermodel 27
   - Stranden 32
   - Correctie basis ongevalskans Eems 37
   - Acceptabele faalkans 41
4. Resultaten 42
   - Ankeren 43
   - Stranden 45
5. Conclusies en aanbevelingen 48
6. Referenties 50

Bijlage 1 – Toelichting op RBBD aanpak 51

1. Inleiding

Achtergrond

- In PAWOZ-Eemshaven worden routes voor kabelsystemen (kabels) en waterstofverbindingen (leidingen) onderzocht.

- In deze studie wordt alleen Route II, Oude Westereems, onderzocht. Dat komt doordat alleen deze route dicht langs druk bevaren scheepvaartwegen loopt en de onderlinge afstand tussen de kabels de faalkans zal beïnvloeden.

- Als gevolg van beperkte ruimte in het Eems estuarium wordt overwogen de kabelsystemen en misschien ook de waterstofverbinding in een corridor te leggen, waarbij de afstand tussen de kabels en de pijpleiding een belangrijke parameter wordt:
  - TenneT hanteert een afstand van 200 m tussen parallelle kabels als uitgangspunt voor kabels van dezelfde eigenaar. In geval van verschillende kabeleigenaren dient er in eerste instantie met een afstand van 500 m rekening gehouden te worden tot het moment er (zicht is op) een overeenkomst op parallelligging is. In deze studie wordt onderzocht of de afstand tussen twee parallelle kabels kan worden verkleind tot minder dan 500 m, respectievelijk 200 m;
  - Hoe dichter de kabels bij elkaar liggen, hoe meer kabels en leidingen in een beperkt gebied gelegd kunnen worden;
  - Echter, hoe dichter de kabels bij elkaar liggen, hoe groter de gezamenlijke faalkans van meer dan één kabel is.

- De faalkans van de gezamenlijke faalkans van twee of meer kabels hangt af van:
  - De onderlinge afstand tussen de kabels en of leiding;
  - De ligging van de kabels ten opzichte van scheepsbewegingen, met name de drukbevaren Eemsgeul en het gehele aanloopgebied;
  - De begraafdiepte tijdens installatie;
  - De toekomstige veranderingen in de ligging van de zeebodem (natuurlijke zeebodem dynamiek);
  - De grondcondities.

1. Inleiding (2)

Specifieke aanpak voor PAWOZ

- De aanpak voor PAWOZ wijkt af van de standaard RBBD die normaal voor export kabel routes, inter-connectoren en transport pijpleidingen wordt uitgevoerd.
  - *Bijlage 1 bevat een (engelstalige) samenvatting van de aanpak van een standaard Risk Based Burial Depth studie.*
- Tijdens de uitvoering van deze studie waren er nog geen voldoende ontwikkelde tracés voor de kabels en de waterstof leiding beschikbaar omdat het bepalen van deze globale tracés een van de doelen van PAWOZ was.
- Omdat de ontwikkeling van de tracés mede afhankelijk is van de afstand tussen de kabels, richt deze studie zich daarom op de relatie tussen de onderlinge kabel afstand en de gezamenlijke faalkans voor een aantal karakteristieke locaties van de mogelijke toekomstige tracés.

Eerder uitgevoerde risico gestuurde begraafdiepte studies

- Deze PAWOZ RBBD bouwt verder op de ervaring en resultaten van vooral twee eerdere studies:
  - De IJmuiden Ver en Nederwiek RBBD waarbij de nadruk lag op het opzetten van de methodiek en het bepalen van de gezamenlijke faalkans van meerdere kabels in een kabel corridor (ref. 1).
  - De specifieke studie naar de minimaal benodigde afstand tussen export kabels, zowel op zee als in de kustwateren (ref. 2).

Voor achtergronden van methodieken wordt verwezen naar beide rapporten (ref. 1 en ref. 2).

1. Inleiding (3)

Onderzoeksvraag

- Welke begraafdiepte en onderlinge afstanden moeten voor kabels/leidingen worden aangehouden langs Route II om te voldoen aan een maximaal acceptabele gezamenlijke faalkans voor 2 kabels?

    - Belangrijke beperking voor deze studie is het ontbreken van feitelijke routes op basis waarvan de faalkans per jaar voor de gehele of een deel van de route kan worden bepaald. Deze studie zal daarom leiden tot indicaties van de effecten van onderlinge afstanden tussen de kabels en leiding op de gezamenlijke faalkans.

2. Tracés

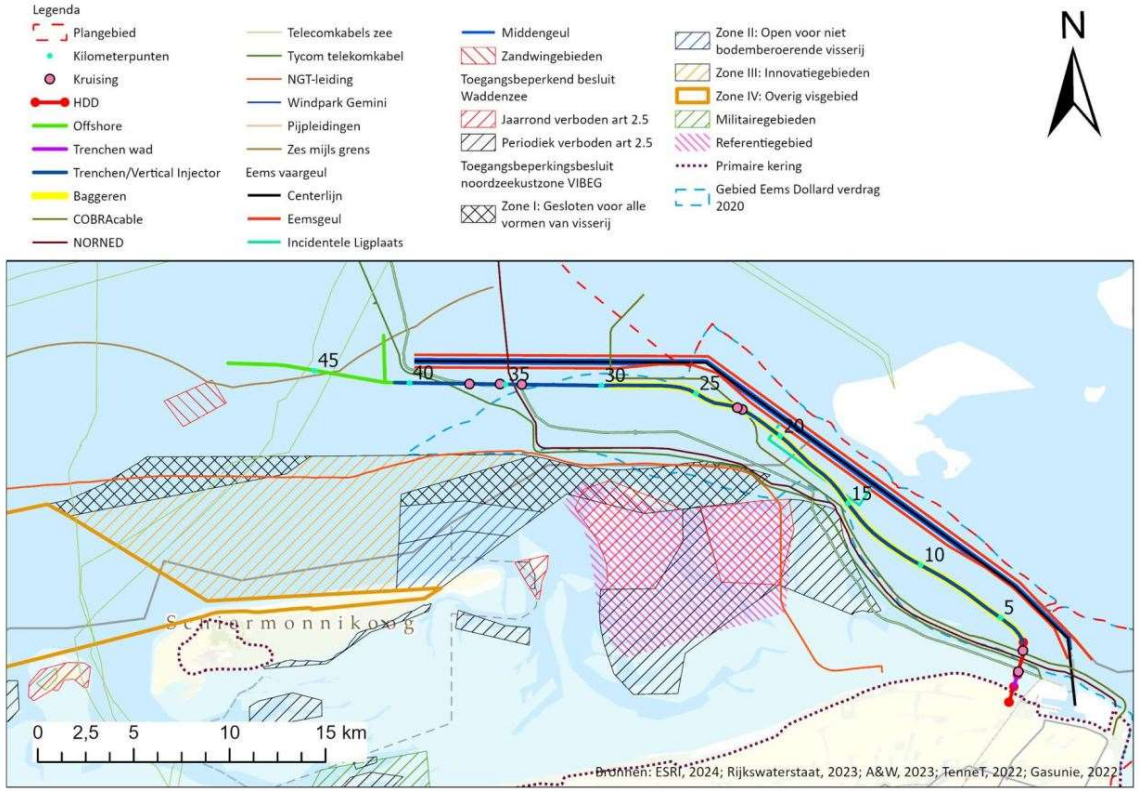
Tracé uitgangspunten

- De volgende twee pagina's tonen de indicatieve tracés voor de kabelsystemen en voor een waterstofverbinding
  - Pagina 8 toont het midden van de corridor waarin de kabels zouden kunnen komen te liggen. Voor de toelichting op deze route wordt verwezen naar referentie 4.
  - Pagina 9 toont het indicatieve tracé voor de waterstofverbinding (pijpleiding). Voor de toelichting op deze route wordt verwezen naar referentie 4.

Dwarsprofielen

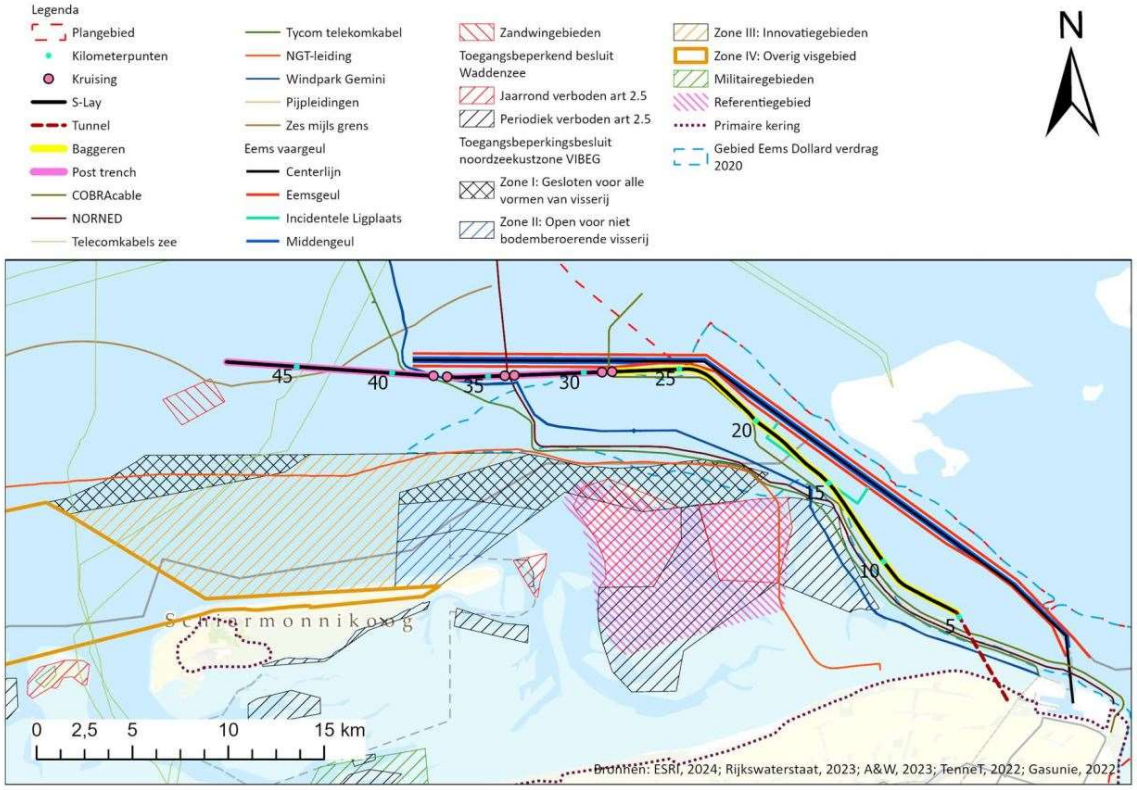
- Pagina 10 toont de zeekaart met daarop 5 dwarsdoorsneden. Deze dwarsdoorsneden zijn gekozen op locaties die kenmerkend zijn voor de combinatie van vaarwegen en naastgelegen zandbanken.
- Pagina 11 toont hetzelfde gebied met dezelfde dwarsdoorsneden maar met de bathymetrie als ondergrond.
- Pagina 11 toont ook de tracés van zowel de kabels als de waterstofverbinding:
  - Het midden van de vaarweg, bestaande uit (vanaf zee gezien), de Eemsgeul en het Randzelgat, is aangegeven door een rode lijn;
  - De kabels zijn aangegeven als dunne paarse lijnen in een corridor met 5 kabels;
  - De waterstofverbinding (pijpleiding) is aangegeven als een gele lijn, tussen de vaarweg (rode lijn) en de kabel corridor (5 paarse lijnen).
- Pagina 12 t/m 16 tonen de dwarsdoorsneden met daarin:
  - Het bodemprofiel;
  - Het Mobiele Ontwerp Profiel (MOP) ter plaatse van de dwarsdoorsnede (zie ref. 5);
  - De locaties van kabels en pijpleiding, waarbij uitgegaan is van een minimale dekking van 1 m.

2. Tracés – Indicatief kabel tracé



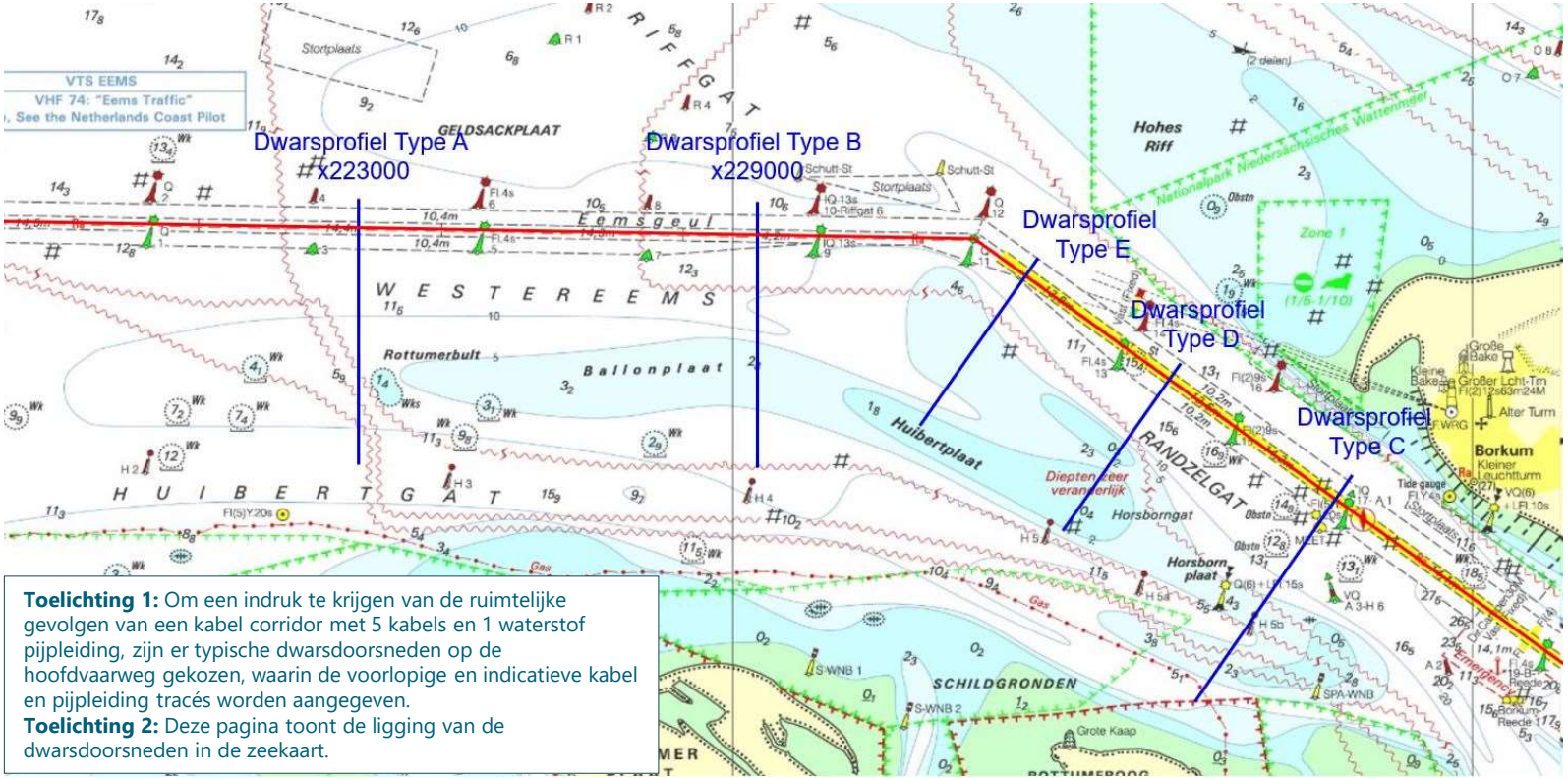
De kaart toont II – Oude Westereems route en de werkzaamheden die zijn voorzien voor de aanleg van een kabelsysteem. Een uitgebreide toelichting op de wijze van installeren wordt gegeven in ref. 4.

2. Tracés – Indicatief leiding tracé



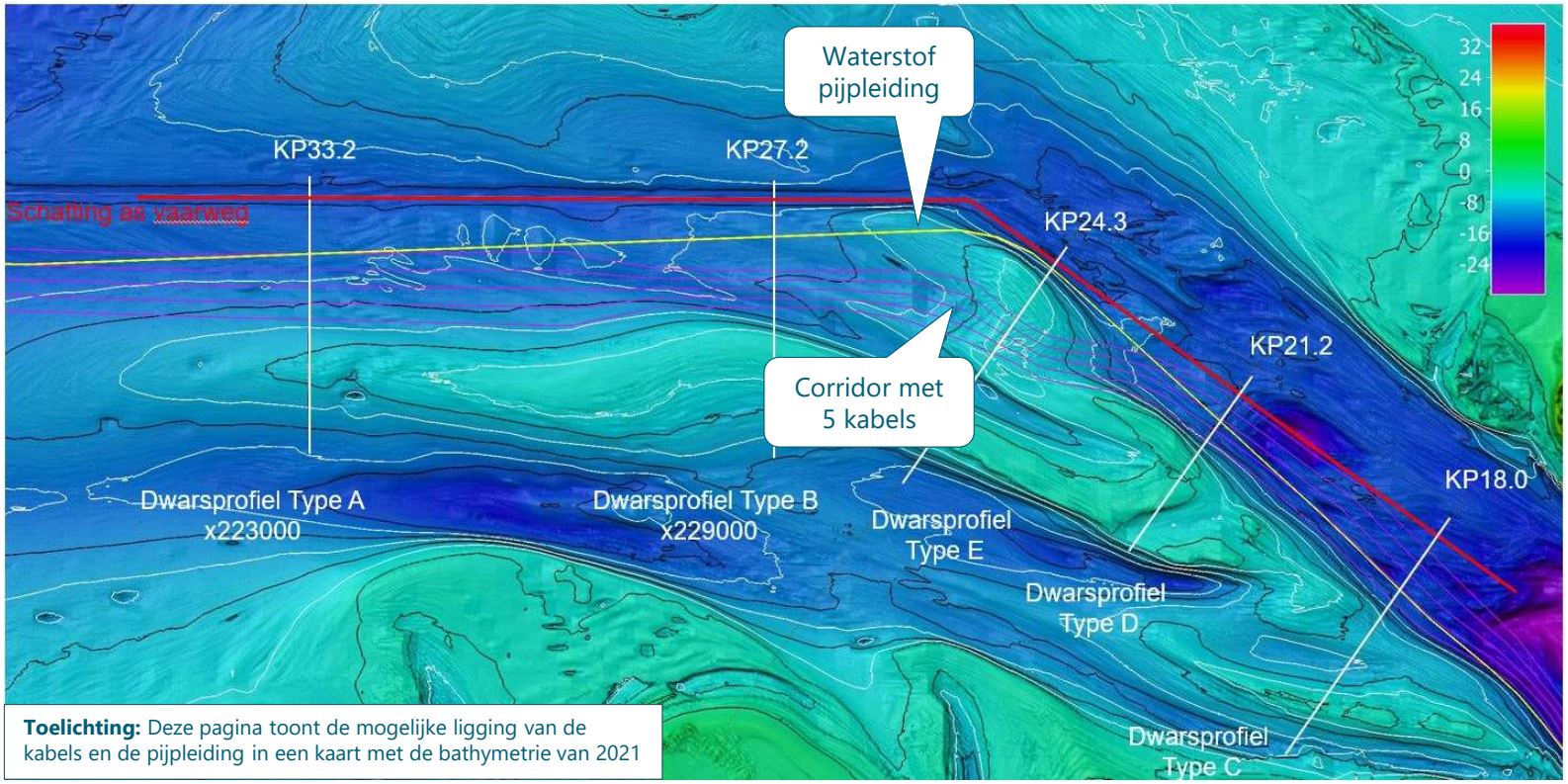
De kaart toont II – Oude Westereems route en de werkzaamheden die zijn voorzien voor de aanleg van een leiding. Een uitgebreide toelichting op de wijze van installeren wordt gegeven in ref. 4.

2. Tracés – Afstand tot vaarweg: zeekaart



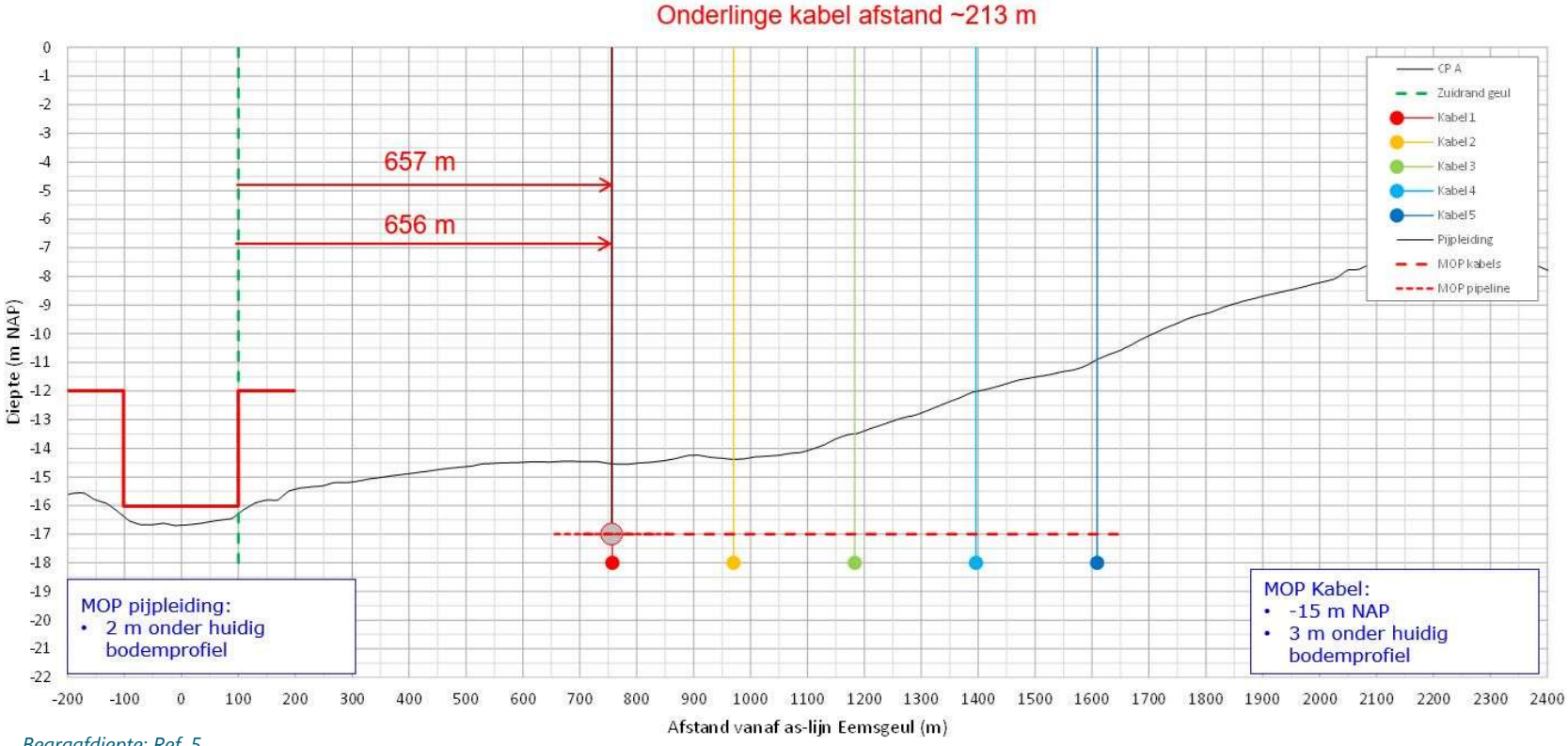
Toelichting 1: Om een indruk te krijgen van de ruimtelijke gevolgen van een kabel corridor met 5 kabels en 1 waterstof pijpleiding, zijn er typische dwarsdoorsneden op de hoofdvaarweg gekozen, waarin de voorlopige en indicatieve kabel en pijpleiding tracés worden aangegeven.
Toelichting 2: Deze pagina toont de ligging van de dwarsdoorsneden in de zeekaart.

2. Tracés – Afstand tot vaarweg: bathymetrie



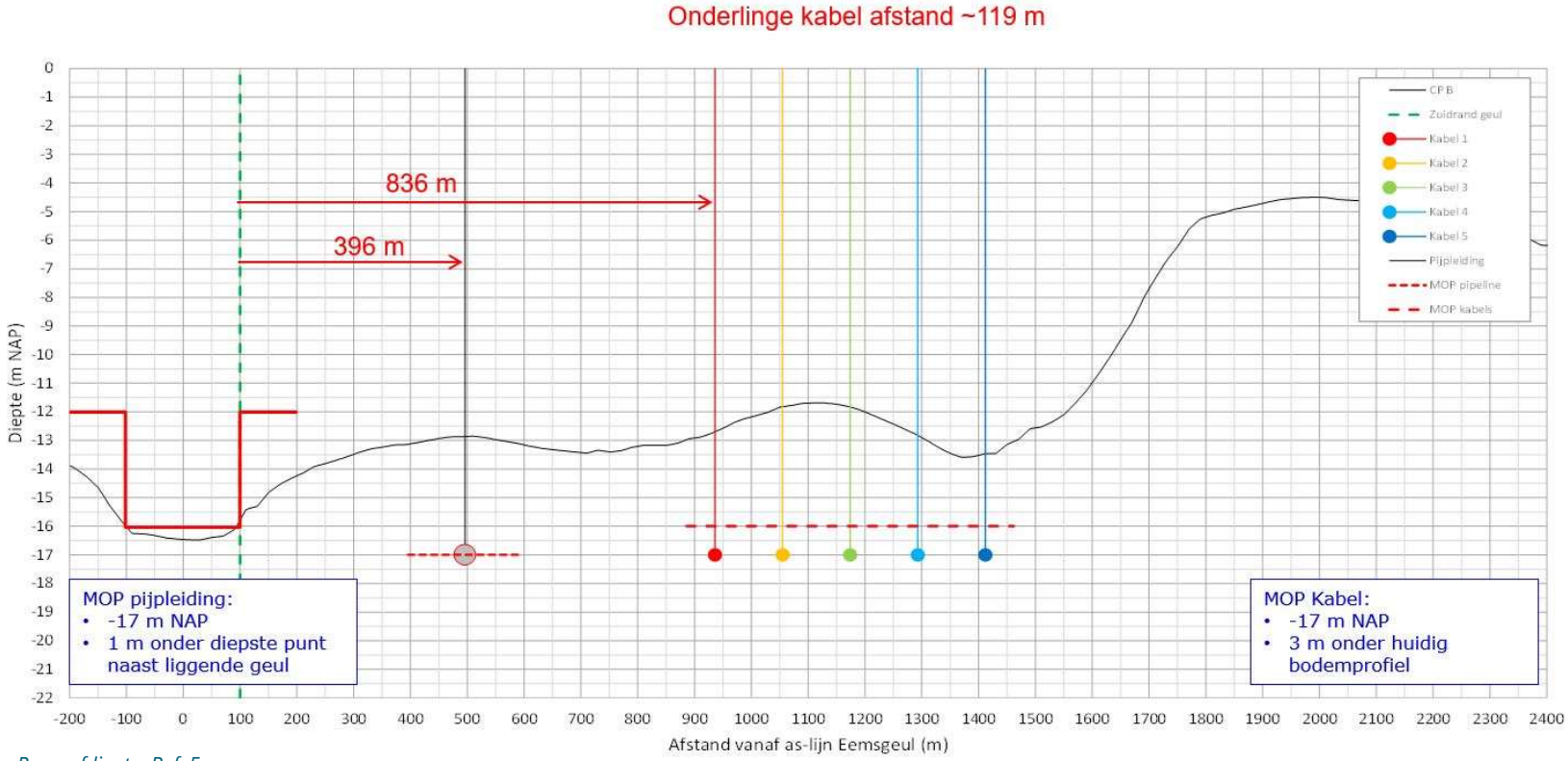
Toelichting: Deze pagina toont de mogelijke ligging van de kabels en de pijpleiding in een kaart met de bathymetrie van 2021

2. Tracés – Dwarsprofiel Type A: ~KP33.2 (x223000)



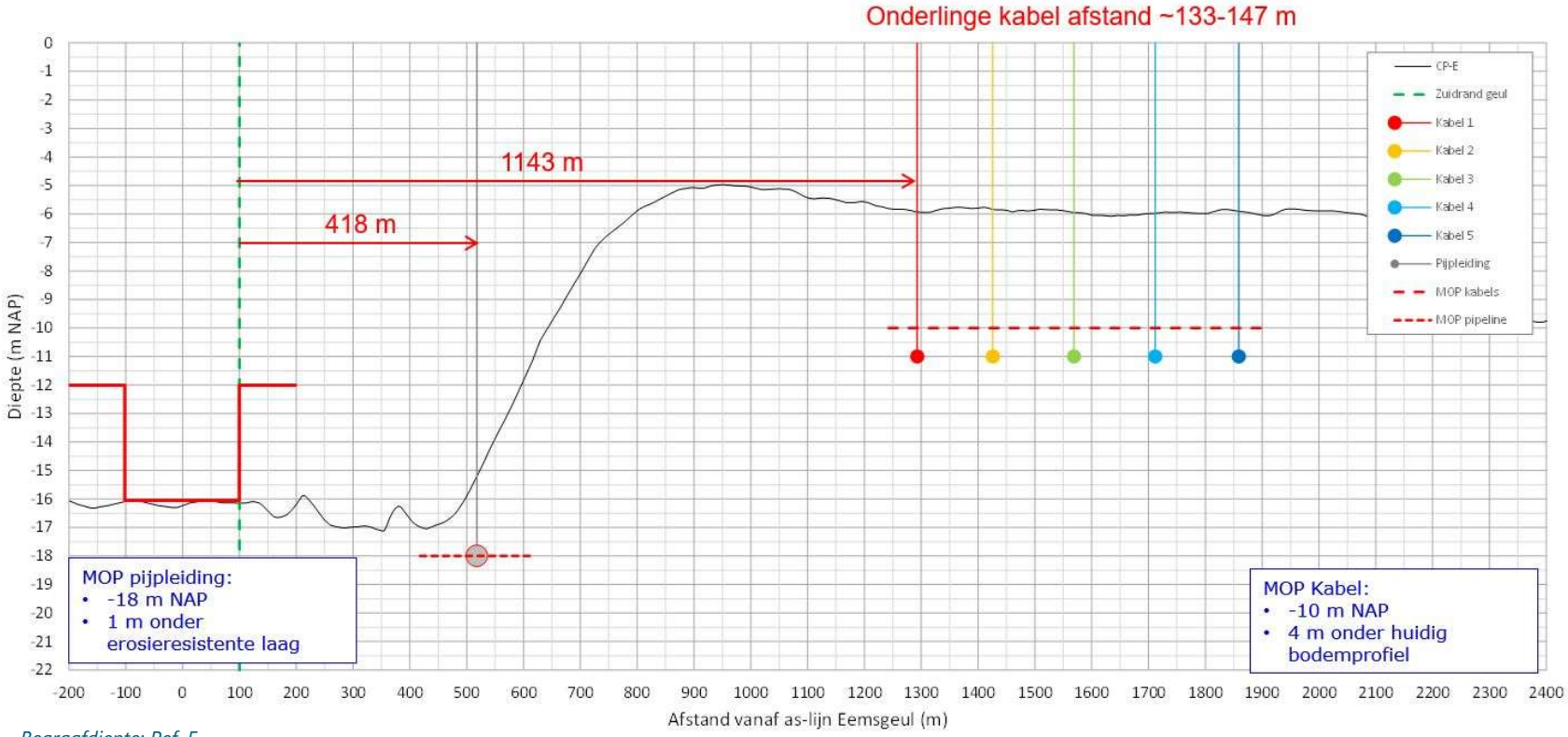
Begraafdiepte: Ref. 5

2. Tracés – Dwarsprofiel Type B: ~KP27.2 (x229000)



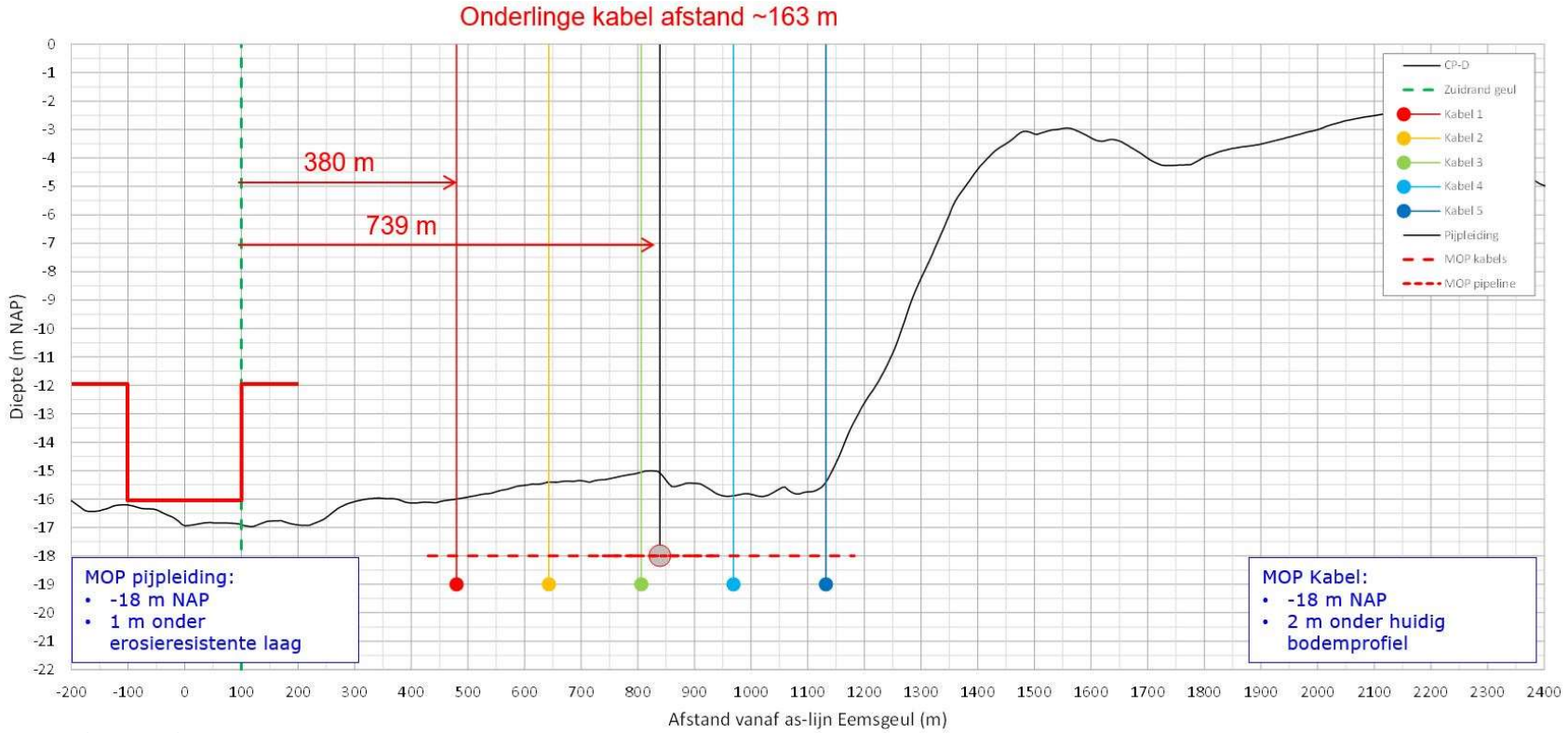
Begraafdiepte: Ref. 5

2. Tracés – Dwarsprofiel Type E: ~KP24.3



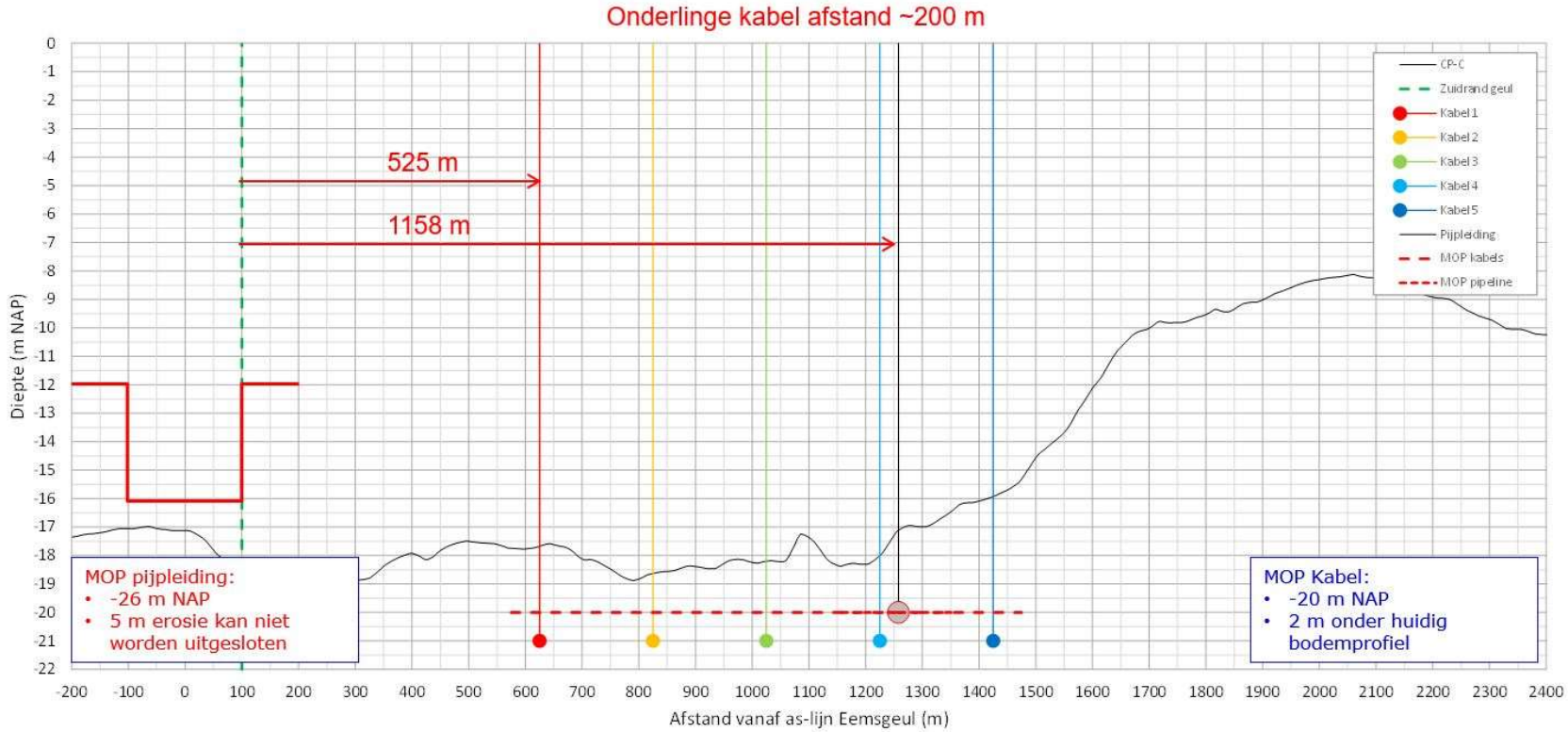
Begraafdiepte: Ref. 5

2. Tracés – Dwarsprofiel Type D: ~KP21.2



Begraafdiepte: Ref. 5

2. Tracés – Dwarsprofiel Type C: ~KP18.0



Begraafdiepte: Ref. 5

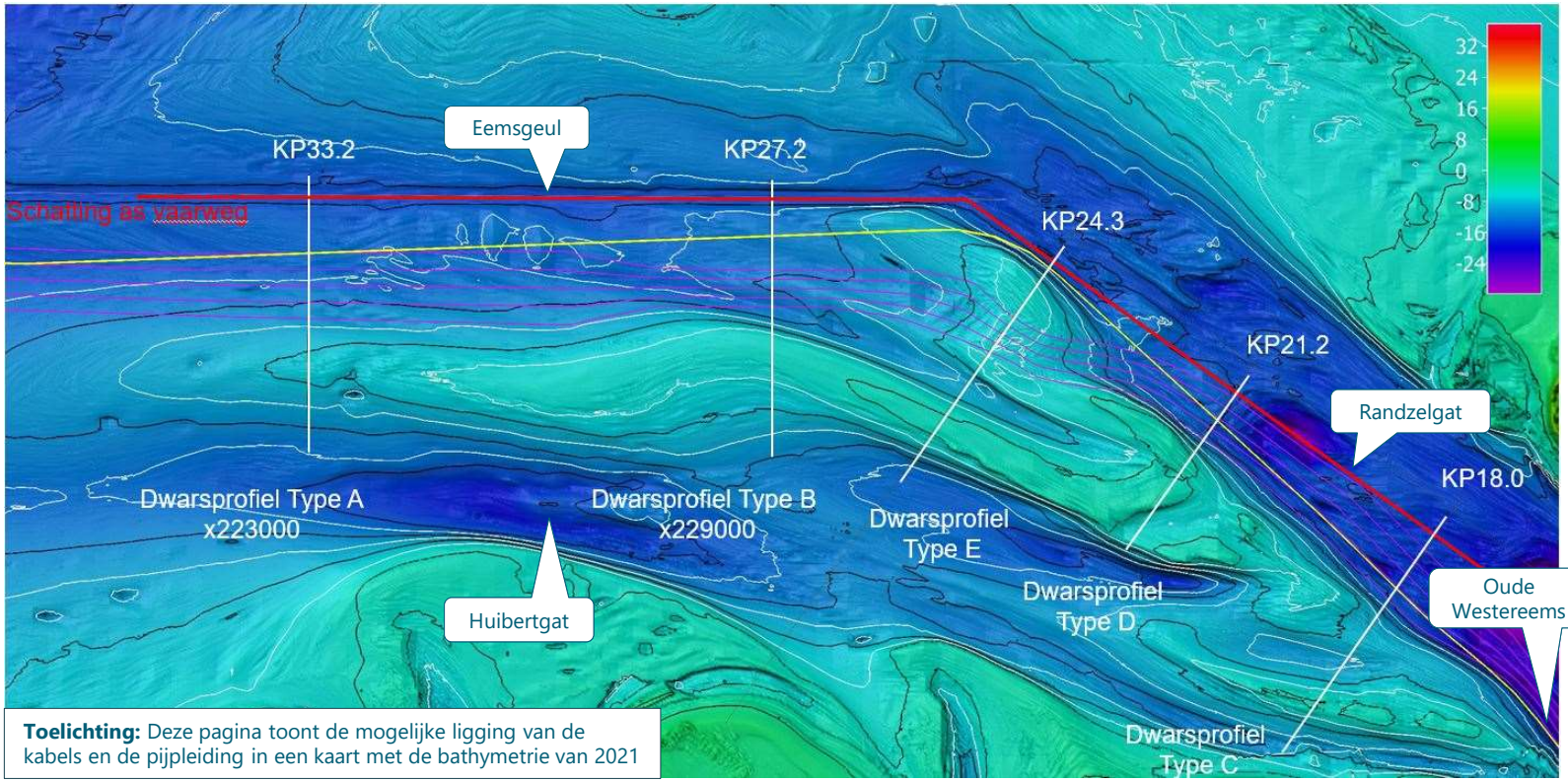
2. Tracés – Wat is waar dominant?

Belangrijkste bedreigingen
- Deze studie beperkt zich tot de analyse van de belangrijkste bedreigingen, zoals ankeren en stranden.
  - Een standaard RBBD studie bevat ook de overige bedreigingen zoals containers overboord en visserij.
- De volgende pagina bevat de bathymetrie (kopie van pagina 11) met de hieronder genoemde vaarwegen en geulen.

Kabels
- **Ankeren** daar waar kabel corridor in diep water ligt:
  - Langs Eemsgeul;
  - Langs Randzelgat;
  - In Oude Westereems.
- **Stranden** daar waar kabel corridor in ondiep water ligt:
  - Tussen Randzelgat en Oude Westereems;
  - Behalve tussen Eemsgeul en Randzelgat, omdat die bank relatief hoog ligt en de kabels extra dekking krijgen.

Pijpleidingen
- **Ankeren** daar waar kabel corridor in diep water ligt:
  - Langs Eemsgeul;
  - Langs Randzelgat;
  - In Oude Westereems.
- **Stranden** daar waar pijpleiding in diep water maar direct naast bank ligt:
  - Tussen Eemsgeul en noordelijke uitloper van Huibertplaat.

2. Tracés – Wat is waar dominant? (2)



Toelichting: Deze pagina toont de mogelijke ligging van de kabels en de pijpleiding in een kaart met de bathymetrie van 2021

3. Analyse

In dit hoofdstuk worden de analyses beschreven die zijn uitgevoerd voor de RBBD studie. De volgende analyses zijn op de volgende pagina's toegelicht:

- Scheepvaart
  - AIS dichtheidskaarten
  - Verkeersanalyse (1) t/m (5)
- Ankermodel
  - Overzicht
  - Stap 1
  - Stap 2
  - Stap 3: Falen van één kabel
  - Stap 3: gezamenlijk falen van meerdere kabels
- Stranden
  - Overzicht
  - Stap 1
  - Stap 2
  - Stap 3
  - Stap 4 en resultaten
- Correctie basis ongevalskans Eems
- Acceptabele faalkans

3. Analyse – Scheepvaart

Scheepvaart

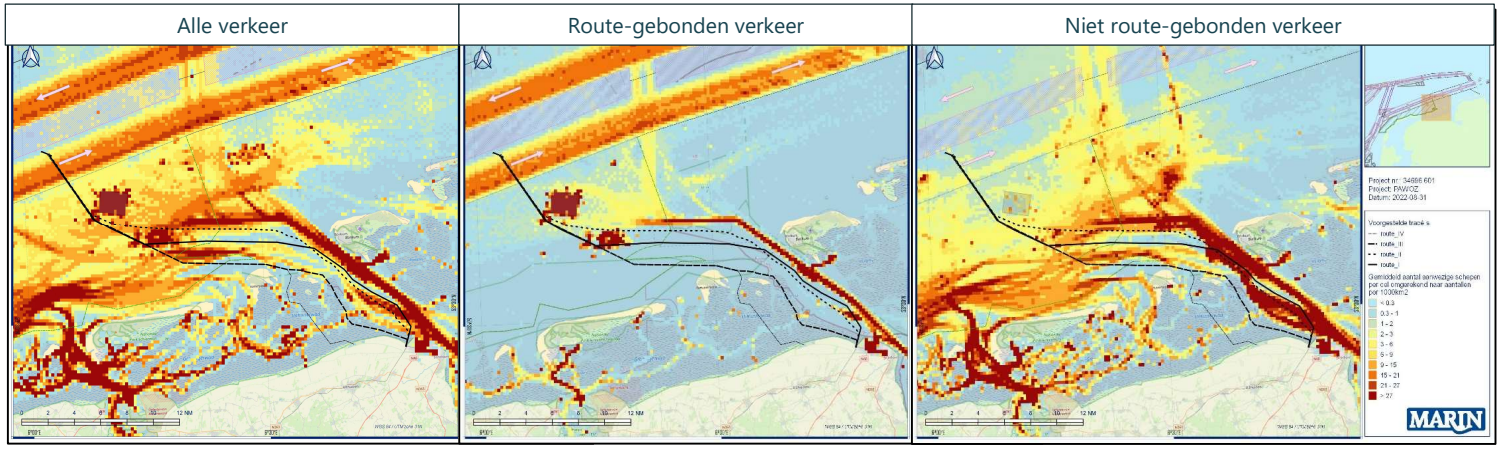
- De begraafdiepte wordt bepaald door de kans van voorkomen van een incident vanuit de scheepvaart en de mogelijke schade die dit type incident brengt aan de kabel (afhankelijk van de begraaf diepte).
- Voor het bepalen van de kans van voorkomen van een relevant maritiem incident worden de volgende gegevens/modellen gebruikt:
  - AIS data (welke locaties);
  - Incidentfrequenties (correctiefactor);
  - Ankermodel en parallel ankeren;
  - Stranden (Samson model).

Automatic Identification System – AIS Data

- Voor het bepalen van de scheepvaart intensiteit op en rond de beoogde locatie van de kabel(s) is gebruik gemaakt van AIS-data. Deze data bevat informatie over welke schepen waar gevaren hebben.
- Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van AIS-data beschikbaar gesteld door de Nederlandse Kustwacht over de periode: 1 jan 2019 tot en met 31 dec 2022 (4 jaar)

3. Analyse – Scheepvaart: AIS dichtheidskaarten

- De kaarten op deze pagina laten de verkeersdichtheid zien in 2020 voor drie categorieën schepen:
  - Alle verkeer
  - Route-gebonden verkeer (koopvaardij (vracht/tanker/passagiersschepen)
  - Niet route-gebonden verkeer (werkvaart/visserij/recreatievaart)
- Trajecten weergegeven op de kaarten zijn verkregen bij de start van het project
  - Gedurende de uitvoering van het project zijn de tracés verder ontwikkeld zoals aangegeven in NRO3 (ref. 4)
  - Voor deze studie maakt het niet uit, omdat naar dwarsdoorsneden wordt gekeken en niet naar feitelijke tracés.



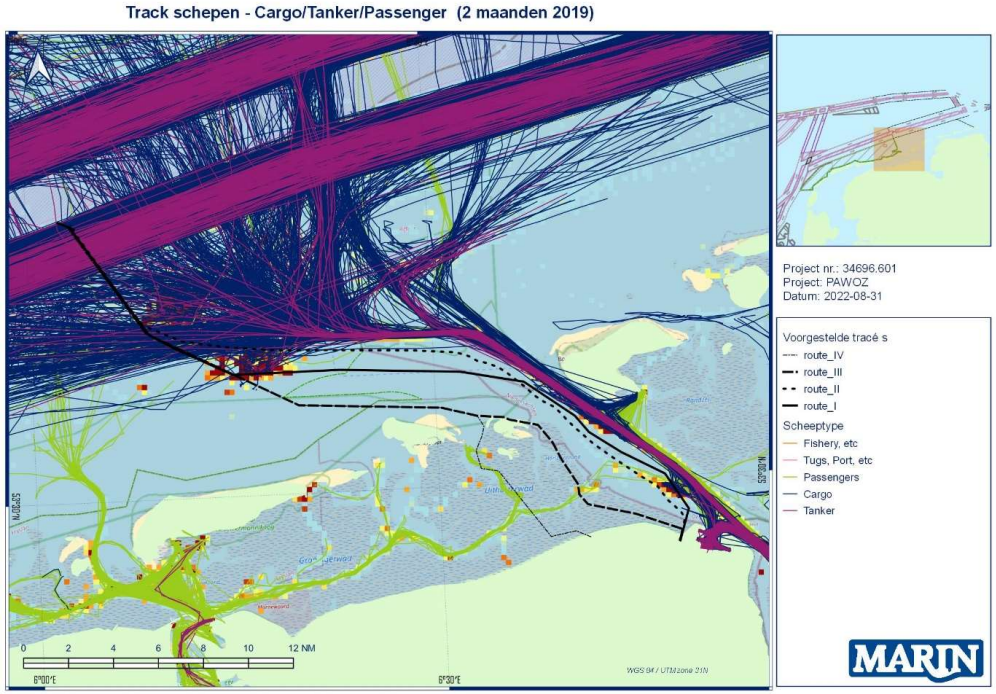
3. Analyse – Scheepvaart: Verkeersanalyse (1)

Voor iets meer detail over het scheepvaartverkeer zijn verschillende kaarten gemaakt waarop de individuele tracks van schepen weergegeven zijn.

De kaart rechts laat alle tracks zien van “route gebonden schepen” in twee maanden in 2019. [1]

Observatie op basis van de kaart:

- Route gebonden verkeer (vracht/tanker/passagier) bevindt zich voornamelijk in de hoofdvaargeul



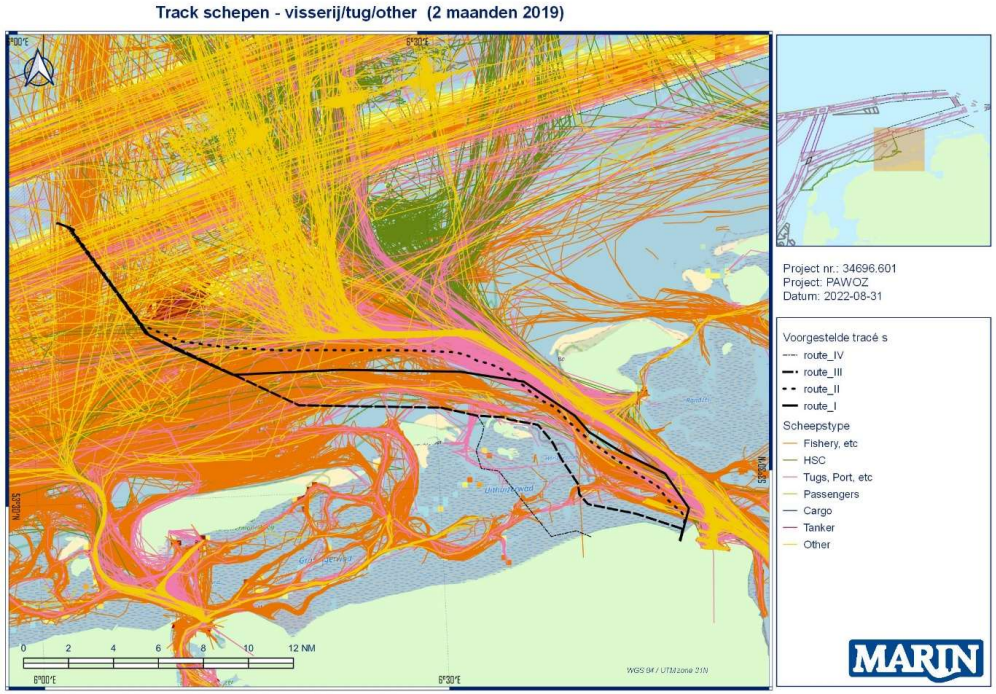
[1] *Er is voor twee maanden in 2019 gekozen i.v.m. de mogelijke invloed van de Covid-19 epidemie op met name de passagiersvaart. In de kaarten over 2020 zagen we een verminderde activiteit van passagiersvaart.*

3. Analyse – Scheepvaart: Verkeersanalyse (2)

De kaart rechts laat alle tracks zien van “niet route gebonden schepen” zien in twee maanden in 2019 [1]

Observatie op basis van de kaart:

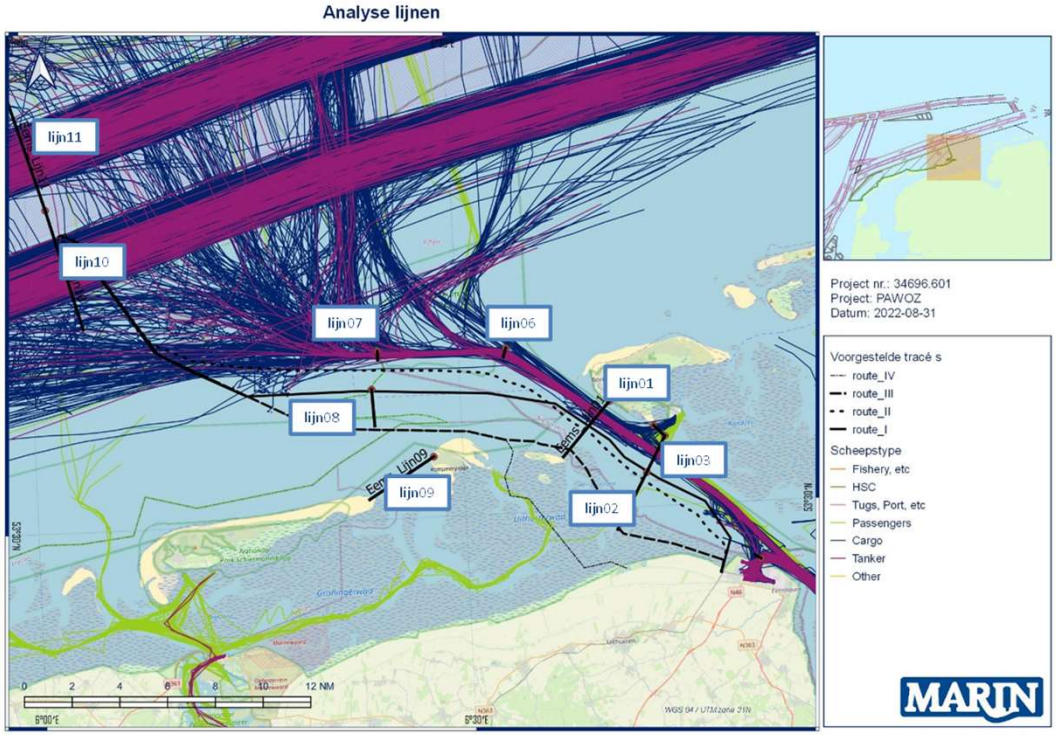
- Veel “tugs” en HSC (High Speed Crafts) naar de windparken in aanbouw (roze en groene tracks)
- Verkeer op de Oude Westereems bestaat voornamelijk uit visserij (oranje tracks)



[1] *Er is voor twee maanden in 2019 gekozen i.v.m. de mogelijke invloed van de Covid-19 epidemie op met name de passagiersvaart. In de kaarten over 2020 zagen we een verminderde activiteit van passagiersvaart.*

3. Analyse – Scheepvaart: Verkeersanalyse (3)

- Om het aantal schepen (verkeersintensiteit) op de Eems in kaart te brengen is een analyse uitgevoerd voor 9 ‘crossings-lines’.
- Over elke lijn is het aantal schepen geteld dat een lijn gepasseerd is.
- Van de schepen is het type, lengte, breedte en diepgang bekend.
- Data vormt de basis voor de analyse naar parallel ankeren en stranden.
- De resultaten van alle lijnen zijn gebruikt om het juiste beeld over de scheepvaartintensiteit in het studie gebied in kaart te brengen, niet alle resultaten worden hier in detail toegelicht.



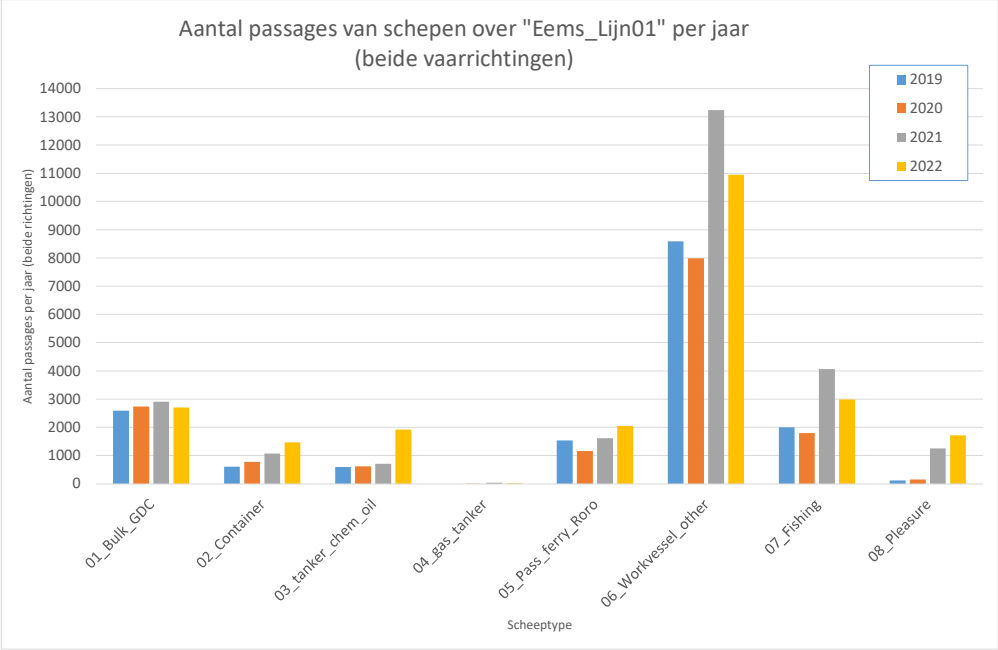
3. Analyse – Scheepvaart: Verkeersanalyse (4)

In de grafiek is het totaal aantal passages van schepen over Lijn 01 weergegeven.

- Representatief voor alle verkeer op de Eems (lijn tussen Rottumeroog en Borkum) per scheepstype.

Observatie op basis van de kaart:

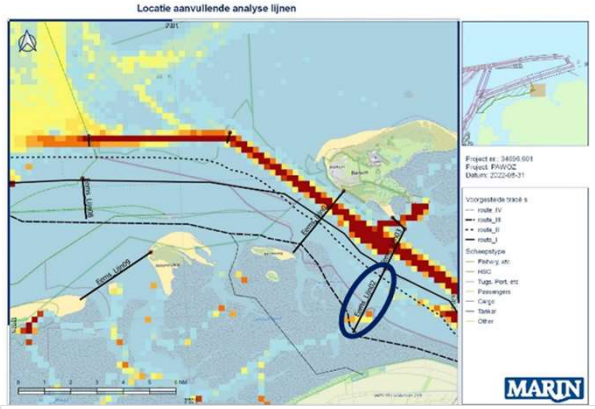
- Vanaf 2021 is er een toename in route-gebonden verkeer; e.g. ferry Eemshaven – Kristiansand en LNG-tankers naar Eemshaven;
- Vanaf 2021 is er een toename in niet-route-gebonden verkeer; werkvaart van en naar de windparken vanuit Borkum.

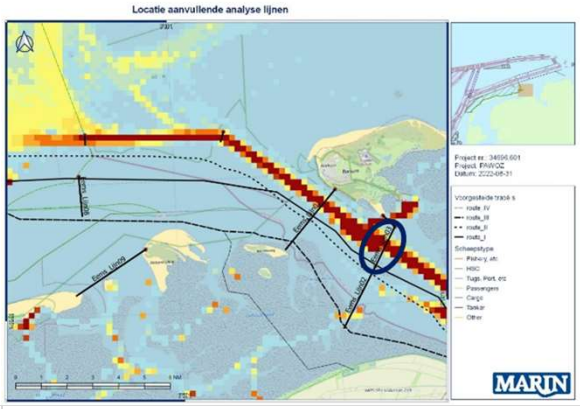


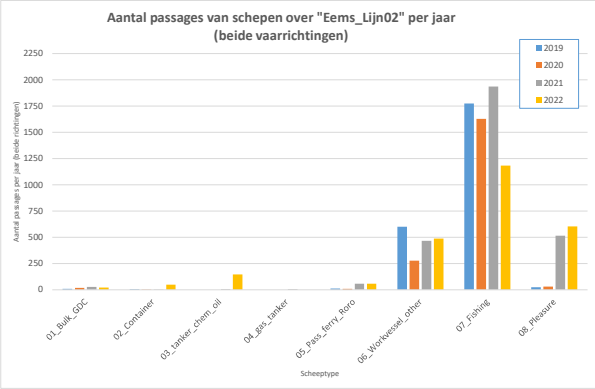
3. Analyse – Scheepvaart: Verkeersanalyse (5)

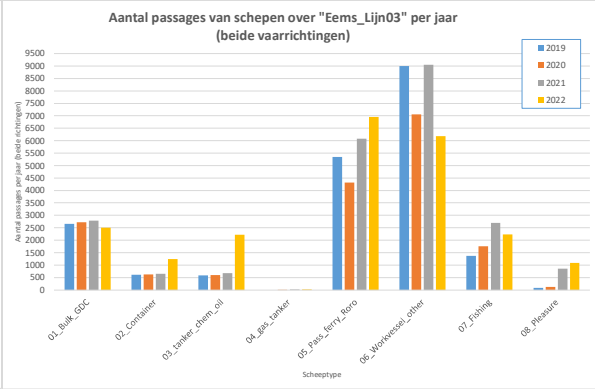
In de grafiek is het totaal aantal passages van schepen over Lijn 02 (nevenwater) en Lijn 03 (hoofdvaargeul) weergegeven per scheepstype.

Observatie op basis van de kaart:
- Hoofdvaarroute voornamelijk vrachtschepen en tankers;
- Neven water voornamelijk visserij.









3. Analyse – Anker model: Overzicht

Een van de geïdentificeerde risico's voor een kabel vanuit de scheepvaart is het feit dat een schip een anker laat vallen en dat deze achter de kabel blijft haken. Om de kans op "anker-haken" te bepalen is (1) een afstand nodig waarover het anker over/in de bodem beweegt, (2) de kans dat een schip zijn/haar anker gebruikt en (3) dit schip moet bij de parallel liggende kabel kunnen komen.

Het bepalen van de kans op "anker haken" bestaat uit de volgende stappen:

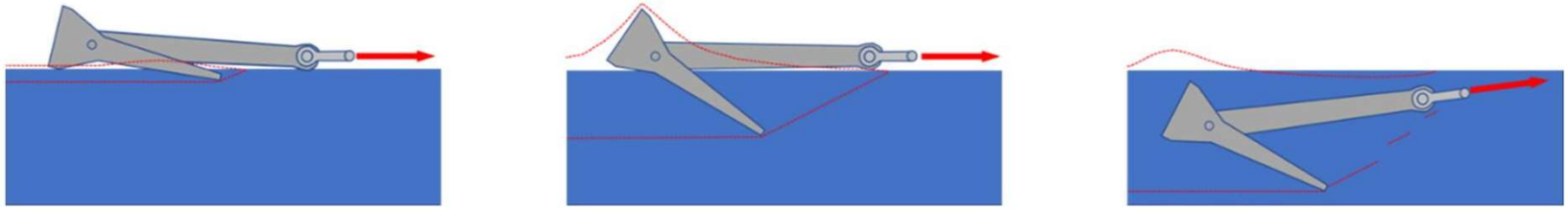
- **Stap 1:** Bepalen van de verwachte "dragging distance" en "penetration depth" van de schepen die passeren.
- **Stap 2:** Bepalen van de kans dat een passerend schip haar anker gaat gebruiken.
- **Stap 3:** Selecteer, vanuit alle mogelijke situaties waarbij een schip het anker gebruikt, de situaties die gegeven de afstand tot de kabel en de waterdiepte bij de kabel relevant zijn.

Op de volgende pagina's worden de stappen in iets meer detail toegelicht.

3. Analyse – Anker model: Stap 1

Stap 1 - Bepalen van de verwachte “dragging distance” en penetratie dieptes van de schepen die passeren:

- Bepaal voor elk schip dat een lijn passeert de “dragging distance” en de “penetration depth” van het anker.
- Gebruik van basis formules van Luger Geotechnics (ref. 3).
- Hieruit volgen L1, L2 en L3 (anchor dragging distance) en de bijbehorende P1, P2 en P3 (anchor penetration depth)



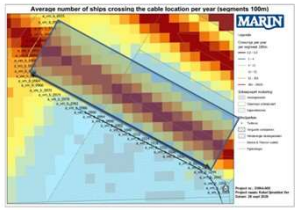
3. Analyse – Anker model: Stap 2

Stap 2 - Bepalen van de kans dat een passerend schip haar anker gaat gebruiken:

- Voor het bepalen van het verwachte aantal schepen dat het anker zal gebruiken is gebruik gemaakt van de formules weergegeven in de linker afbeelding.
- Aangenomen wordt dat de schepen 50% van deze schepen ankert aan de kant van de kabel, dit wordt kort toegelicht in het rechter afbeelding.

Idea/model

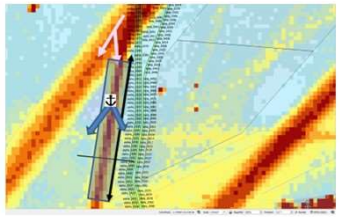
- $P_{EngineFailure}$: Probability of an engine failure per sailed nm
- $F_{actorAnchorTSS}$: Factor indicating the part of engine failures that anchor based on analysis for TSS
- $F_{ErrorAnchor}$ = Part of anchoring with out looking at the map.
- N_{ships}: Number of vessel passing the fairway
- $L_{fairway}$: Length of the fairway



- NM_{Total}: Total sailed nm per year = $N_{ships} * L_{fairway}$
- $F_{AnchorDrag}$: Total number of anchordragging per year total fairway = $Nm_{total} * P_{EngineFailure} * F_{actoreAnchorTSS} * F_{ErrorAnchor}$

DISTRUBTING THE TOTAL FREQUENCY

- Distributing the total anchor dragging frequency
- Assumption: **50% to east and 50% to west**
- Divide total frequency by number of segments to get the final frequency per segement
- $F_{AnchorDragCableSegment}$: Total number of anchor dragging at the side of the cable per year per segment = FAnchorDrag * 0.5 * (1/Nsegments)



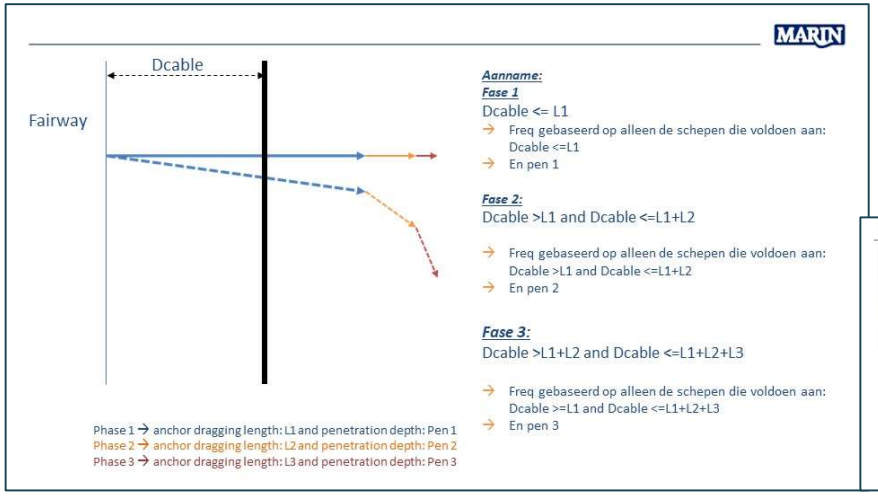
Next step:
Selection of vessels that can reach the cable based on two factors:

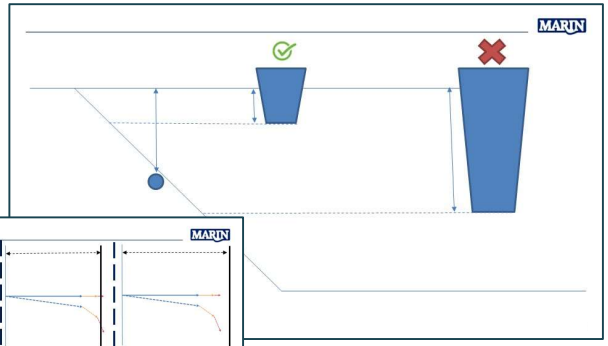
- Draught of the vessels
- Length of the different anchor dragging phases and start of the anchor operation (side of the fairway)

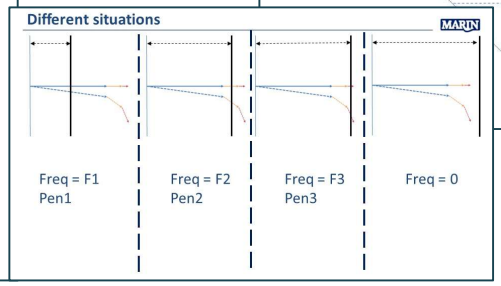
3. Analyse – Anker model: Stap 3

Stap 3 - Selecteren relevante situaties voor 'Falen van één kabel':

- Selecteer de situaties die gegeven de afstand tot de kabel en de waterdiepte bij de kabel relevant zijn, dit betekent alleen de situaties waarbij de afstand tussen de kabel en de rand van de vaarweg kleiner is dan de totale lengte waarover een schip haar anker over de bodem "sleept".
- Hierbij wordt gebruik gemaakt van de verschillende fases binnen het "anker-in-graaf"-proces en de diepgang van de schepen, zoals weergegeven in de verschillende afbeeldingen hieronder.



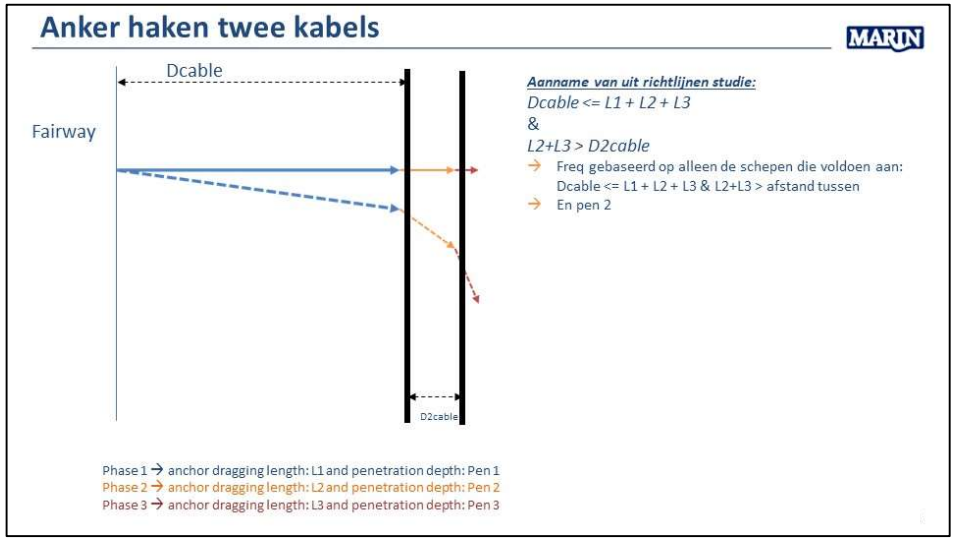




3. Analyse – Anker model: Stap 3

Stap 3 - Selecteren relevante situaties voor 'Gezamenlijk falen van meerdere kabels':

- Wanneer de kans wordt bepaald op het falen van twee naast elkaar liggende kabels, wordt in de selectie ook nog de afstand tussen de twee kabels meegenomen. Alleen die situaties worden geselecteerd waarbij de "anker-sleep"- lengte van de tweede en derde fase samen groter is dan de afstand tussen de kabels.



3. Analyse – Stranden: Overzicht

Het derde onderdeel van de analyse bestaat uit het bepalen van het stranden van schepen. Die kans is bepaald met behulp van SAMSON [1].

Het bepalen van de kans op stranden bestaat uit de volgende stappen:

Stap 1: Creëer verkeersdatabase voor SAMSON

Stap 2: Strandingslijnen definiëren voor SAMSON

Stap 3: Bepalen kans op stranden per lijn op basis van SAMON

Stap 4: Selecteren van de relevante strandingscenario's

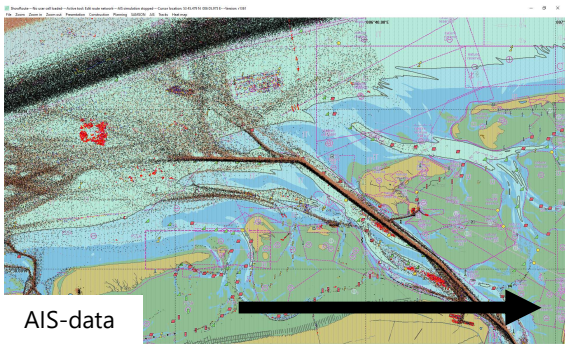
Op de volgende pagina's worden de stappen in iets meer detail toegelicht.

[1] *Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea*

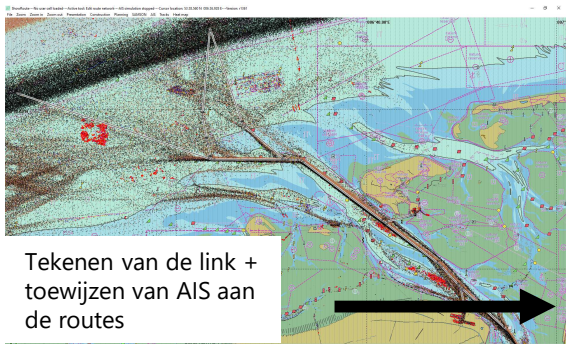
3. Analyse – Stranden: Stap 1

Stap 1 - Creëer verkeersdatabase voor SAMSON:

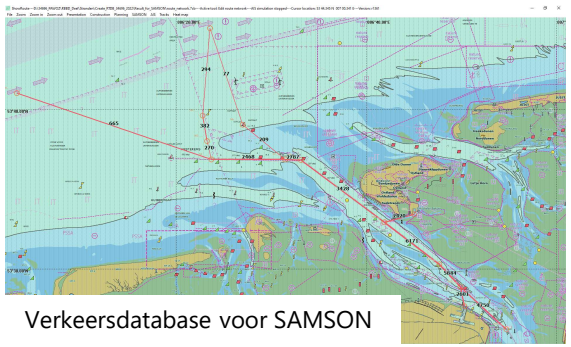
- Een verkeersdatabase voor SAMSON bestaat uit links (lijnen)
- Voor elke link is gedefinieerd hoeveel schepen er per jaar overheen varen (per scheeptype/scheepsgrootteklasse)
- Deze verkeersdatabase voor de Eems is bepaald op basis van de beschikbare AIS-data:
  - Eerst worden de links bepaald op basis van AIS-data;
  - Vervolgens wordt iedere AIS-positie van de schepen toegewezen aan een link om de intensiteit van de scheepvaart op te bepalen;
  - Resultaat is een verkeersdatabase voor SAMSON (rechter afbeelding).



AIS-data



Tekenen van de link + toewijzen van AIS aan de routes

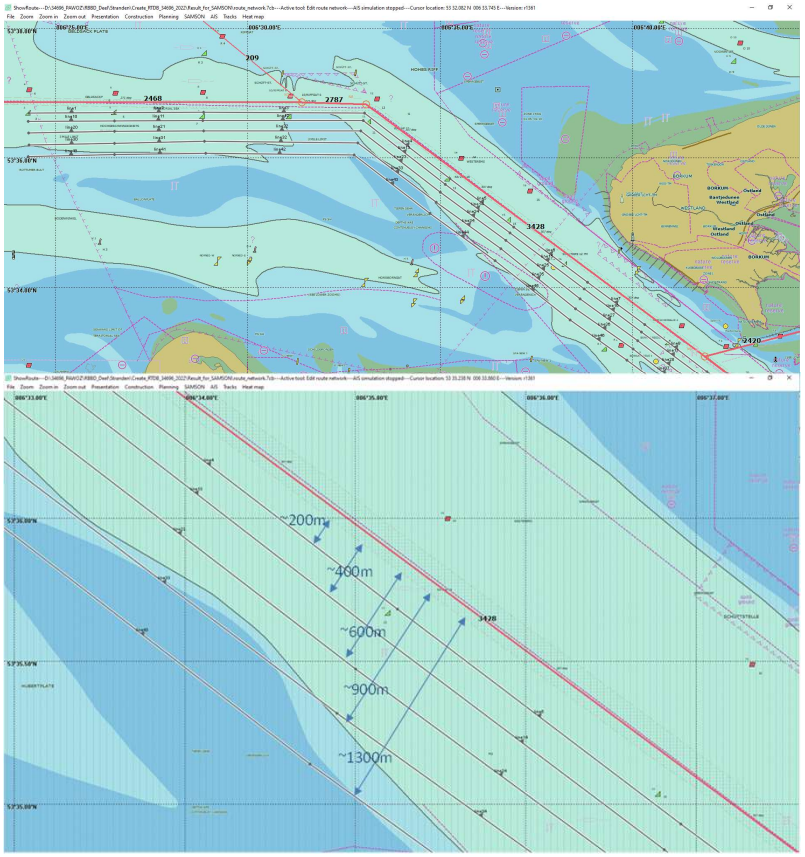


Verkeersdatabase voor SAMSON

3. Analyse – Stranden: Stap 2

Stap 2 - Strandingslijnen definiëren als invoer voor SAMSON:

- Tijdens de uitvoering van het project was de definitieve ligging van de kabel t.o.v. de vaarweg nog niet bekend, dus is er voor gekozen op verschillende afstanden van de hoofdvaarweg lijnen te definiëren die de kabel representeren. Hierdoor kon ook het effect van de afstand tot de vaarweg onderzocht worden.
- Afhankelijk van de ligging varieert de lengte van de strandingslijnen tussen 2000 m en 3000 m. Uiteindelijk is de strandingsfrequentie omgerekend naar kans per 100 m.



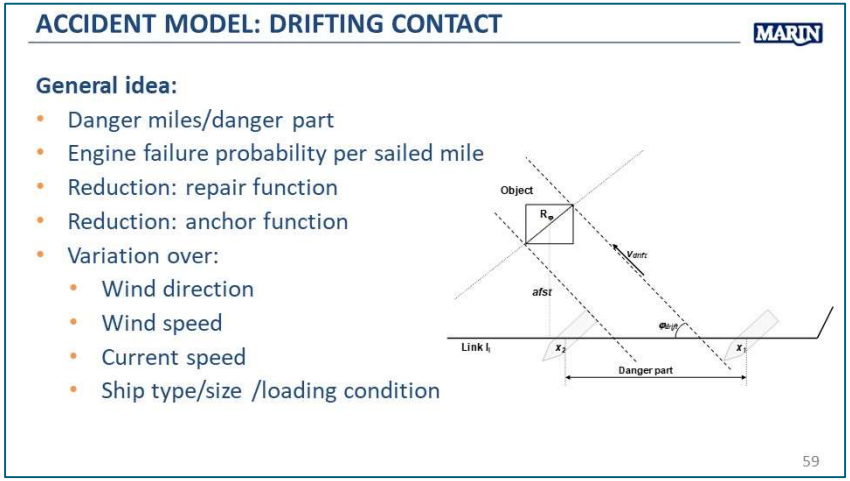
3. Analyse – Stranden: Stap 3

Stap 3 - Bepalen kans op stranden per lijn op basis van SAMON:

- Nadat de invoer data voor SAMSON is gecreëerd (verkeersdatabase en strandingslijnen) zijn de berekeningen uitgevoerd met SAMSON. Dit betreft de berekening om de kans op stranden per lijn te bepalen.
- Een algemeen kort overzicht van het model/idee dat binnen SAMSON gebruikt wordt om de kans op aandrijven te bepalen wordt hiernaast weergegeven.

Resultaat:

- Het resultaat van deze berekeningen is voor iedere strandingslijn de aandrijf-frequentie per jaar. Deze basis resultaten weerspiegelen de kans dat een schip vanuit de vaargeul (ongewild) over de lijn drijft.
- In de volgende stap worden alleen de situaties geselecteerd, Bepalen kans op stranden per lijn op basis van SAMON waarbij het schip ook daadwerkelijk strand als gevolg van het drijven over de lijn.

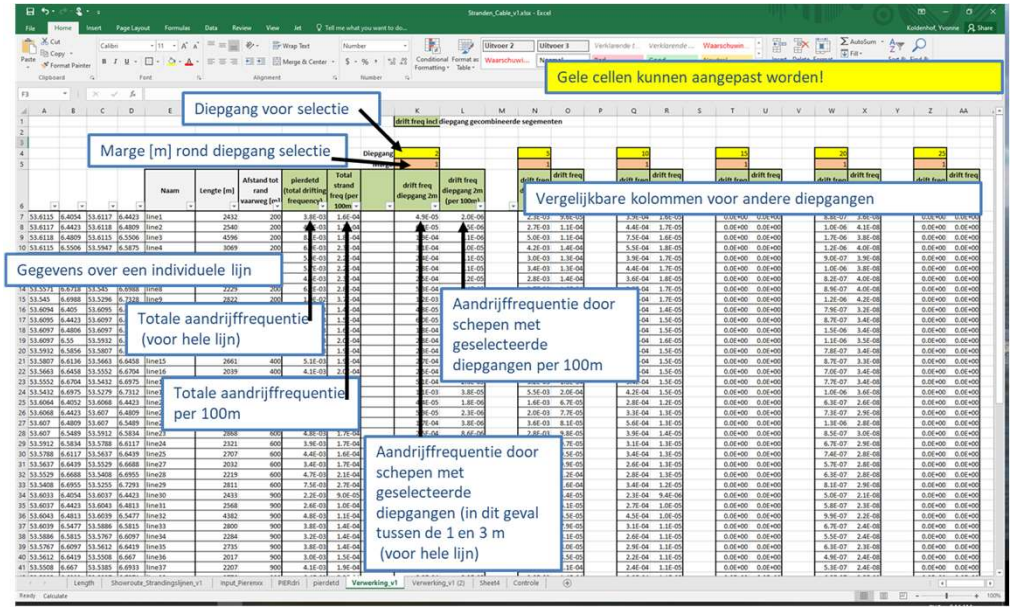


3. Analyse – Stranden: Stap 4

Stap 3 - Selecteren van de relevante strandingscenario's:

- De relevante strandingsscenario's worden vervolgens geselecteerd op basis van:
  - Diepgang van het schip/beschikbare waterdiepte
  - Lengte van het schip (voor 'joint probability')
  - Afstand tussen de vaarweg en de kabel

- Omdat de definitieve locatie van de kabel niet bekend was, is op basis van alle resultaten een Excel-sheet gemaakt waarbij de beschikbare waterdiepte etc. boven de kabel gevarieerd kan worden om zo de strandingsfrequenties door die situatie te bepalen. Een afbeelding van de Excel-sheet is rechts weergegeven.



Resultaat:

- De kans per jaar dat een schip op een bepaald deel van de kabel strand.

3. Analyse – Correctie basis ongevalskans Eems (1)

Aanleiding voor toepassen correctie factor op de basis ongevalskans:
Binnen de huidige modellen is altijd gebruik gemaakt van basis ongevalskansen (kans op motor storing etc.) die gebaseerd zijn voor de zee-situatie. Deze basis ongevalskansen zijn gebaseerd op data beschikbaar gesteld door de Kustwacht. Gezien de situatie op de Eems, zoals (1) beperkt vaarwater, (2) gebruik van loods en (3) VTS gebied, is het aannemelijk dat de basis ongevalskans afwijkt. Dit is onderzocht.

Aanpak:
Hiervoor is een beknopte analyse uitgevoerd van de SOS- ongevallen database van RWS op de Eems en Westerschelde. Op basis hiervan is de kans op een "motorstoring" per gevaren zeemijl bepaald op de Eems. Deze is vergeleken met de kans die bepaald is voor de Noordzee en gebruikt wordt binnen SAMSON. Deze vergelijking heeft geleid tot een correctiefactor op de resultaten.

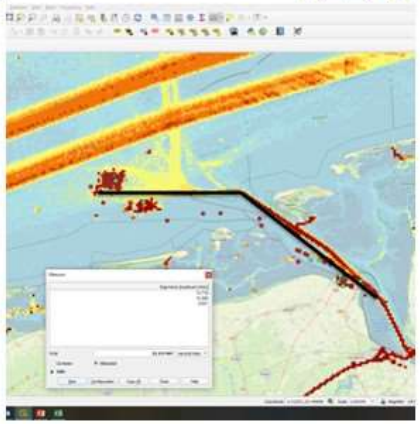
Resultaat:
Correctiefactor van 0,36 op de basis ongevalskans: 'engine failure' (kans op een motorstoring per gevaren zeemijl).

De aanpak en resultaten worden op de volgende drie pagina's kort toegelicht.

3. Analyse – Correctie basis ongevalskans Eems (2)

Ongevalskans Eems - Zeevaart

- Totale lengte vaarweg: ~30nm
- Gem: 6282 routegebonden schepen over 2019-2022 (twee richtingen) →rekenen met 6000
- Totaal gevaren nm: 30x6000 = 180.000nm
- Eems: 3 relevante ongevallen zeevaart in 16 jaar → 0,2 per jaar
- Ongevalskans (zeevaart) per gevaren nm: 0,2/180.000 = **1.11E-06**



Sum of count		Year				
linename	RN	2019	2020	2021	2022	Grand Total
Eems_Lijn01	R	5326	5309	6342	8154	25131
	N	10707	9941	18547	15656	54851
Eems_Lijn01 Total		16033	15250	24889	23810	79982

3. Analyse – Correctie basis ongevalskans Eems (3)

Vergelijking met gebruike basis ongevals kans

- $P_{EngineFailure}$ (vanuit de zeevaart)→ 3,08E-6

- Eerste resultaten extra analyse:
- Eems
  - Zeevaart: 1,1E-6 (correctie factor → 0,36)
  - Alle vaart: 4,0E-6 (correctie factor → 0,13)
- Westerschelde
  - Zeevaart: 3,3E-7 (correctie factor → 0,11)
  - Alle vaart: 4,4E-7 (correctie factor → 0,14)
- Eems/Westerschelde
  - Zeevaart: 3,9E-7 (correctie factor → 0,13)

- Eerste "observatie": gebruikte basis ongevalskans factor 10 te hoog ten opzichte van de gebruikte gecombineerde ongevalskans voor ankeren.

- Voorstel gebruiken→ **correctie factor van 0.36** (worst case benadering, gezien de kanttekeningen rond de analyse)

3. Analyse – Correctie basis ongevalskans Eems (4)

Kantekeningen

- SOS-database → hoe **compleet is deze bron**, we hebben nu al een selectie gekregen van RWS met een filter. Het zijn dus alleen de ongevallen met Eems/Westerschelde in de vaarweg omschrijving
- Nu alleen ongevallen geselecteerd op basis van "**aard omschrijving**", er zijn geen echte details betekend. Het zijn dus ook **niet** alleen de ongevallen met motor storing (!). Het zijn alle ongevallen die relevant zijn voor het stranden en/of ongepland buiten de vaarweg komen
- Gevaren mijlen op de vaarwegen is een **grove schatting**. Op de Westerschelde is de binnenvaart niet meegenomen, alleen de schepen die bij Vlissingen een lijn passeren zijn geteld.
- Ongevallen in Eemshaven zitten er nog in

3. Analyse – Acceptabele faalkans

Criteria
Om de resultaten van de analyses in het juiste perspectief te kunnen plaatsen, worden hierna de acceptabele faalkansen gegeven voor kabelsystemen en waterstofverbindingen.
De gegeven faalkansen voor kabelsystemen worden aangegeven in de volgende pagina's met resultaten door verschillend gestreepte rode lijnen.

Acceptabele faalkansen:

- **Kabelsystemen:**
  - Maximaal acceptabele faalkans **1** kabel: **$1*10^{-3}$/jaar**
  - Gezamenlijke maximaal acceptabele faalkans **2** parallel liggende kabels: **$1*10^{-4}$/jaar**
  - Gezamenlijke maximaal acceptabele faalkans **3** parallel liggende kabels: **$1*10^{-5}$/jaar**

  Bron: Table 4.3 in Ref. 1.

- **Waterstofverbinding:**
  - Maximaal acceptabele faalkans **1** pijpleiding: **$1*10^{-4}$/jaar**

  Bron: DNV (2012), Submarine Pipeline Systems, Offshore Standard, DNV-OS-F101, August 2012.

4. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de uitgevoerde analyses voor de RBBD studie. De resultaten worden op de volgende pagina's voor de volgende onderwerpen gepresenteerd en toegelicht:

- Ankeren (1) t/m (2)
- Stranden (1) t/m (3)

4. Resultaten – Ankeren (1)

Faalkans door Ankeren

- Lijn L2 (zie pagina 24)
- Eerste kabel 400 m vanaf vaarweg
- Begraafdiepte alle kabels 1,0 m

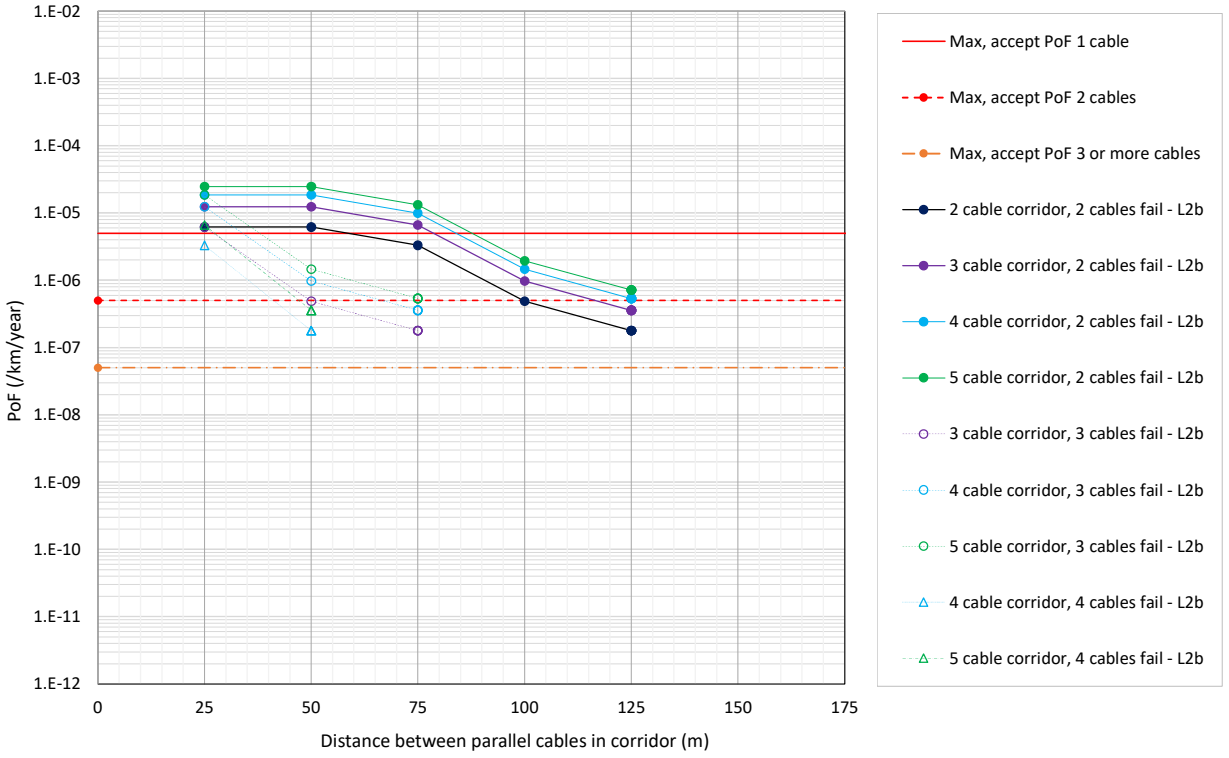
Toelichting 1: In de grafiek hiernaast staat de **faalkans** (op de verticale y-as) gegeven als PoF/km/jaar, als functie van de **afstand tussen parallelle kabels** in de kabel corridor (op de horizontale x-as).

Toelichting 2: De lijnen met verschillende symbolen geven de Joint PoF (gezamenlijke faalkans) van:
- 2 kabels: dichte ronde markers
- 3 kabels: open ronde markers
- 4 kabels: open driehoeken

Toelichting 3: De horizontale rode lijnen geven de max. acceptabele faalkans voor 1, 2 of 3 of meer kabels.

Toelichting 4: De lijnen met verschillende kleuren geven het aantal kabels in de corridor (zie legenda).

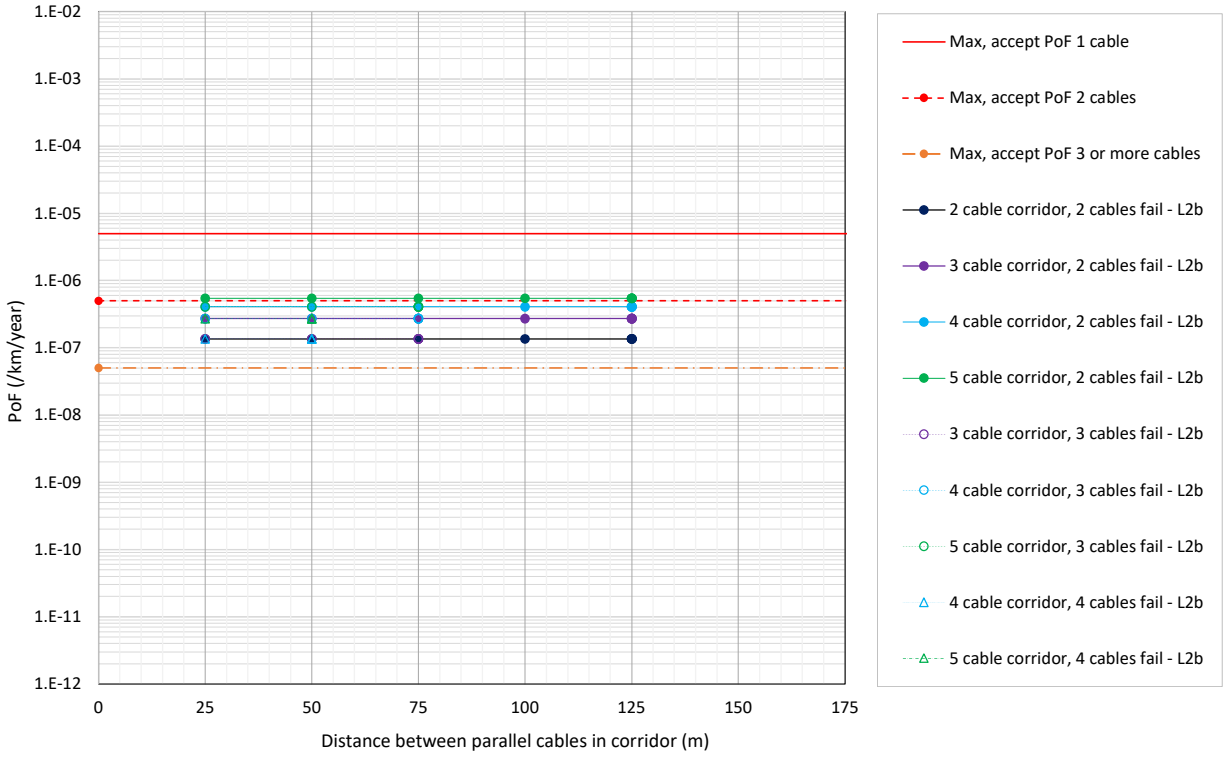
Toelichting 5: Pas bij onderlinge afstand tussen de kabels groter dan 75 m neemt de Faalkans af.



4. Resultaten – Ankeren (2)

Faalkans door Ankeren

- Lijn L2
- Eerste kabel 400 m vanaf vaarweg
- Begraafdiepte 1,5 m



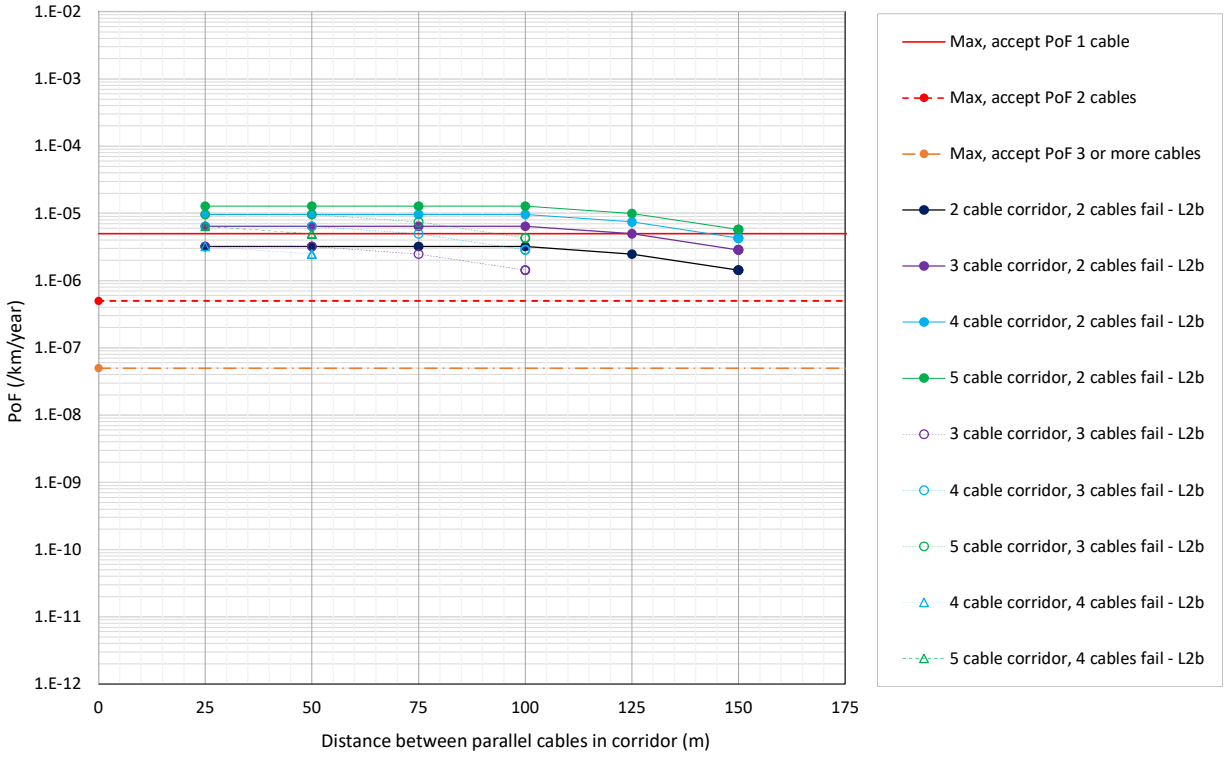
Toelichting 1:
Bij een begraafdiepte van 1,0 m heeft de afstand tussen de kabel een relevant effect (zie vorige dia), maar bij een begraafdiepte van 1,5 m is er geen effect meer van de afstand tussen de kabels.

Toelichting 2:
De onderlinge afstand tussen de kabels heeft bij deze afstand tot de vaarweg en deze begraafdiepte geen effect.

4. Resultaten – Stranden (1)

Faalkans door Stranden

- Lijn L2
- Diepgangsklasse 7 m
- Begraafdiepte 1,0 m



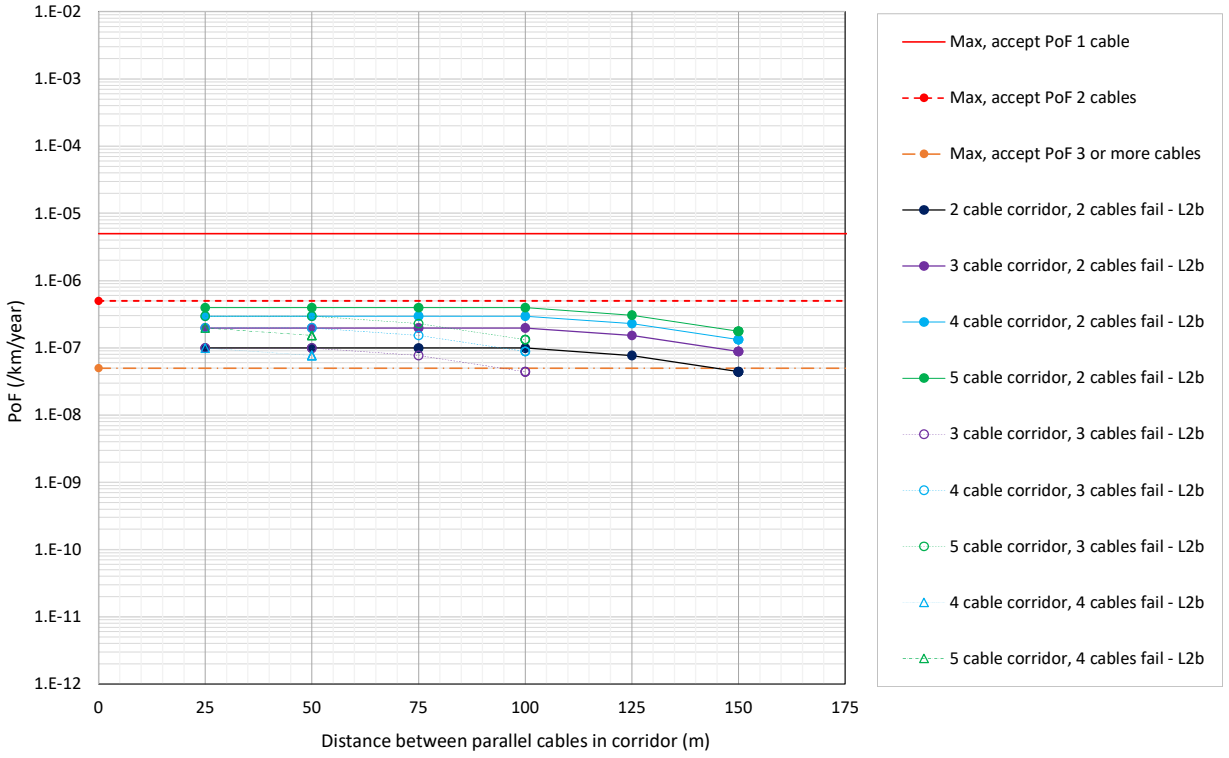
Toelichting 1:
Deze plot is voor wat betreft opbouw vergelijkbaar met de vorige, maar geeft nu de resultaten van de berekening van de faalkans voor stranden in plaats van voor ankeren.

Toelichting 2:
De onderlinge afstand tussen de kabels heeft bij deze afstand tot de vaarweg en deze begraafdiepte slechts effect vanaf 125 m.

4. Resultaten – Stranden (2)

Faalkans door Stranden

- Lijn L2
- Diepgangsklasse 7 m
- Begraafdiepte 1,5 m

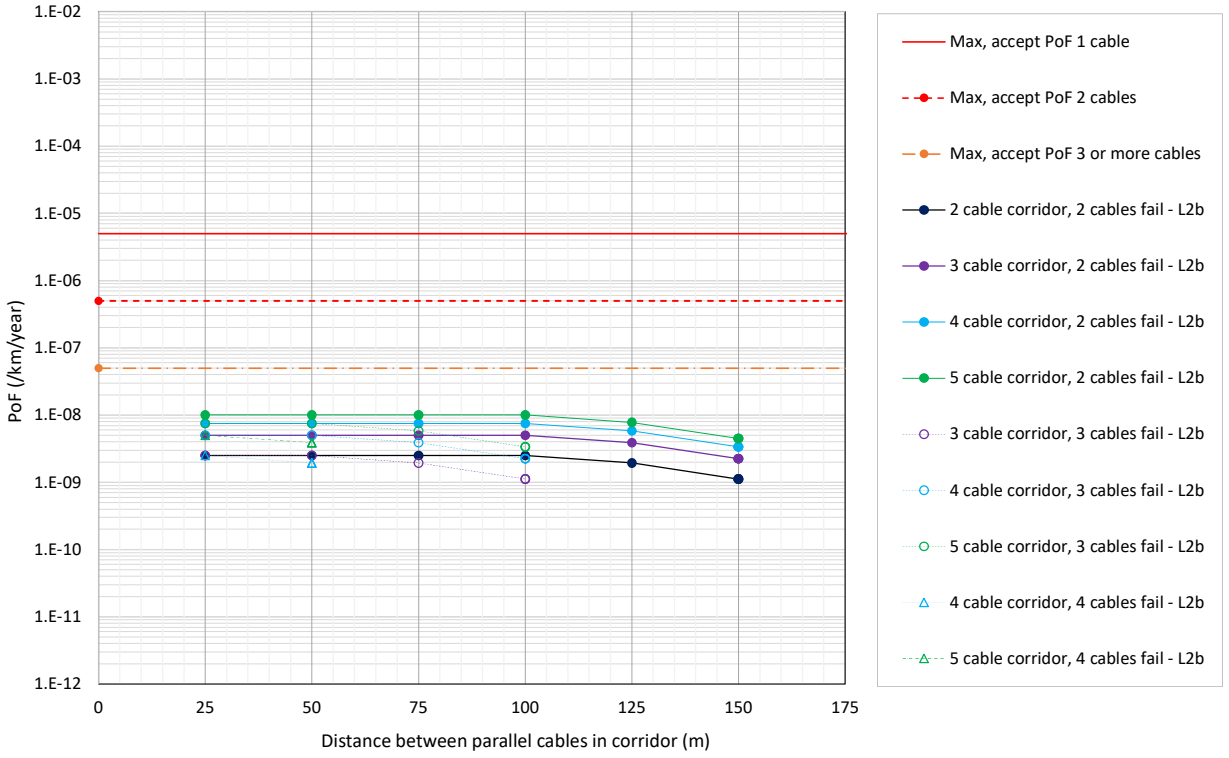


Toelichting:
De onderlinge afstand tussen de kabels heeft bij deze afstand tot de vaarweg en deze begraafdiepte slechts effect vanaf 125 m.

4. Resultaten – Stranden (3)

Faalkans door Stranden

- Lijn L2
- Diepgangsklasse 7 m
- Begraafdiepte 2,0 m



Toelichting 1:
De afstand tussen de kabels heeft maar een beperkt effect op de faalkans door stranden. De begraafdiepte heeft zoals verwacht wel een groot effect.

Toelichting 2:
De onderlinge afstand tussen de kabels heeft bij deze afstand tot de vaarweg en deze begraafdiepte slechts effect vanaf 125 m.

5. Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

1. De door TenneT als uitgangspunt gehanteerde onderlinge afstand van 200 m tussen parallelle kabels in dezelfde corridor, blijkt een goed uitgangspunt om de faalkansen acceptabel klein te houden.

2. Middels deze studie is aangetoond dat het mogelijk is de afstanden tussen de kabels significant te verkleinen, waarbij wordt voldaan aan de criteria van de maximaal acceptabele faalkansen.

3. Echter, er zijn veel factoren die invloed hebben op het verkleinen van de onderlinge afstand tussen kabels. Het is daarom niet mogelijk om algemene richtlijnen te kunnen geven voor de kabel corridor volgens route II naar de Eemshaven. De factoren die invloed hebben op de onderlinge afstand zijn bijvoorbeeld:
    1. Geplande ligging van alle kabels ten opzichte van de as van de Eemsgeul/Randzelgat (horizontale vlak) en aantal gewenste kabels in de corridor (zie ook aanbeveling 1).
    2. Geplande diepte ligging van alle kabels rekening houdend met de toekomstige zeebodem veranderingen (verticale vlak).
    3. Geplande kabel installatie methode, omdat daarmee de grondcondities boven de aangelegde kabels worden beïnvloed.

4. Als gevolg van onzekerheid in de ligging van een waterstof leiding ten opzichte van kabels (met een onbekend aantal kabels in een mogelijke corridor) was het aantal variabelen te groot om praktisch toepasbare resultaten te geven voor de onderlinge afstand als functie van de gezamenlijke faalkans. Tevens is de onzekerheid met betrekking tot het faalmechanisme van een waterstofleiding nog onvoldoende bekend.

5. Conclusies en aanbevelingen

Aanbevelingen

1. Een realistisch kabel corridor tracé houdt in dat bekend moet zijn hoeveel kabels en/of waterstofleidingen het betreft. Het aantal 'n' is een variabele bij een gegeven maximale corridor breedte. Op basis van de (1) voor deze studie opgezette methode en (2) opgedane ervaring wordt aanbevolen een RBBD studie uit te voeren als een voldoende realistisch kabel corridor tracé beschikbaar is, bestaande uit 'n' kabels en, indien relevant, een waterstof pijpleiding. Daarbij zou 'n' een variabele kunnen zijn bij een gegeven maximale corridor breedte en de begraafdiepten van de kabelsystemen en mogelijke waterstofverbinding.

2. Waar deze studie falen door ankeren en falen door stranden apart heeft berekend, wordt aanbevolen in de volgende studie (zoals in een 'normale' RBBD studie) de totale faalkansen te bepalen als gevolg van alle relevante externe mariene bedreigingen, ook rekening houdend met zeebodem mobiliteit. De totale faalkansen zouden bepaald moeten worden voor de gehele corridor vanaf de Eemshaven tot de grens van de territoriale wateren.

3. Als er een corridor is met een waterstofleiding met daaraan parallel leggende kabels, én als een redelijke schatting gemaakt kan worden van het faalmechanisme van een waterstofleiding (eventueel in vergelijking met een aardgaspijpleiding met vergelijkbare diameter), wordt aanbevolen een RBBD uit te voeren waarbij gebruik gemaakt kan worden van de beschikbare analyse van de scheepsbewegingen en incidenten.

6. Referenties

1. ACRB (2022a), **IJmuiden Ver+Nederwiek routes Risk Based Burial Depth Export Cables**, Q320R1, rev. 2, 5 July 2022.
2. ACRB (2022b), **Required distance between high voltage subsea export cables in Dutch offshore and coastal waters**, Q323R1, rev. 2, 2 December 2022.
3. Luger Geotechnics (Dirk Luger) (2022), **Improved anchor risk analysis**, LG-011-01, Final rev. 1.0, 16 March 2022.
4. RHW/Combi RHDHV&W+B (2024a), **Notitie Routeontwikkeling Deel 3**, S3, Doc. Ref. BI9148------093706, 17 mei 2024.
5. RHW/Combi RHDHV&W+B (2024b), **Morfologisch ontwerpprofiel**, S3, Doc. Ref.BI9148-RHW-4.2-ZEE-RP-EN, 17 mei 2024.
6. Witteveen+Bos/ACRB (2011), **BBL Marine Safety Study**, GN154-BBL-UpMarSaf, Rev. 1, 9 May 2011.

BIJLAGE 1 – Toelichting op RBBD aanpak (1)

Deze bijlage bevat een (Engelstalige) samenvatting van de aanpak van een standaard Risk Based Burial Depth studie.

RBBD
The external risk to a submarine linear asset is primarily related to the position of the asset relative to the seabed: its burial status, and even more when it is not buried. For external threats, the Risk Based Burial Depth (RBBD) approach is aiming at finding the balance between:

- Safety for other users of the sea, which increases with deeper burial;
- Environmental impact and cost, which also increases with deeper burial.

The RBBD is aiming at optimising the burial depth by appreciating that the conditions, and as such, the required burial depth, vary along the cable:

- If the seabed is (relatively) stable, deep burial is not actually required and causes unnecessary impact to the environment at high cost;
- If the seabed is (very) dynamic, even deep burial will postpone but may not prevent dedicated 'burial maintenance' (e.g. re-trenching).

Burial as function of risk
Furthermore, the risk obviously depends on the various threats (or hazards) along the cable, and as such, it is the combination of burial threats induced burial depth and associated consequences determine the risk. The RBBD approach allows the acceptable risk to determine the burial depth:

- Large risk: deeper burial to mitigate the risk;
- Low risk: less burial or even no burial may be acceptable.

The approach allows a 'dynamic risk approach' optimising the initial burial requirement (at installation phase) or the maintenance burial during the operational phase. The approach requires setting the acceptable risk level, which then determines the burial depth. The acceptable risk levels are discussed in Section 4.

BIJLAGE 1 – Toelichting op RBBD aanpak (2)

Burial as function of risk
Furthermore, the risk obviously depends on the various threats (or hazards) along the cable, and as such, it is the combination of burial threats induced burial depth and associated consequences determine the risk. The RBBD approach allows the acceptable risk to determine the burial depth:

- Large risk: deeper burial to mitigate the risk;
- Low risk: less burial or even no burial may be acceptable.

The approach allows a 'dynamic risk approach' optimising the initial burial requirement (at installation phase) or the maintenance burial during the operational phase. The approach requires setting the acceptable risk level, which then determines the burial depth.

Coastal protection
The risk based burial depth approach means that protection is being applied where necessary. As such it is, to some extent, comparable with the concept of 'weak links' (in Dutch 'zwakke schakels') as the basis for the protection of the Dutch coast: protect where necessary on the basis of a risk assessment.

Risk based
Before going into more detail, the following should assist in putting the RBBD approach in perspective:

- Risk = probability * consequence
  - If the consequences are large, the probability of the event must be small, in order to result in an acceptable risk;
  - If the consequences are small, the probability of the event is allowed to be larger, while the risk is still acceptably low;
- Power, oil or gas
  - Safety and environmental consequences of a cable failure (outage) are smaller compared with a gas leakage, which again are smaller compared with oil leakage;
  - With the same risk, the probability of failure (PoF) of a cable may be higher than the PoF of an oil or gas pipeline.

BIJLAGE 1 – Toelichting op RBBD aanpak (3)

What are the key risks
For submarine cables the key risks are:
1. Too often or too long reduced capacity of loss of capacity, which both must be below a specified criterion to be defined by the network operator; reduced capacity and loss of capacity, as well as the repair works have significant cost implications and are likely to cause reputational damage as well;
2. Significant injuries or fatalities; the probability of fatalities due to third party interactions must be below a criterion set by relevant authorities, often in the order of 10-6 per km per year.

For submarine cables the first criterion is normally governing, but compliance with the second criterion must be confirmed. Use shall also be made of the recent Recommended Practice 0360 (/4/) from the Norwegian certification company DNV-GL and the relevant parts of other codes and standards related to risk of submarine infrastructure, such as the NEN 3656 (/5/) and other DNV codes (/2/,/3/).

Risk based or deterministic
Although 'risk based thinking' is becoming more and more accepted, it should be appreciated that one particular aspect needs some explanation. Two examples:
- *'If an anchor can dig into the seabed 3 meters, the cable should be buried at least 3 meters…….';*
- *'If a fishing vessel can capsize after the trawl gear getting hooked behind an exposed cable, that must never happen…….'.*

In both cases it is the difference between the risk based approach and the deterministic approach that explains the possible confusion:
- If the probability of such a large anchor digging so deep at that specific location is sufficiently small, because, for instance the location is outside a shipping lane, or the number of large ships with large anchors is very small, we can accept the consequence of the failure and as such the risk;
- If the probability of fatalities due to capsizing due to hooking is extremely small, we 'accept' the consequence and as such the risk.

In other words:
- Deterministic design is based on consequences only;
- Risk based design is based on consequences and probabilities.

BIJLAGE 1 – Toelichting op RBBD aanpak (4)

In perspective
The approach utilised in this study is based on an industry-wide tendency to accept risk based methodology in design, construction and operation. In this case, the risk based burial depth (RBBD) approach should provide the basis for optimum permit provisions and installation specifications. Relevant aspects are:

- RWS specifically invites pipeline operators to update their operational permits (of existing pipelines and cables) to be based on the risk based burial depth approach;
- The Dutch codes and standard institute NEN has updated the code NEN 3650 by implementing a new dedicated code NEN 3656 focusing on offshore pipelines (/5/);
- DNV-GL has a range of relevant design codes and recommended practices for submarine pipelines (/2/,/3/);
- The Offshore Wind Accelerator is a joint industry project (Carbon Trust) that resulted in a Guidance Note on the depth of cable lowering, which favours the risk based approach, the so-called Cable Burial Risk Assessment (CBRA) approach (/1/).

Wherever possible, use shall be made of, or reference shall be made to the above codes and RPs to facilitate the authority review and approval process.

Tailored to 'dynamic' environments
The RBBD methodology is based on a probabilistic design approach but tailored to the specific conditions pertaining to linear assets, such as cables and pipelines, with significantly varying conditions and threats along the route. In fact, the 'cable environment' is too dynamic to design deterministic and 'static':

- Hydrodynamics: 'normal' and 'extreme' wind, wave and current conditions;
- Morphology: the seabed varies along the route, in depth and time;
- The asset: cables are (relatively) flexible and interact specifically with hydrodynamics and morphology.

RBBD in steps
The key steps of this study are presented in on the next page.

BIJLAGE 1 – Toelichting op RBBD aanpak (5)

Step 1 Identification of the potential threats (hazards):
- Marine hazards: sinking vessels, grounding vessels, anchor dropping and hooking, containers overboard;
- Damage caused by fishing activities;
- Reduced or loss of cover due to seabed mobility;
- Parallel cables.

Step 2 Determine the Probability of Failure (PoF) for a specific Depth of Burial Scenario:
- as function of location (KP) and burial status;
- PoF = P1 * P2 = P1 * (BF * AF)
  - P1 = probability of event happening;
  - P2 = probability of event leading to unacceptable consequences, defined as:
    - P2 = Burial-Factor * Asset-Factor.
      Where, the Burial-Factor is burial depth dependent and the Asset-Factor is dependent on the capacity of the asset to resist external loads, which in turn depends on the type of load and the resulting burial resistance.

Step 3 Assess the Consequence of Failure (CoF) on the basis of:
- Existing information of reported failures;
- Experience;
- Client or project owner specific considerations;
  - Consequences are to be assessed for 'people, environment, asset, reputation and cost).

Step 4 Compare PoF with criteria (NEN, DNV and project specific):
- If PoF < criteria: compliance · less burial can be considered;
- If PoF > criteria: non-compliance · more burial or other remediation or mitigating measure is required.

Step 5 Assess the risk by using a risk matrix:
The PoF and CoF are determined in the previous steps. Acceptance criteria for the consequences are set by:
- Codes (NEN, DNV), primarily for safety and environmental consequences;
- Client and project specific criteria, primarily for the asset, cost and reputation.

Step 6 Implement results of previous steps into the Risk Based Burial Depth:
Providing basis and justification for permit provisions and technical specifications for the operational life of the asset.

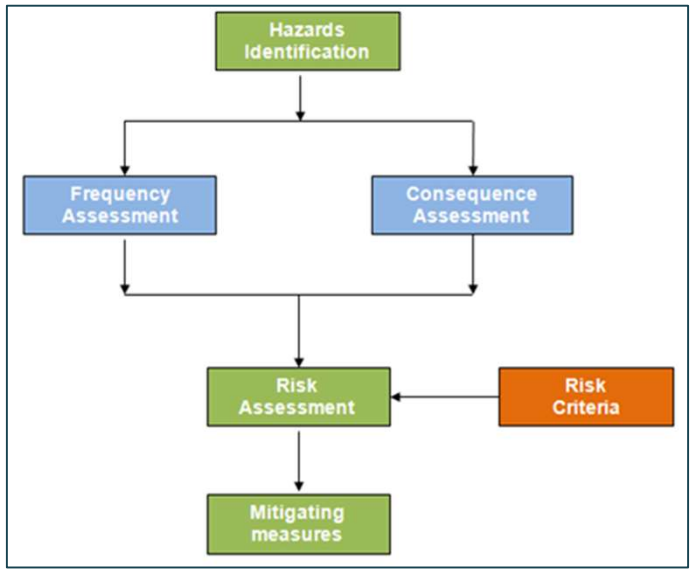
BIJLAGE 1 – Toelichting op RBBD aanpak (6)

Schematic
The Figure on the right shows the schematic presentation of the steps of the RBBD method.

Risk matrix
As introduced in Step 5 above, a risk matrix will be used to provide guidance to assess the burial depth in terms of risk as the product of probability of the event times the consequences of the event. The actual implementation of the risk matrix is presented in Chapter 7.3. Implementing such Risk Matrix for a specific project with specific data is a challenge, but considered the most appropriate way to provide a justifiable basis for the depth of burial permit provisions.

RBBD in phases
The RBBD method can be used in both the design and the operation and maintenance phase:

- Design Phase to determine the optimum burial depth of the cable and to provide justification of specific permitting provisions with respect to minimum burial;
- Operation and Maintenance Phase to identify non-compliant locations and test effectiveness of mitigation and/or remediation measures to achieve compliance.



BIJLAGE 1 – Toelichting op RBBD aanpak (7)

References

/1/ Carbon Trust OWA (2015), **Cable Burial Risk Assessment Methodology**, CTC835, February 2015.
/2/ DNV (1996), **Rules for Submarine Pipeline Systems**, DNV-OS-F101.
/3/ DNV (2006), **Interference between trawl gear and pipelines**, Recommended Practice DNV-RP-F111, October 2006.
/4/ DNVGL (2016), **Subsea Power Cables in Shallow Water**, Recommended Practice DNV-RP-0360, March 2016.
/5/ NEN 3656 (nl) (2015), **Eisen voor stalen buisleidingen op zee**, December 2015, ICS 23.040.10.

Royal
HaskoningDHV
Enhancing Society Together

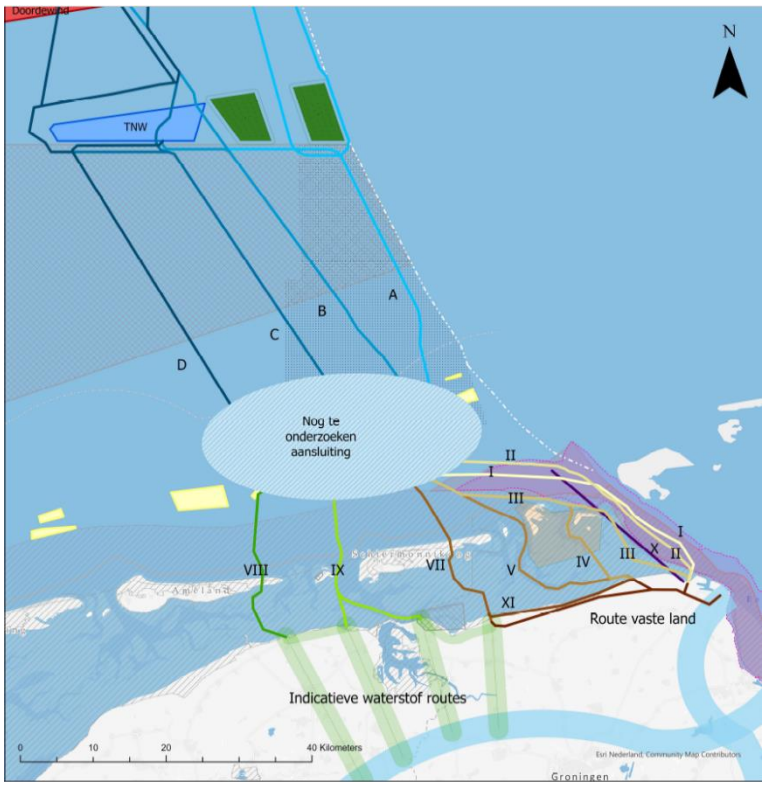
Witteveen + Bos

X

BIJLAGE: TENNET ROUTEONTWERP BASELINE 2

Method description Offshore platform and routes (Route ontwerp - BL2)

Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven



Revision history

Revision	Date Released	Change	Author	reviewed by
A	30/06/2023	Initial issue	MBO	MBR

Name	Function	Trigram
Marten den Boer	Project Lead Offshore	MBO
Maarten Bruggeman	Project Lead Nearshore	MBR

1. Introduction 3
1.1 General project introduction 3
1.2 Scope and purpose of this document 4
1.3 References 4
2. Offshore grid connection overview 5
2.1 Offshore grid connection 2GW 5
2.2 Offshore grid connection 700MW 7
3. Offshore platform 9
3.1 Platform Design 9
3.2 Installation of the offshore platforms 11
3.3 Operational phase of the offshore platform 16
3.4 Decommissioning of the offshore platform 16
4. HVDC and HVAC cable design 17
4.1 Design HVDC 525 kV submarine export cables 17
4.2 Design HVDC 525 kV land export cables 18
4.3 Design HVAC 220 kV submarine export cables 19
5. Protection of the cables at sea 20
5.1 Protection design philosophy 20
5.2 Cable protection considerations at sea 20
6. Installation of cables offshore 21
6.1 Dredging 21
6.2 Offshore cable crossings with 3rd party assets 22
6.3 In Service cables, pipes and out of service pipelines 22
7. Post installation activities offshore cables 25
7.1 Remedial burial by jet trenching or MFE 25
7.2 Post lay protection of cable segments 25
8. Operational phase offshore cables 25
9. Decommissioning offshore cables 26
9.1 Cables 26
9.2 Crossing structures 26

1. Introduction

1.1 General project introduction

By means of the National Energy Agreement, the Dutch government wants to achieve a substantial increase in the share of wind energy in the Netherlands' energy mix. The offshore wind farms will be connected to the national transmission grid by means of an offshore transmission grid. TenneT has been appointed as operator of the offshore grid by the Ministry of Economic Affairs and Climate (MinEAC).

The MinEAC has commenced with the Programma Aansluiting Wind Op Zee – Eemshaven (PAWOZ-Eemshaven) in April 2022. This programme investigates the possibility for (future) cable routes and pipepline routes between the Windareas located in the Northern Part of the the Dutch North Sea sector and Eemshaven (NL). By means of the connections between the windareas and Eemshaven, offshore generated renewable energy will be connected to the National Electricity Grid in Eemhaven.

In this programme, special attention in given to the connection of the windareas Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW, 0,7GW) and Doordewind (DDW, 2x 2,0GW). These windareas cumulate to 4,7GW of renewable energy and shall be connected to the National Electricity Grid by 2031. A generic overview of the project area is show in the below figure.

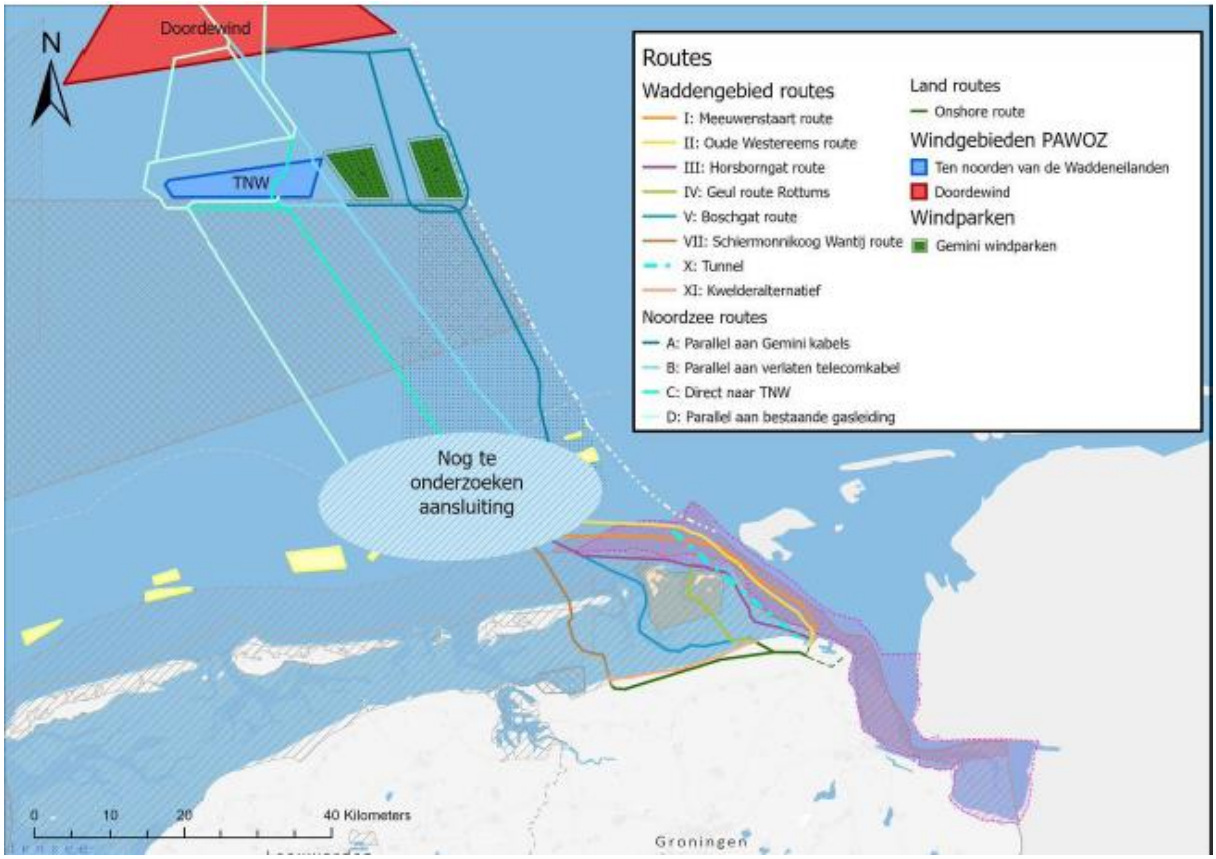


Figure 1 Chart with the project area and potential routes

1.2 Scope and purpose of this document

This document describes the typical installation methods and associated philosophies required to realize grid connection systems (GCS) for Tennet's 700MW and 2GW systems. The document covers different components of the offshore grid connection and outlines possible installation methods, focusing on relevant items from spatial and environmental perspective.

The provided information in this document is valid up to the transition point between the offshore and nearshore section of the cable route. This transition point is defined at the 6NM boundary.

This document is intended to be used as input for the for Route design Baseline 2 which is being developed by a subcontractor of the MinEAC.

1.3 References

This document shall be read in conjunction with the following documents (latest revision)

Ref	Title	Document number
[1]	PAWOZ-E; Route ontwerp Fase 1 (PlanMER)	PAWOZ-SSP-090204-GEN-REP-TTB-0001-00
[2]	PAWOZ-E; Route ontwerp Fase 1 (PlanMER) Appendix A: Chapter 5 Programme base - Technical design basis	PAWOZ-SSP-090204-SSP-REP-TTB-0001-01
[3]	PAWOZ-E; Route ontwerp Fase 1 (PlanMER) Appendix B: Route profiles, dredging profiles and volumes	PAWOZ-SSP-090204-SSP-REP-TTB-0001-02
[4]	PAWOZ-E; Route ontwerp Fase 1 (PlanMER) Appendix C: Offshore routes - overzichtskaarten en details	PAWOZ-SSP-090204-SSP-REP-TTB-0001-03
[5]	Appendix D: Toelichting voor toepassing van het "Bury and would like to forget" uitgangspunt	PAWOZ-SSP-090204-SSP-REP-TTB-0001-04

2. Offshore grid connection overview

This chapter gives an overview of the offshore grid connections covered by PAWOZ-Eemshaven. The first sections describes the various parts of the systems. The following sections elaborate on the different cable sections and connection points. The offshore grid connection is described for both 700MW AC and 2 GW DC grid connection systems. PAWOZ-Eemshaven comprises of two (2) 2GW GSC's and one (1) 700MW GSC. The 2GW GSC's are for Doordewind 1 and Doordewind 2. The 700MW GSC is for Ten Noorden van de Waddeneilanden.

2.1 Offshore grid connection 2GW

The Doordewind grid connections entail six main parts as is shown in Figure 2. The items 'A' to ' C' are the connection points in the grid, the items '1', '2' and '3' the cables connecting them. The cable route from 'A' to 'T' is the offshore section and from 'T' to 'B' is the onshore section. The section 'B' to 'C' is the connection between the onshore converter station and the onshore 380 kV substation.

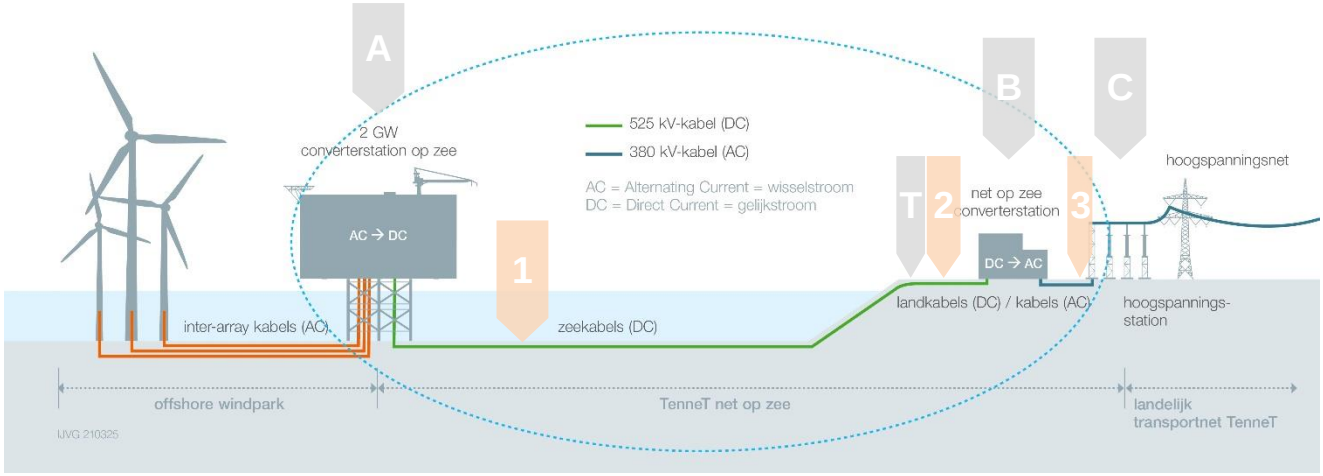


Figure 2 Offshore grid connection 2GW[1]

Connection points

A. Offshore converter station or Platform (AC → DC)
T. Transition joint
B. Onshore converter station (DC→ AC)
C. Onshore 380 kV substation

Cables

1. HVDC 525 kV submarine export cables (DC)
2. HVDC 525 kV land export cables (DC)
3. HVAC 380 kV land cable (AC)

[1] [1] In this figure no distinction is made between the export cable route section Offshore, north of the Waddensea, and the section Nearshore in the Waddensea. During the programme specific valuation and judgement on the route selection will be performed.

2.1.1 Offshore converter station (Platform) (A)

The offshore converter station is the interface between the offshore wind park AC cables and the HVDC 525 kV submarine export cables leading to shore. It transforms the 66 kV wind park generated voltage to 525 kV AC and then converts it to 525 kV DC for transport to shore. The converter station has a transport capacity of 2000 MW. It contains the electrical equipment required to convert and transport this capacity, auxiliary, secondary- and safety systems to support the transportation and ensure the safety on and of the offshore converter station.

2.1.2 Onshore converter station (B)

The onshore converter station is the interface between the HVDC 525 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the onshore converter station are to convert the DC power to AC and transform the voltage from 525 kV to 380 kV. The onshore converter station contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on and of the onshore converter station.

2.1.3 Onshore 380 kV substation (C)

The onshore 380 kV substation forms the interface between the HVAC 380 kV land cables and the existing TenneT high voltage grid. Here the power produced by the offshore wind farms is connected to the TenneT high voltage grid.

2.1.4 HVDC 525 kV (land and submarine) export cables (1 & 2)

The export cable system is connecting the NW offshore converter station to the onshore converter station. The cable system of the NW export cables can be divided in two main sections, where the first section is the onshore section and the second the offshore section.

1. Onshore section: HVDC 525 kV land cables from the onshore converter station up to the transition joint.
2. Offshore section: HVDC 525 kV submarine cables from the transition joint to the offshore platform.

2.1.5 Transition joint (T)

The transition joint is the interface between the HVDC 525 kV submarine export cables and the HVDC 525 kV land export cables.

2.1.6 380 kV land cable (3)

The onshore converter station will be connected to the 380 kV grid using four 380 kV circuits (each consisting of three single core cables and a fibre optic cable).

2.2 Offshore grid connection 700MW

The TNW offshore grid connection consists of six main parts as shown in Figure 3. The items 'A to C' are the connection points in the grid, the items '1, 2, 3' the cables connecting them. The cable route from 'A' to 'T' is the offshore section and from 'T' to 'B' is the onshore section. The section 'B' to 'C' is the connection between the transformer station and the existing onshore substation.

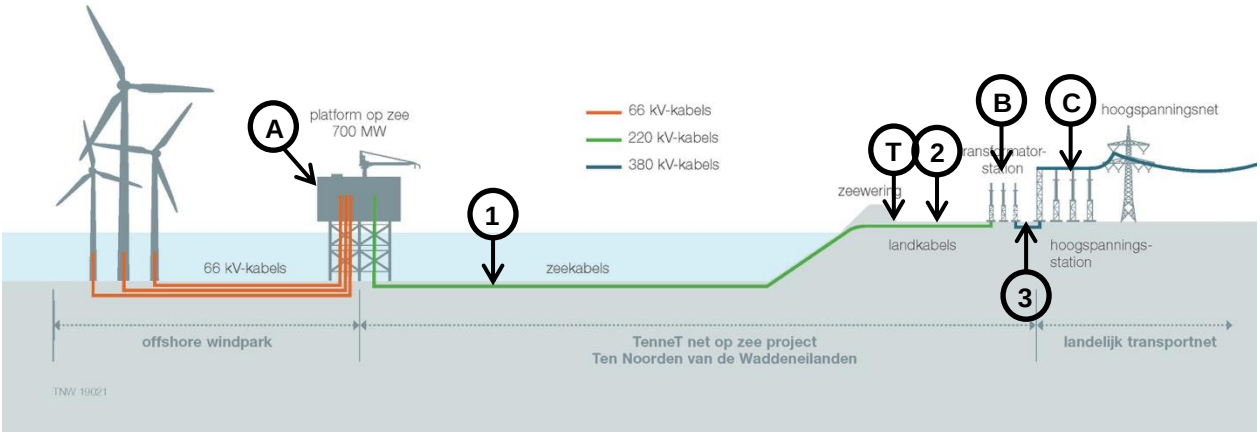


Figure 3 Offshore grid connection 700MW[2]

Connection points

B. Offshore platform
T. Transition joint
D. Transformer station
E. Existing substation

Cables

1. HVAC 220 kV sea export cables
2. HVAC 220 kV land export cables
3. HVAC 380 kV land cable

2.2.1 Offshore platform (A)

The offshore platform is the interface between the offshore wind park cables and the HVAC 220 kV sea export cables leading to shore. It transforms the 66 kV wind park generated voltage to the 220 kV for transport to shore. The platform contains the electrical equipment required to transport this capacity, auxiliary, secondary- and safety systems to support the transportation and ensure the safety on- and of the platform.

2.2.2 Transition joint (T)

The transition joint is the interface between the HVAC 220 kV sea export cables and the HVAC 220 kV land export cables. Here, the connection from one HVAC 220 kV sea export cable to three single core HVAC 220 kV land export cables is made. The transition joint will be located onshore.

[2] In this figure no distinction is made between the export cable route section Offshore, north of the Waddensea, and the section Nearshore in the Waddensea. During the programme specific valuation and judgement on the route selection will be performed.

2.2.3 Transformer station (B)

The transformer station forms the interface between the HVAC 220 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the transformer station are to transform the voltage from 220 kV to 380 kV, compensate the reactive power of the HVAC cables and to filter harmonic disruptions. It contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on- and of the transformer station.

2.2.4 Existing Onshore substation (C)

The onshore 380 kV substation forms the interface between the HVAC 380 kV land cables and the existing TenneT high voltage grid. Here the power produced by the offshore wind farms is connected to the TenneT high voltage grid. TNW will be connected to the onshore grid either at one of the substations in Eemshaven.

2.2.5 HVAC 220 kV land and sea export cables (1 & 2)

Two export cable systems are connecting the TNW platform to the transformer station and can be divided in two main sections, where the first section is the land section and the second the sea section.

1. Land section: HVAC 220 kV land cables from the TNW transformer station up to the transition joint.
2. Sea section: HVAC 220 kV sea cables from the transition joint to the TNW platform.
    a. The Offshore section, starting from the 6 Nautical Mile (NM) line north of the Waddensea.
    b. The Nearshore section, comprising the area between the 6 Nuatical Mile line and the coastline. The latter cover both the Waddensea and Ems Estuary.

2.2.6 HVAC 380 kV land cable (3)

The transformer station will be connected to the grid using two 380 kV circuits.

3. Offshore platform

This chapter describes the highlights of the design, installation and decommissioning of the offshore platforms.

3.1 Platform Design

The offshore converter station (2GW) and transformer station (700MW) will consist of four main parts:

1. The topside: this is the part of the platform where most of the installations are located. The converter station is part of the topside.
2. The jacket: this is the supporting structure for the topside which also includes the J-tubes that carry the sea cables from the seafloor to the topside.
3. Foundation piles: the piles secure the jacket structure to the seabed. Other foundation options like suction buckets might be considered as well.
4. The erosion protection around the jacket: which ensures that erosion will not threaten the stability of the jacket and platform, that the free spans in the cables between the J-tube bell mouths and the seabed do not increase to unacceptable lengths and that the currents around the jacket will not endanger the cables from and to the platform.

Figure 4 Artist impression of 2 GW HVDC offshore platform concept

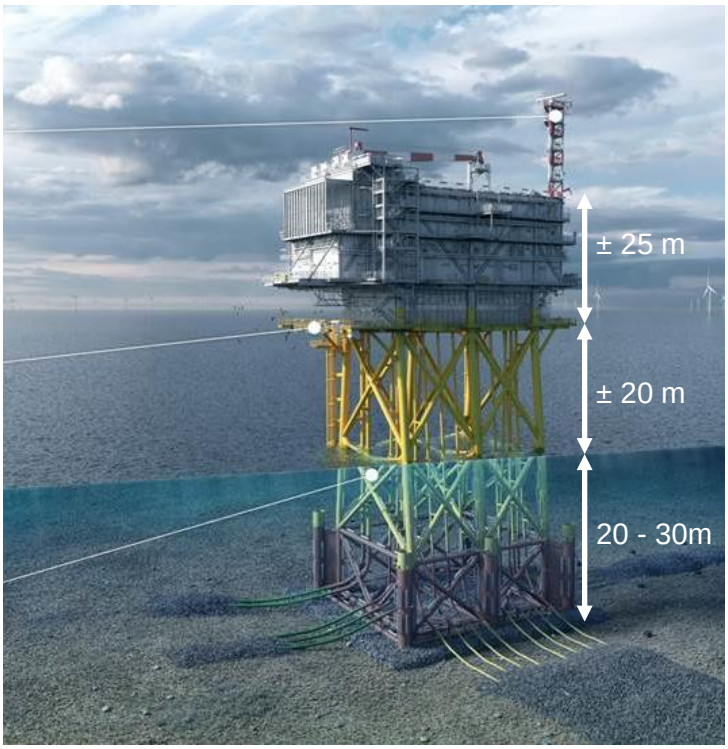


Figure 5 Standardized 700 MW AC offshore substation concept

Although the design is standardized, local conditions (wind, waves, water depth, currents, soil etc.) can result in alterations on the standardized platform concept, however mainly on the jacket structure, such as:

- The water depth at the project location will determine the exact jacket dimensions.
- Soil conditions will determine the pile dimensions.
- J-tube lay-out at seabed level can deviate based on field lay-out.
- The composition and the extents of the erosion protection by rock placement depends on the local design current and wave conditions.
- Number of legs and foundation piles

3.1.1 Scour protection

The scour protection around the jacket will be designed such that it fits the local conditions. The design aims at a maintenance free scour protection over the lifetime of the platform. The scour protection provides a stable base for the cables to and from the platform, which ensures that the free spans between the J tubes and the rock bed around the platform do not increase in length. That way the vortex induced vibrations in the cables can be kept below a safe threshold. The cables to and from the platform will be protected against external damage and lateral movement for the section over the scour protection as well as for a part of the area where edge scour will occur around the scour protection.

3.2 Installation of the offshore platforms

3.2.1 Preparations before installation

Prior to the installation of the jacket the scour protection can be installed and will extend under the jacket, J-tubes and up to approximately 15 - 20 meters outside the legs of the jacket.. The scour protection is installed by a rock installation vessel that drops the rocks via a fall pipe onto the seabed, see Figure 6. The scour protection will have a filter layer which keeps the seabed sediments contained under the scour protection and an armour layer which will be designed to be stable under the design wave and current conditions. The filter layer will extend beyond the armour layer on the outer edge of the scour protection.

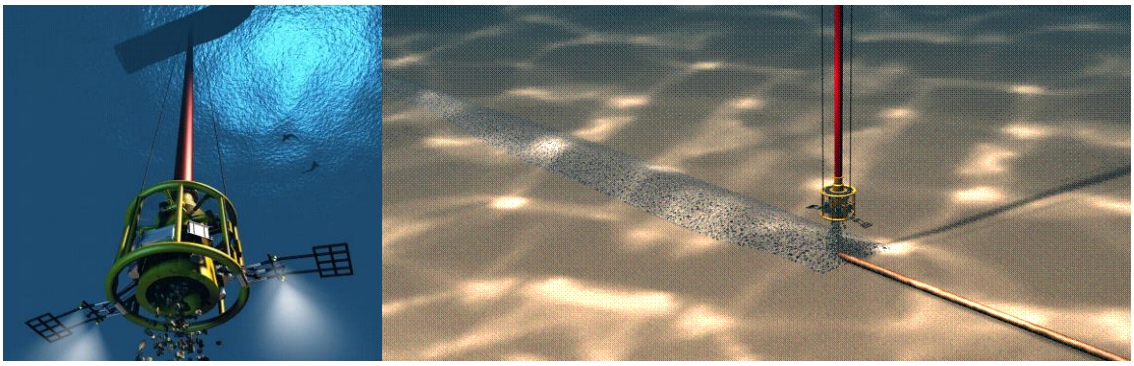


Figure 6 Rock installation by a Fall Pipe Vessel using a Fall Pipe Remotely Operated Vehicle

3.2.2 Jacket installation and piling

The jacket will be manufactured at a fabrication yard and after completion be loaded onto a seagoing barge which will be towed to the platform location offshore. Once the barge is on the approximate location, a heavy lifting vessel will lift the jacket of the barge and lower the jacket onto the seabed. The heavy lifting vessel operates either via dynamic positioning[3] or by using anchors. In case of the latter, tugboats will position and lower up to 12 position mooring anchors (the exact number of anchors depends on the vessel) to the seabed. By tensioning and releasing specific anchors, the installation vessel manoeuvres to the installation location. The jacket is lowered onto the rock bed of the scour protection.

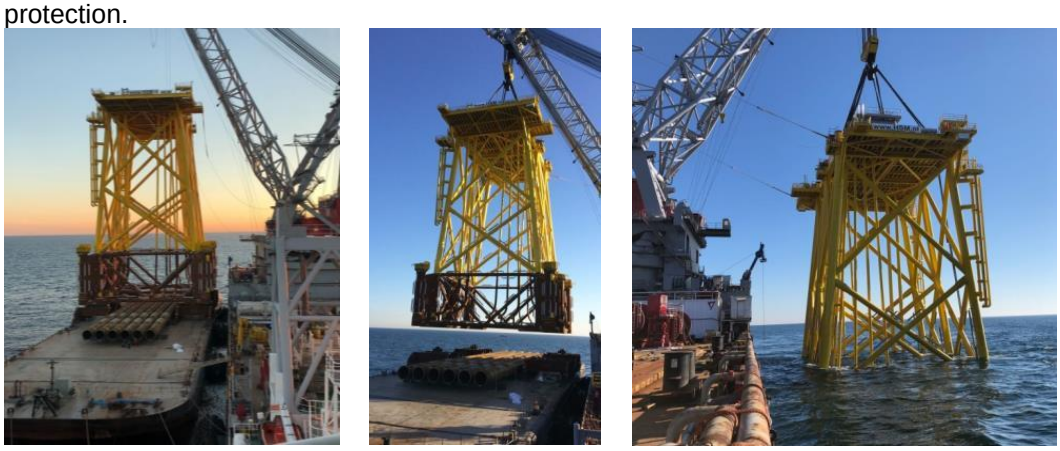


Figure 7 Installation of Borssele Alpha jacket (700MW platform)

[3] Dynamic positioning (DP) is a computer-controlled system to automatically maintain a vessel's position and heading by using its own propellers and thrusters

Figure 8 Installation of floatover jacket by heavy lift vessel (Sylwin Alpha Platform 900MW)

Once the jacket is in place the foundation piles can be installed. The foundation piles will be inserted into the jacket and subsequently driven in to the seabed by means of an offshore pile hammer. Driving of a pile into the seabed to the required penetration depth can take about a day per pile. During pile driving various mitigating measures reduce the emission of the underwater noise to the environment can be taken. A common mitigation measure is the use of a big bubble screen. After the piles are driven into the soil to their required penetration depth, the connection between the pile and jacket is established. From that moment the piles can support the jacket and later on the topside.

3.2.3 Basis for Pile driving activities

For pile driving activities the following basis shall be considered during the initial project related assessments. The exact number of foundation piles and pile make up is subject to detailed engineering for the specific project location. The used design basis entails the use of up to 8 foundation piles for a 700MW platform and up to 20 foundation pile for a 2GW platform. The generic pile make up is as follows.

Item	700MW platform	2GW platform
Number of piles (up to)	8	20
Pile diameter [inch]	84” – 96” (2134 – 2438mm)	96”–106” (2438–2693mm)
Pile wall thickness [mm]	60-80 mm	60-80mm
Pile length [m]	65-75 m	80-100m
Pile penetration [m[	50-60 m	60-80m

Pile installation will be performed by means of impact driving with Hydraulic hammers. Typical equipment used for such operations are IQIP[4] S-2500 - S-4000 or Menck[5] MHU2400S – MHU4400S.

[4] See www.iqip.com (https://iqip.com/products/pile-driving-equipment/hydrohammer/)

[5] See www.acteon.com (https://acteon.com/products-services/driven-pile-installation-services/)

The hammer typically operated at 80-90% of their rated energy capacity. It is common practice to use single blow and/or soft start procedures to gradually ramp up the pile driving activities. To upkeep pile penetration during driving, it is envisaged to upkeep ~15 blows/0.25m of pile penetration The maximum blow rates for the hammers can be obtained from their respective online specification sheets.

Herewith it must be noted that the actual drivability figures are subject to the local soil conditions, pile size, pile makeup and selected installation equipment. It shall be conservatively assumed that 1 (one) pile per day will be installed (driven), which leads to 1 day of noise disruption for Harbour Porpoises (Bruinvissen). The effective piling duration can be estimated based on, amongst others, the information provided in this section.

Figure 9 Pile driving at Borssele Alpha

3.2.4 Noise mitigation measures

To mitigate underwater noise emissions the application of a big bubble curtain is common in the industry. This system consist out of hose which is pre-installed on the seabed around the foundation location. This hose contains equispaced holes over its length from which compressed air is emitted in to the water column. The effect is that this dampens the emitted underwater noise, both from the pile in the water column as well as the soil coupled noise. The equipment used for this big bubble curtain includes:

- Noise Mitigation Vessel (commonly a platform supply vessel)
- Nozzle hose reels and associated equipment
- Compressors to feed air in to the nozzle hose

Figure 10 - noise mitigation vessel operating during pile driving

3.2.5 Topside installation

The topsides, both is manufactured at a fabrication yard. After its completion the topside will be loaded onto a seagoing barge or Heavy Transport Vessel (HTV). When using a seagoing barge towing tugs will tow the platform to its offshore location. Once the transportation vessel is on the approximate location the installation of the topside can commence. Subject to the type of platform being installed, either a 700MW or 2GW platform, the installation method is adopted to suits the particular merits of each platform type. The 700MW platforms can be installed using a heavy lifting vessel (crane) which will lift the topside onto the jacket, see Figure 11.

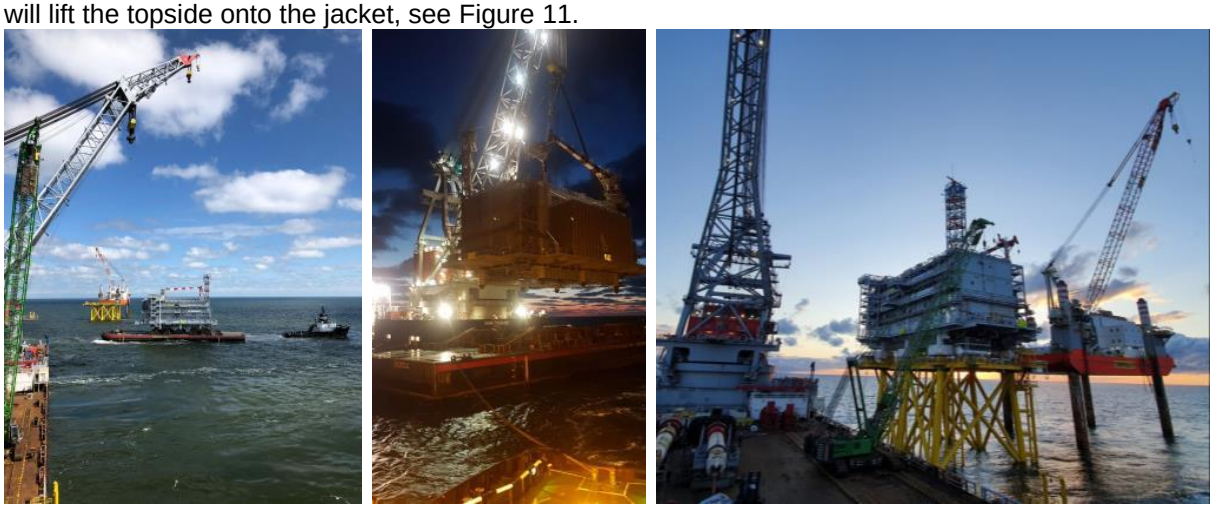


Figure 11 Installation of Borssele Alpha topside

The 2GW platforms are of such size (~24.000t) that lifted installation, by means of a crane vessel, is not possible. The 2GW platforms are installed by means of the float-over method. With this method the topside is floated over and mated with the already installed jacket. The jacket is specifically designed to facilitate this installation method.

Subject to the detailed installation engineering, the installation of the topsides by means of the floatover method are partly governed by the tide offshore. The topside needs to be completely

transferred from the installation vessel (or barge) to the jacket within a single tide window. This to ensure that the installation vessel will not (involuntarily) lift or damage the topside after is has been successfully placed on the jacket.

Figure 12 - Float over installation with HTV of the BorWin3 topside

Figure 13 - Floatover installation with barge of the Sylwin Alpha topside

A particular type of floatover installation method which has become available on the marked is a catamaran installation with the Pioneering Spirit. With this option the vessel carrying the topside will sail to the jacket until the jacket is 'in between' the two hulls of the vessel. Once precisely in-between, the topside will be lowered, thus placing the topside on the jacket. The jacket is specifically designed to facilitate this installation method.

Figure 14 Catamaran installation with the Pioneering Spirit

Once the topside is placed on the jacket the connections between the jacket and topside are welded.

3.3 Operational phase of the offshore platform

During the operational phase of the offshore platform maintenance campaigns will take place. The extent of the campaigns differs per campaign and is partially dependent on the condition of the platform and its systems. Monitoring of the systems is performed onshore. During its lifetime the scour protection and any additional protection to the cables around the platform will be surveyed frequently. If so required additional rock will be placed to protect the platform and the protection to the cables.

3.4 Decommissioning of the offshore platform

After the life span of about 40 years of the offshore platform, the jacket and topside will be removed in case it's not being used for any other function. This will be done in the reversed order of the installation described in the paragraph above. However, in case of disproportionate damage to the environment as a result of their removal, the parts of the piles in the seabed and scour protection will remain on the seabed.

4. HVDC and HVAC cable design

This chapter describes the highlights of the design of the HVDC 525 kV, HVAC 220kV submarine and land export cables, as well as the HVAC 380 kV land cables. The HVDC 525kV cables are used for the 2GW Grid Connection systems, the HVAC 220kV cables are used for the 700MW Grid Connection Systems. For both Grid Connection systems the HVAC 380kV landcable are used for the final connection to the National Electricity Grid.

4.1 Design HVDC 525 kV submarine export cables

The HVDC 525 kV submarine cable system consists of four cables in a bundled configuration, as shown in Figure 15. In the tables below the key elements of the individual cables are provided.

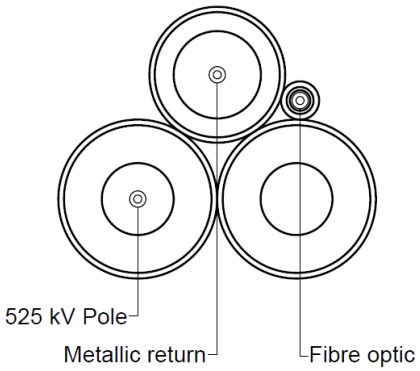


Figure 15 Bundled HVDC 525 kV submarine cable configuration

	HVDC 525 kV submarine cable
Nominal voltage	525 kV
Outer diameter	150 - 190 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm^2
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	(Stainless) steel armouring wires and black polypropylene yarns.

Table 1 Key elements of the 525 kV + or - pole submarine cable.

	Metallic return 5 kV submarine cable
Nominal voltage	5 kV
Outer diameter	120 - 140 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm^2
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	(Stainless) steel armouring wires and black polypropylene yarns.

Table 2 Key elements of the metallic return submarine cable

	Fibre optic submarine cable
Outer diameter	50 - 70 mm
Number of fibres	48 – 144 fibres

Table 3 Key elements of the fibre optic submarine cable

The exact dimensions of the cables will be determined by the contractor based on the exact cable routing, burial depth and soil conditions.

4.2 Design HVDC 525 kV land export cables

The HVDC 525 kV land cable system consists of five cables in a configuration, as shown in Figure 15. In the tables below the key elements of the individual cables are provided.

	HVDC 525 kV land cable
Nominal voltage	525 kV
Outer diameter	120 - 160 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm^2
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	Extruded PE.

Table 4 Key elements of the 525 kV + or - pole cable.

	Metallic return 5 kV land cable
Nominal voltage	5 kV
Outer diameter	120 - 140 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm^2
Material conductor	Aluminium (Al)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	Extruded PE

Table 5 Key elements of the metallic return cable

	Fibre optic land cables
Outer diameter	10 - 20 mm (in duct 40-50mm)
Number of fibres	48 – 96 fibres

Table 6 Key elements of the fibre optic land cables

4.3 Design HVAC 220 kV submarine export cables

The HVAC 220 kV sea export cable system consists of a double 3-core combined cable per circuit. Hence the TNW sea cable system consists of two 3-core cables. Key elements of the sea export cable are:

	220 kV (export) cable
Nominal voltage	220 kV
Outer diameter	250 – 300 mm
Conductor cross section	800 – 1800 mm^2
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Extruded lead or smooth aluminium welded sheath
Outer sheath	Steel armouring wires and black polypropylene yarns.

Table 7: Key elements of the sea export cable.

A typical cross section of a HVAC 3-core sea cable is shown in Figure 16.

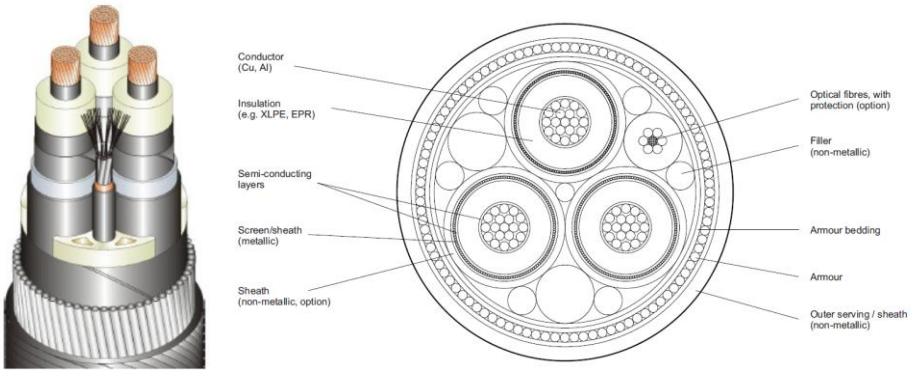


Figure 16 Typical 3-core HVAC 220 kV sea export cable cross section (ref. DNVGL-RP-0360)

Exact dimensions of the cables will be determined by the contractor based on the exact cable routing, burial depth and soil conditions.

Where the export cable system consists out of 2 individual cables this cable system is accompanied by a standard inter-cable distance of 200m. The latter results in the below layout for this 2-cable system.

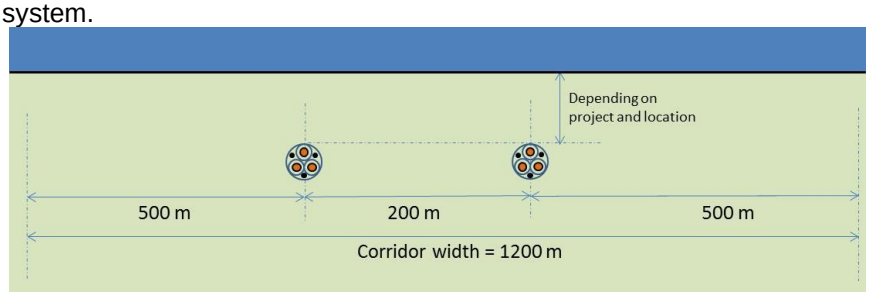


Figure 17 - layout of 700MW export cable system

5. Protection of the cables at sea

5.1 Protection design philosophy

The subsea cables will be protected against external threats and the environment will be protected against unacceptable negative influences of the cables.

The subsea cables connecting the Doordewind and Ten Noorden van de Waddeneilanden Offshore platforms to shore will be buried to protect the cables against external threats. These threats are amongst others:

- Dragged fishing gear;
- Dragged non holding anchors;
- Lost cargo and to some extent to foundering vessels;
- Protect other users of the seabed against snagging the cable and;
- Reduce the impact on the environment where needed.

5.2 Cable protection considerations at sea

There are several aspect to consider in relation to the protection of cable systems at sea.
The as aspects are amongst others:

1. The Depth of Burial as required by Dutch law and/or licenses. Based on historic knowledge from previous projects in the Dutch offshore section the requirement has typically been 3m below seabed up to 3 km from the low water line, 1m below seabed beyond that line and sometimes 1,5m below the seabed in traffic separation systems at sea. For future projects it is expected that the requirement will be 1m soil cover at all times, taking into account the local seabed mobility.
2. A Risk Based Burial Depth which will provide a rational minimum to the depth of burial for the various sections of the route based on (statistical) threats to the offshore cable in combination with the protection provided by the local soil types. This would be a rational minimum depth of burial in conjunction with the minimum depth of burial as per law and/or license.
3. An economical optimal depth of burial derived from considering the CAPEX installation costs for various installation depths against the OPEX costs of maintenance on the depth of burial over the lifetime of the offshore cable in order to maintain a safe minimum depth of burial.
4. A maximum depth of burial relating to the heating up of offshore cables in relation to the burial depth and the thermal resistivity of the surrounding soils.
5. Seabed mobility at platform locations and along the route. The seabed is a dynamic environment whereby features in the soils can be mobile over the lifetime of the grid connection system. To upkeep a safe and efficiently cover on the cable, the so-called "Non Mobile Reference Level” m (NMRL) must be determined. The cable systems shall be installed at a minimum depth below the NMRL following above considerations.

6. Installation of cables offshore

For details regarding the installation of offshore cables see ref [1] as noted in section 1.3.

In addition to the installation of the cable itself, a number of activities need to be performed for particular sections of the cable (routes). Amongst others these activities are the crossing of 3rd party assets and installation of cable joints. The latter is required due to the limited length of cable that can be carried by the cable laying vessel in a single trip (up to 40km per trip). The cable joints are placed in jointpits on the seabed.

6.1 Dredging

To excavate the jointpits dredging activities need to be performed. The dredging can be done by Trailing Suction Hopper Dredgers (THSD). THSD's are versatile dredging tools which are capable to work in the challenging conditions with waves and currents.

Figure 18 Trailing Suction Hopper Dredger

Once the hopper approaches the dredge location, it lowers the drag head attached to the lower end of the suction pipe to the seabed. The soil is loosened by the cutting and jetting characteristics of the drag head teeth and jets. The dredge pump located in the vessel's hull pumps the loosened soil from the seabed to form the trench. The removed soil is raised via the suction pipe into the vessel's hopper. The dredged soil is kept in the hopper whilst the water leaves the hopper via an overflow.

The volumes to be dredged, the production of the dredging equipment and the time required for the dredging operations will be engineered during the preparation phase of the project. The dredged soil is disposed of in the direct vicinity of the area where the soil is dredged, in order to keep the dredged soils in the local mobile seabed system.

The same approach will be used where artificial backfilling is required to meet specific permit requirements. For the backfilling mobile seabed material from adjacent areas will be used.

6.2 Offshore cable crossings with 3rd party assets

The 525 kV and 220kV submarine cable route crosses some in service 3rd party subsea assets as well as some out of service assets. This section briefly describes the different crossing methods for those in service assets and out of service assets.

6.3 In Service cables, pipes and out of service pipelines

6.3.1 Crossing structures

Three types of crossing structures are considered suitable for the crossings with in-service subsea assets and with out of service pipelines in Dutch waters. Each crossing structure has a means of creating separation between the subsea asset and the power cable of typically 0.3m or more and a means of protecting the cable where it is laid over the 3rd party subsea asset.

1. Separation by rock placement, outer protection by rock
2. Separation by a separator system around the power cable, outer protection by rock
3. Separation by concrete mattresses

Those crossing structures have proven to be suitable and sustainable in the Dutch waters.

If however the owner of the 3rd party subsea asset would require another type of crossing structure and rejects the standard TenneT crossing structures, then the following will be considered as well: separation by sand- or grout bags or rock nets placed at the crossing location, outer protection by rock. This has the downside that placement of these bags or nets is quite labour intensive.

Which crossing structure will be applied where depends on the outcome of the crossing agreement negotiations between Tennet and the 3rd party during the project phase.
\The outer rock layer of the crossing structures will be designed to be dynamically stable under design storm and current conditions. This means that some movement of the rock is allowed under design storm conditions as long as the cover of the cable by the rock layer stays sufficient to protect the cables against external threats.

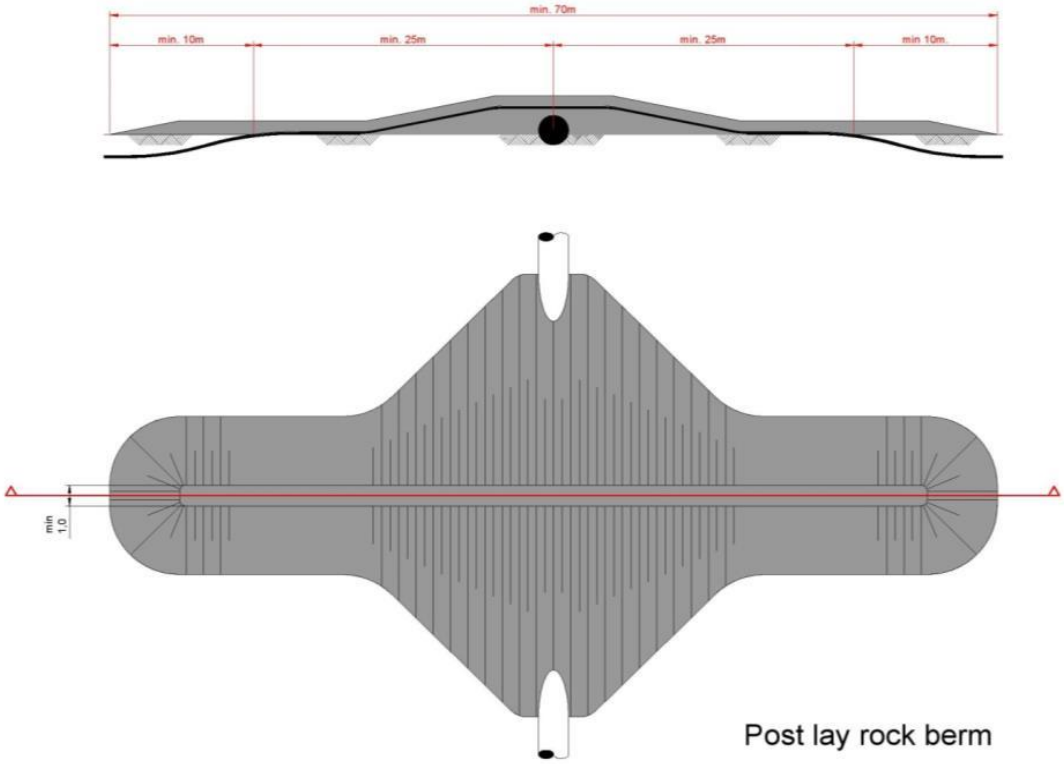


Figure 19 Typical rock - rock crossing structure

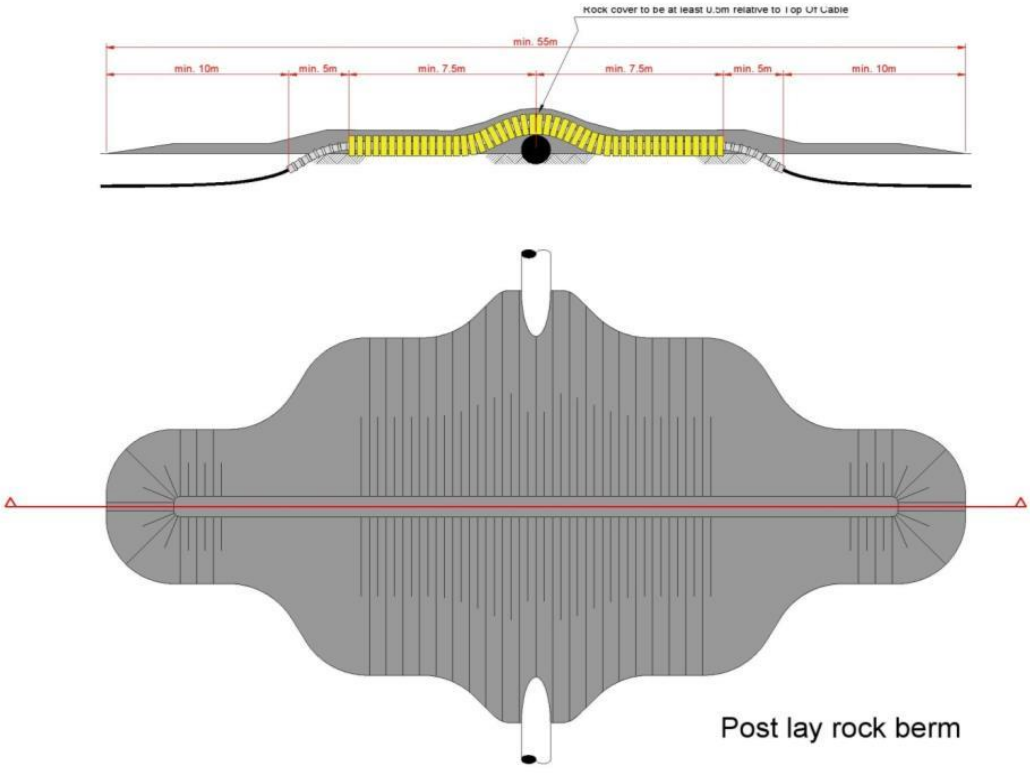


Figure 20 Typical separator - rock crossing structure

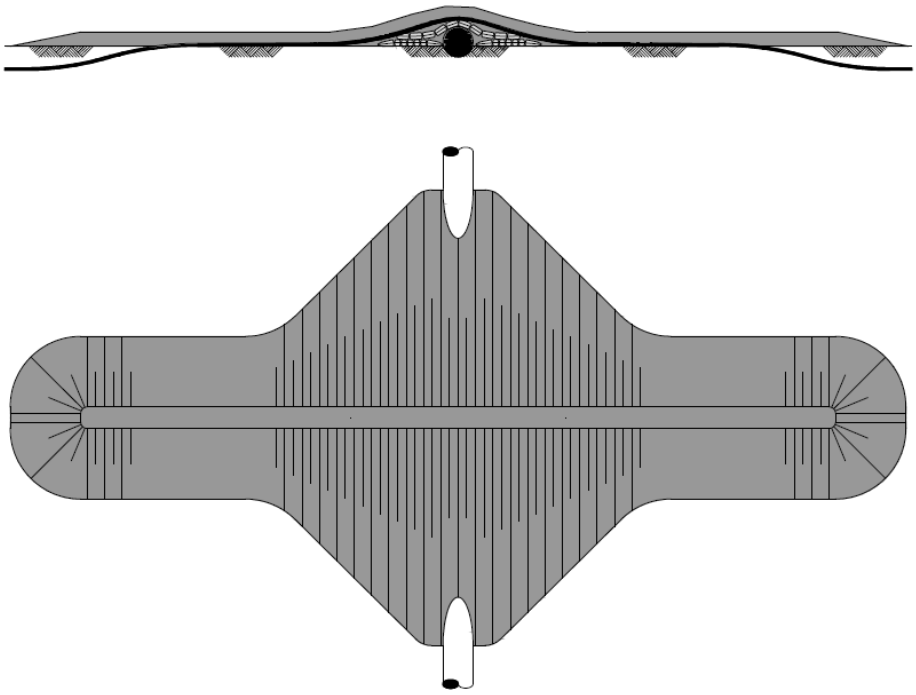


Figure 21 - Typical concrete matrasses - rock crossing structure

7. Post installation activities offshore cables

7.1 Remedial burial by jet trenching or MFE

Along sections of the route where the initial cable burial operations did not result in the required burial depths, additional cable burial can be performed either by an ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation.

7.2 Post lay protection of cable segments

At locations where the cables could not be buried into the seabed, for instance at crossing locations or at locations where unexpected obstacles were encountered during the cable trenching operations, the cables can be post lay protected by rock placements. Rock placements however will be avoided as much as possible as rock placements have the tendency to attract erosion on its edges, which will require maintenance over time. Rock can be placed on these cable sections using a fall pipe vessel, which allows for very accurate rock placement.

8. Operational phase offshore cables

During the operational phase of the offshore cable tree main activities will take place:

1. Periodically survey to determine the depth of burial of the cables. The period in between each survey is determined by the permit (as stated in the previous chapter). When the results of the survey show that the cable is not at the required burial depth, additional cable burial can be performed either by a ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation. Additional survey can be executed as well after a storm passed over the cable route which exceeded the design conditions.
2. Periodically survey to inspect the status of the crossing structures. When the results of the survey show that the crossing structures are not meeting the requirements, additional rock or gravel dumping might be applied.
3. A third activity that can occur is the repair of a cable failure. In case a cable fails due to internal or external cause, the fault needs to be located and repaired. Depending on the lay configuration of the cables, one cable, a pair of cables or all of the cables will have to be cut and lifted above water for a repair.

9. Decommissioning offshore cables

9.1 Cables

At the end of their operational lifetime (30-40 years) the cables will be removed from the seabed in accordance with the requirements stipulated in the permits. Removal will only be performed when the environmental impact of removal is less than the impact of leaving the cables in place on the environment and on navigation.

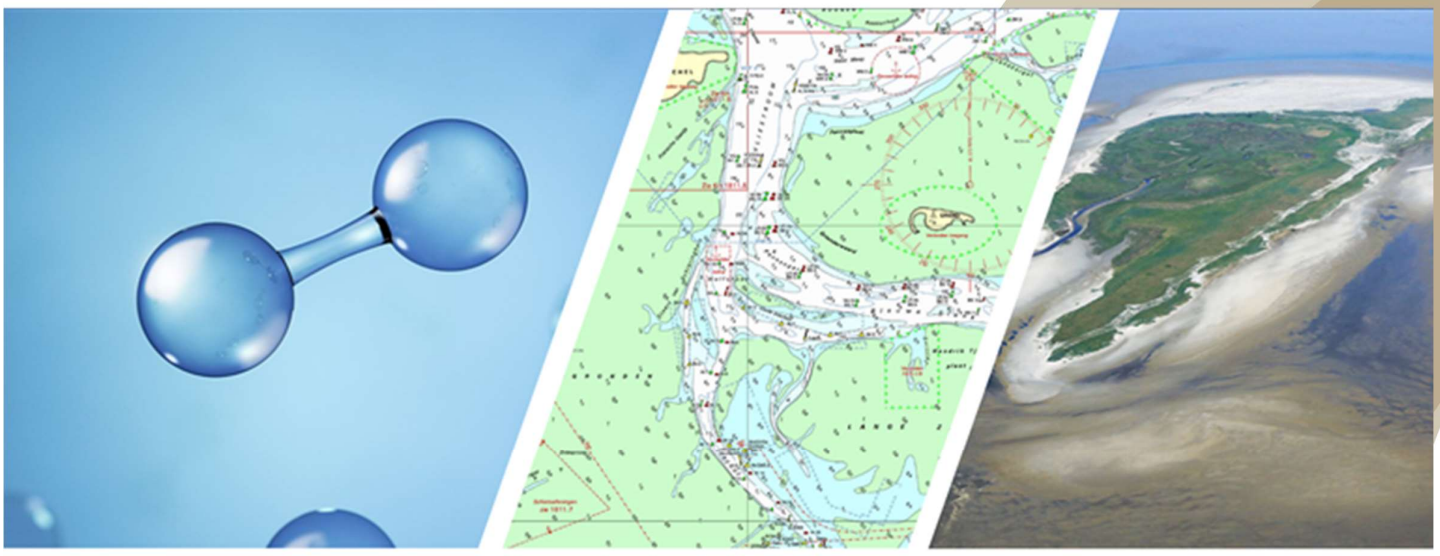
The cables can be pulled out of the seabed using a jet trencher where needed. The cables can be cut in sections on deck and brought to shore for material recycling.

9.2 Crossing structures

At the locations of the crossings with 3rd party subsea assets, the crossing structures will be removed. This can involve removal of rock placements by means of a grab dredger. The recovered rock can be brought to land for recycling purposes.

XI

BIJLAGE: GASUNIE ROUTEONTWERP BASELINE 2



PAWOZ H2 Eemshaven

Beschrijving aanleg H2 Routes - Baseline 2 Input

NV Nederlandse Gasunie

25 August 2023

406010-00270 00270-Ev10A-REP-01759 0

Intecsea
Worley Group

intecsea.com

Disclaimer

This report has been prepared on behalf of and for the exclusive use of NV Nederlandse Gasunie, and is subject to and issued in accordance with the agreement between NV Nederlandse Gasunie and Intecsea. Intecsea accepts no liability or responsibility whatsoever for it in respect of any use of or reliance upon this report by any third party. Copying this report without the permission of NV Nederlandse Gasunie and Intecsea is not permitted.

Company details

Intecsea

Wilhelmina van Pruisenweg 2
The Hague 2595 AN
PO Box 97776, 2509 GD The Hague
The Netherlands

PROJECT 406010-00270 - 00270-Ev10A-REP-01759: PAWOZ H2 Eemshaven - Beschrijving aanleg H2 Routes - Baseline 2 Input

Rev	Description	Author	Review	Intecsea approval	Revision date
A	Interne Review	EK	FvdL	FvdL	18.08.23
0	Voor Externe Review	EK	FvdL	FvdL	25.08.23

-

Inhoud

Afkortingen **8**

1 Inleiding **9**

2 Constructie Technieken H_2 pijpleidingen **11**

2.1 Algemeen 11

2.2 Installatie met pijpenlegschip en begraafmaterieel 11

2.3 Horizontaal Gestuurde Boring (enkel of in serie) 15

2.3.1 Constructietechniek 15

2.3.2 Ruimtebeslag landzijde 17

2.3.3 Ruimtebeslag zeezijde 18

2.3.4 Opties voor het inbrengen van de productpijp 18

2.3.5 Specifieke risico van HDD's 20

2.4 Microtunnel en segment tunnel 21

2.4.1 Constructietechniek 22

2.4.2 Ruimtebeslag landzijde 24

2.4.3 Ruimtebeslag zeezijde 26

2.4.4 Opties voor het inbrengen van de productpijp 27

2.4.5 Specifieke risicos van tunneloptie 31

2.5 Open ontgraving 31

2.5.1 Constructietechnieken 32

2.5.2 Ruimtebeslag landzijde 34

2.5.3 Ruimtebeslag op zee 34

3 Route II - Oude Westereems route **35**

3.1 KP 0.0 - KP 6.5: Kruising primaire zeekering, kwelder en bestaande kabels 36

3.1.1 HDD 37

3.1.2 Tunnel 38

3.2 KP 6.5 - KP 20.0: Diep genoeg voor geankerd legschip 40

3.3 KP 20.0 – KP 49.0: Diep genoeg voor geankerd / dynamisch gepositioneerd legschip 41

4 Route - VII Schiermonnikoog wantij route 45

4.1 KP 0.0 – KP 2.0 Kruising primaire zeewering en kwelder 46

4.2 KP 2.0 – 13.0 Kruising wadplaten 46

4.2.1 Werkzaamheden serie HDD's 46

4.3 KP 13.0 – 16.5 Aanlanding Schiermonnikoog zuidzijde, kruisen eiland en aanlanding noordzijde 47

4.4 KP 0.0 – 16.5 Segment tunnel kruising zeewering, wadplaten en Schiermonnikoog 48

4.4.1 Werkzaamheden tunnelaanleg 48

4.4.2 Werkzaamheden pijpleiding installatie in tunnel 50

4.4.3 Ruimtebeslag en aanvoer materieel 50

4.4.4 Baggeren en vergraven 50

4.4.5 Licht en geluid 50

4.5 KP 16.5 – KP 29.0 Diep genoeg voor geankerd/ dynamisch gepositioneerd legschip 50

5 Route VIII - Ameland wantij route 51

5.1 KP 0.0 – KP 1.7 Kruising primaire zeewering en kwelder 52

5.2 KP 1.7 – 10.0 Kruising wadplaten 53

5.2.1 Werkzaamheden serie HDD's 53

5.3 KP 10.0 – 13.0 Aanlanding Ameland zuidzijde, kruisen eiland en aanlanding noordzijde 53

5.4 KP 0.0 – 13.0 Segment tunnel kruising zeewering, wadplaten en Ameland 55

5.4.1 Werkzaamheden tunnelaanleg 55

5.4.2 Werkzaamheden pijpleiding installatie in tunnel 56

5.4.3 Ruimtebeslag en aanvoer materieel 56

5.4.4 Baggeren en vergraven 57

5.4.5 Licht en geluid 57

5.5 KP 13.0 – KP 23.0 Diep genoeg voor geankerd/ dynamisch gepositioneerd legschip 57

6 Route IX - Zoutkamperlaag route 58

6.1 Route Oost 58

6.1.1 KP 0.0 - KP 1.7: Kruising primaire zeekering en kwelder 59
6.1.2 KP 1.7 – KP 3.0 Diep genoeg voor geankerd legschip 59
6.1.3 KP 3.0 – KP 8.0 Toegang baggeren voor legschip 59
6.1.4 KP 8.0 – KP 19.0 Diep genoeg voor geankerd legschip 59
6.1.5 KP 19.0 – KP 22.0 Toegang baggeren voor legschip 60
6.1.6 KP 22.0 – KP 26.0 Diep genoeg voor geankerd legschip 60
6.1.7 KP 26.0 – KP 31.0 Diep genoeg voor dynamisch gepositioneerd legschip 60
6.2 Route alternatief West 60
6.2.1 Werkzaamheden tunnelaanleg 60
6.2.2 Werkzaamheden serie HDD's 63
6.2.3 Hybride optie – HDD-trench-laybarge 63
7 Offshore Routes C, D, E, F, G en H 65
8 Referenties 66

Tabellen

Tabel 2-1: Getallen per aanlegmethode 13
Tabel 2-2: Getallen per boring 16

Figuren

Figuur 1-1 Overzicht routes 9
Figuur 2-1 Pijplegschepen – op ankers (l) en Dynamic Positioning (r) 11
Figuur 2-2 Voorbeeld ankerpatroon en anker invloed gebied 12
Figuur 2-3 Voorbeeld legschip op ankers met pijp supply vessel (ondiep water) 12
Figuur 2-4 Voorbeeld ploeg voor begraven pijpleiding 13
Figuur 2-5 Schematische weergave HDD-boring 16
Figuur 2-6 Overzicht onshore HDD-site 17
Figuur 2-7 Overzicht intreken productpijp 19
Figuur 2-8 Beschikbare tijd positioneren bak afhankelijk getijde 20
Figuur 2-9 Slurry boormachnine (afbeelding Herrenknecht) 22

Figuur 2-10 EPB boormachnine (afbeelding Herrenknecht) 23
Figuur 2-11 Van 54-inch Herrenknecht AVN slurry microtunnel machine (https://tunnelingonline.com/microtunneling-on-a-curve/) tot 20 m tunnelmachnine (https://amberggroup.com/news-events) 24
Figuur 2-12 Opslag tunnelsegmenten 25
Figuur 2-13 Toegangsschacht voor een Herrenknecht AVN D2400AH (3 m kabeltunnel, https://www.herrenknecht.com/en/references/referencesdetail/seoul-cable-tunnel/) 26
Figuur 2-14 Allseas Tog Mor bij Houstrup Denemarken aanlanding Europipe II branch line, intrekken pijpleiding 27
Figuur 2-15 Bezemer 800 ton lier (https://bezemer.com/products/linear-winches/) 28
Figuur 2-16 Schacht met katrol en ingetrokken pijpleiding 29
Figuur 2-17 Humber river kruising 30
Figuur 2-18 Pijpleiding aanleg sleuf ontgraving (foto A. Hak) 32
Figuur 2-19 Gebruik trenchboxen om hoeveelheid geroerde grond te beperken 33
Figuur 2-20 Gebruik van amfibisch materieel (waterkering.nl/ geocean.com) 33
Figuur 3-1 Overzicht route 2 Oude Westereems 36
Figuur 3-2 Overzicht route 2 aanlanding bij Eemshaven 37
Figuur 3-3 Overzicht route 2 diepte kruising met Cobra 38
Figuur 3-4 Indicatieve opties voor tunnel Intrede punt 39
Figuur 3-5 Concept tunnelprofiel 39
Figuur 3-7 Route II minimum en maximum diepteprofiel 41
Figuur 3-9 Route sectie ten noorden van Huibertplaat 42
Figuur 3-10 Route II Ondiepte Huibertplaat en Cobra kruising 43
Figuur 4-1 Overzicht Route VII Schiermonnikoog 45
Figuur 4-2 Overzicht potentiële HDD-locaties Schiermonnikoog route 47
Figuur 4-3 Route VII kruising Schiermonnikoog 48
Figuur 4-4 Tunnelprofiel Schiermonnikoog 49
Figuur 5-1 Overzicht Route VIII 51
Figuur 5-2 Overzicht potentiële HDD-locaties Ameland route 53
Figuur 5-3 Route VIII kruising Ameland 54
Figuur 5-4 Tunnelprofiel Ameland 56
Figuur 6-1 Overzicht route IX Zoutkamperlaag 58
Figuur 6-2 Tunnelprofiel Zoutkamperlaag aanlanding route west 61
Figuur 6-3 Tunnelroute met pijplegschip op ankers aan offshore uiteinde 62

Figuur 6-4 Overzicht potentiële HDD-locaties Zoutkamperlaag route 63
Figuur 6-5 Overzicht hybride aanleg Zoutkamperlaag West route 64
Figuur 7-1 Overzicht Offshore Route secties 65

Appendices

Appendix A Route II Oude Westereems Tabel

Appendix B Route VII Schiermonnikoog Wantij Tabellen

Appendix C Route VIII Ameland Wantij Tabellen

Appendix D Route IX Zoutkamperlaag Tabellen

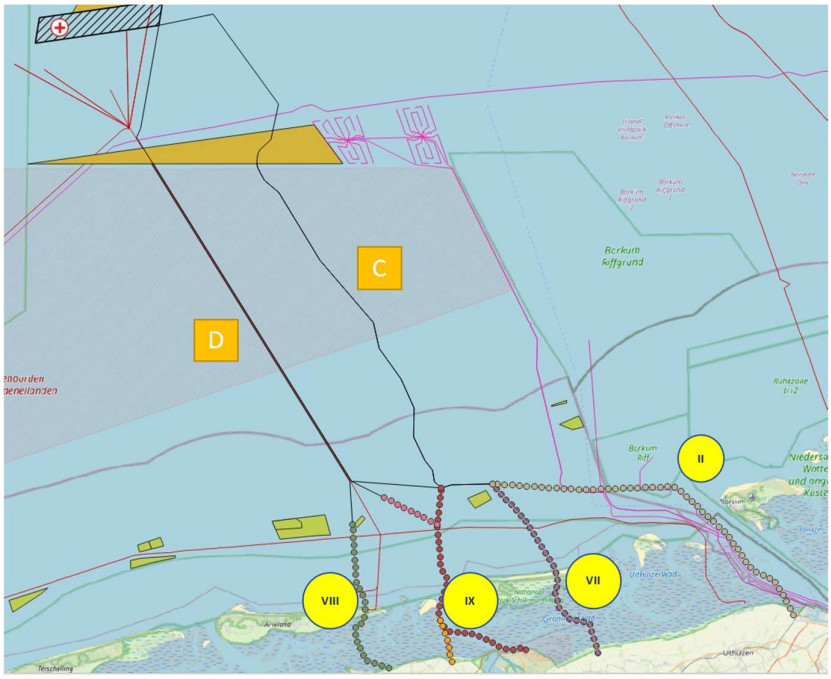
Appendix E Aanvullende tekeningen HDD serie constructie (VLST b.v.)

Afkortingen

CSD	Cutter Suction Dredger/ Cutterzuiger
DP	Dynamic positioning (Dynamisch positioneren van schepen)
EZK	Economische Zaken & Klimaat
GW	GigaWatt
H_2	Hydrogen (Waterstof)
IEA	Integrale Effecten Analyse
ILT	Integrale Leidingen Tunnel
MER	Milieu Effect Rapportage
MW	MegaWatt
NGT	NoordGasTransport
NRD	Notitie Reikwijdte en Detailniveau
PAWOZ	Programma Aansluiting Wind Op Zee
RHDHV	RoyalHaskoning DHV (Dwars, Heederik en Verhey)
TBM	Tunnel Boor Machine
TSHD	Trailing Suction Hopper Dredger
W+B	Witteveen en Bos

1 Inleiding

Het ministerie (EZK) heeft Gasunie gevraagd om als kennispartner deel te nemen aan het project PAWOZ-Eemshaven om de technische mogelijkheden en kosten voor het aanleggen van een waterstofleiding door de Waddenzee te onderzoeken. Dit onderzoek draagt bij aan het opstellen van het NRD en PlanMER. Om invulling te geven aan deze rol, zoekt Gasunie ondersteuning om met name de relevante en significante technische aspecten met betrekking tot een H_2-buisleiding en de aanleg daarvan te identificeren. De intentie van het tijdspad van dit onderzoek is om samen met het adviesbureau van EZK op te trekken voor een gezamenlijke verkenning. Daarom zal deze verkenning parallel gaan lopen met de onderzoeksvraag van EZK waarbij resultaten van dit onderzoek input zullen zijn voor workshops in werkgroepen.



Figuur 1-1 Overzicht routes

Figuur 1-1 geeft een overzicht van de routes die in het kader van het PAWOZ-programma momenteel worden overwogen voor waterstofpijpleidingen. Een aantal andere routes zijn in het proces afgevallen of worden alleen nog overwogen voor kabels.

De volgende Waddenzeeroutes worden momenteel in het PAWOZ-programma verder uitgewerkt voor de aanleg van een waterstofpijpleiding:

Route II Oude Westereems route

Route VII Schiermonnikoog wantij route

Route VIII Ameland wantij route

Route IX Zoutkamperlaag route

In aanvulling op bovenstaande routes zijn ook 2 offshore routes ten noorden van de Wadden gedefineerd met een aantal vebindende leidingsecties.

Voor de beschouwde routes zijn verschillende uitvoeringstechnieken gedefinieerd die verder worden uiteengezet in hoofdstuk 2.

De tabellen (zie Appendices) die als input dienen voor de PlanMER laten zien hoe deze routes met de verschillende uitvoeringsmethodes kunnen worden aangelegd. Dit document ondersteunt de tabellen en bevat aanvullende technische informatie en de randvoorwaarden die gelden bij het gebruik van de tabellen. De hoofdstukken 3 tot en met 6 bespreken de Waddenzeeroutes (II, VII, VIII en IX) en Hoofdstuk 7 de offshore routes (C en D en verbindende secties E, F, G en H).

2 Constructie Technieken H_2 pijpleidingen

2.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden tot een bepaald detailniveau de verschillende toepasbare installatietechnieken voor waterstofpijpleidingen beschreven. Er wordt geprobeerd een zo compleet mogelijk beeld te geven van de in te zetten materialen en materieel op basis van de algemeen beschikbare omgevingsinformatie. Er zijn op dit moment nog geen specifieke metingen en onderzoeken uitgevoerd aangaande: grondgesteldheid en samenstelling, bathymetrie, stroming, golfhoogten etc. De beschreven activiteiten zijn daarom ontwikkeld op basis van publiek beschikbare gegevens en inschattingen op basis van eerdere toepassing van de beschreven technieken in soortgelijke omstandigheden (indien beschikbaar). In een vervolgfase, zoals een project MER, zal er een verdiepingslag gemaakt moeten worden nadat er uitvoerige project specifieke metingen en onderzoeken hebben plaatsgevonden. Ook is er voor een definitieve beoordeling meer input nodig van uitvoerende bedrijven, vooral voor de uitzonderlijke en innovatieve methodes die ontwikkeld zijn voor secties waar de reguliere methode (legschip en post-lay trenching) veel, ongewenst baggerwerk vergen. Dan kan daadwerkelijk getoetst worden of de uitgangspunten van het PlanMER realistisch zijn geweest. Wellicht dat de effecten dan nog aangepast moeten worden, mogelijk kan er dan nog geoptimaliseerd worden om de optredende installatie effecten te verminderen.

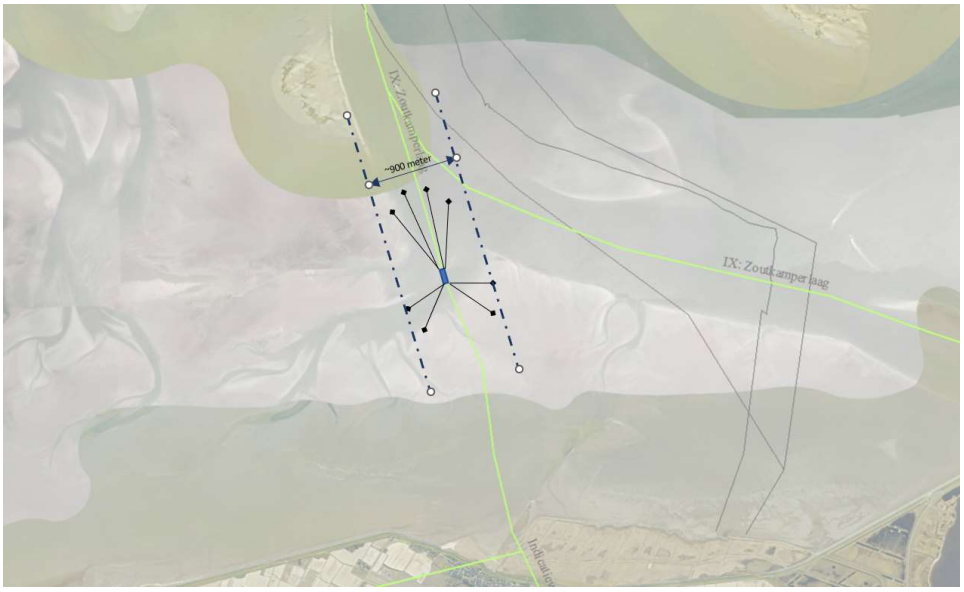
2.2 Installatie met pijpenlegschip en begraafmaterieel

Voor offshore pijpleidingen in wateren met voldoende diepgang (minimaal circa 7 meter) wordt de aanleg van een stalen pijpleiding in beginsel uitgevoerd met een pijpenlegschip. Hieronder zijn in Figuur 2-1 voorbeelden weergegeven van geankerde (vanaf ongeveer 7 m waterdiepte) en dynamisch gepositioneerde (vanaf 15 a 20 m waterdiepte) pijpenlegschepen. Voor de aanleg van pijpleidingen worden pijpelementen van 12 meter aangevoerd naar het schip en daar door middel van het maken van lassen boven water aan de pijpstreng toegevoegd. Vanaf het schip loopt de pijpstreng naar de zeebodem om daar doormiddel van nauwkeurige positionering van het schip op de definitieve locatie op de zeebodem geplaatst te worden.

Figuur 2-1 Pijplegschepen – op ankers (l) en Dynamic Positioning (r)

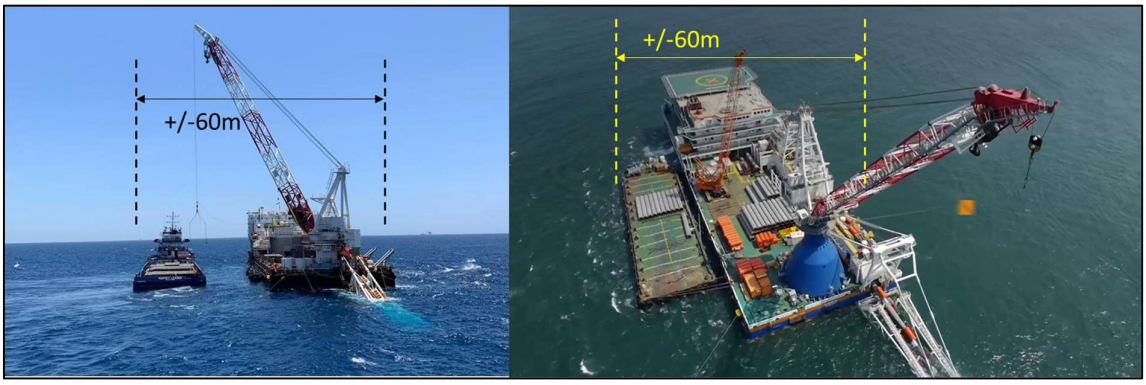
In ondiep water (circa 7 tot 15 meter), zoals van toepassing op de routes rondom en in het Waddengebied, zal in de regel alleen een legschip op ankers gebruikt kunnen worden. Deze ankers worden ten behoeve van de voortgang continu verplaatst. Hierdoor is de impactzone van ankers en

ankerkabels, afhankelijk van waterdiepte en condities, relatief groot (als richtlijn ca 400 tot 500 meter aan beide zijden). De ankerkabels raken voor circa 50% van de lengte het zeebed en zullen bij verplaatsing van het schip over het zeebed bewegen. Een typisch ankerpatroon is weergegeven in Figuur 2-2. Als globale aanname zal door het verplaatsen van een geankerd pijpenlegschip over 50% van het ankergebied (breedte 900 meter, 450 meter aan beide zijde van de route) kans op grondberoering optreden in de bovenste circa 20 cm. Op de plaats van het anker ook dieper door de anker penetratie (ongeveer 2 m).



Figuur 2-2 Voorbeeld ankerpatroon en anker invloed gebied

Voor een dynamisch gepositioneerd legschip (DP: dynamic positioning) is de impactzone veel kleiner, echter is hiervoor een grotere waterdiepte nodig (minimaal 15 tot 20 meter) door de grotere afmetingen van deze schepen en de benodigde vrije ruimte onder de thrusters (voorkomen verstoring grond door thrusters).



Figuur 2-3 Voorbeeld legschip op ankers met pijp supply vessel (ondiep water)

Het begraven van een pijpleiding nadat deze op het zeebed gelegd is wordt in het engels "post-lay trenching" genoemd. Hiervoor zijn verschillende technieken zoals: ploegen, het fluidizeren of wegspuiten van de onderliggende grond of mechanische graafarmen. Het in te zetten materieel voor deze technieken heeft verschillende afmetingen en interactie met de zeebodem en hierdoor zal het oppervlak van vergraven en geroerde grond verschillen. Een voorbeeld van een onderwater ploeg (met inzet graafarmen) is weergegeven in Figuur 2-4. Een postlay trencher kan onder ideale omstandigheden (grond) een diepte van 2 tot 2.5 meter halen, hetgeen neerkomt op een dekking voor de leidingdiameters die beschouwd worden van maximaal 1.0 meter. Bij groetere begraafeisen, vanwege veiligheid of dynamiek van het zeebed, moet een geul gebaggerd worden.

Figuur 2-4 Voorbeeld ploeg voor begraven pijpleiding

Voor het verder invullen van de tabellen met omgevingseffecten en de duratie van de aanlegmethoden worden verder de volgende kengetallen gebruikt:

Tabel 2-1: Getallen per aanlegmethode

Parameters geankerd legschip		
Ankers + ondiep water < 16 meter – 24 hrs operatie en zomercondities	150 m/dag voor 48-inch pijpleiding	
	200 m/dag voor 36-inch pijpleiding	
Bochtradius normaal leggen (aanname)	5000 m voor 48-inch pijpleiding	
	4000 m voor 36-inch pijpleiding	

Vergraven oppervlaktes	n.v.t.	
Verstoorde oppervlaktes door ankers en touchdown per km	451,000 m^2	
Pre-lay baggeren toegang legschip	Zie productie in Ref. [1]	
Legparameters DP legschip		
Legsnelheid DP >16 meter waterdiepte – 24 hrs operatie en zomercondities	2500 m/dag voor 48-inch pijpleiding	
	3000 m/dag voor 36-inch pijpleiding	
Verstoorde oppervlaktes/km	1,000 m2	1 meter brede "touch down impact zone"
Leiding Begraven		
Post-lay trenching <15m wd	0.5 km/dag	
Post-lay trenching >15m wd	1.0 km/dag	
Vergraven oppervlaktes/km	5,000 m^2	5 meter breed
Verstoorde oppervlaktes/km	10,000 m^2	10 meter breed
Aanleg kruising		
Verstoorde oppervlaktes/crossing (150 x 20 m)	3,000 m^2	Per crossing
Knippen kruising verlaten kabel		
Vergraven oppervlaktes (m^2)	300 m^2	Dreggen 300 x 1 m
Verstoorde oppervlaktes (m^2)	600 m^2	Uiteindes terugleggen en veiligstellen
Licht	1 dag per kruising	
Geluid	1 dag per kruising	
Trenchbox		
Vergraven oppervlaktes (m^2)/km	3,500 m^2	
Verstoorde oppervlaktes (m^2)/km	40,000 m^2	
Vergraven volume	10,500	m^3 per km'
Licht	Bij daglicht	
Geluid	Bij daglicht	

2.3 Horizontaal Gestuurde Boring (enkel of in serie)

Een horizontaal gestuurde boring is een veel gebruikte installatiemethode om de kust te kruisen met een kabel of pijpleiding. Dit alternatief is redelijk ontwikkeld nadat open ontgraving van de zeewering als te groot risico werd gezien voor het achterland. De ervaring opgedaan met HDD's is van land naar land (onshore leidingen voor het kruisen van (water)wegen bijvoorbeeld) of van land naar zee voor het kruisen van zeeweringen. Van een natte omgeving naar een natte omgeving is veel minder gebruikelijk. Het gebruik van een HDD voor het kruisen van de zeewering is dus een gebruikelijke oplossing waar ervaringsgetallen voor zijn. De alternatieve toepassing van een reeks HDD's die sequentieel worden gekoppeld om een ondiep stuk water te kruisen (zoals wadplaten) is echter zeer innovatief. Wereldwijd zijn de toepassing van nat naar nat HDD's voor pijpleidingen beperkt tot enkele gevallen voor een kleine diameter pijpleiding of kunststof mantelbuis.

In deze sectie worden de mogelijkheden van een enkele HDD van droog naar nat beschreven en daarnaast de innovatieve toepassing van HDD's in serie om grotere stukken ondiep water te kruisen. De tekst en aanpak is grotendeels gebaseerd op de input van uitvoerder "van Leeuwen Sleufloze Technieken" (VLST).

2.3.1 Constructietechniek

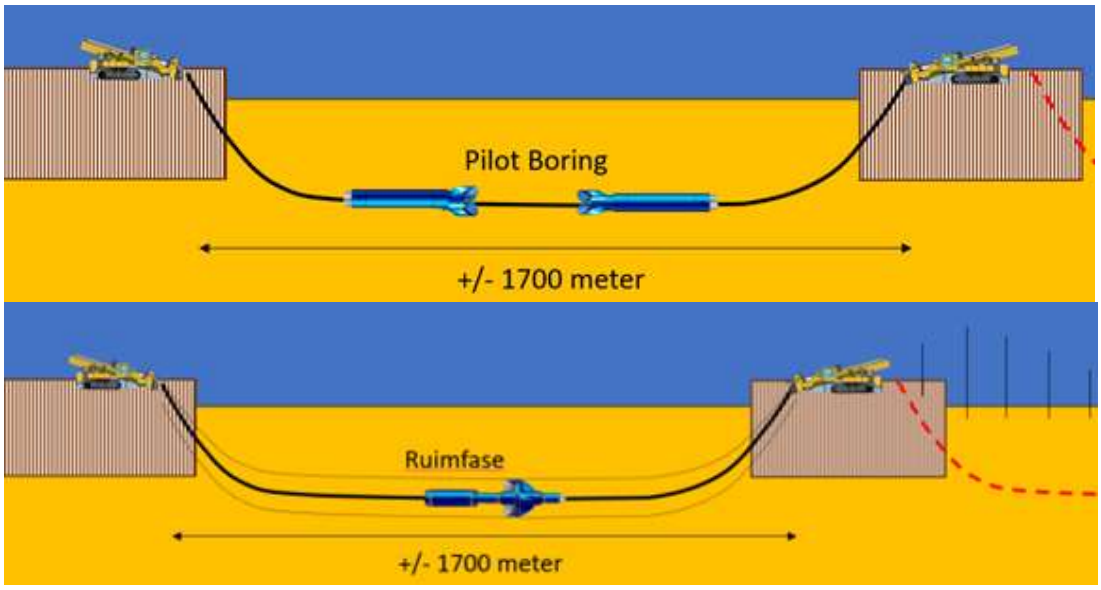
Het boren van een HDD gaat in een aantal stappen:

- Plaatsen van een casing (inslaan van een stalen buis)
- Pilot boring met Gyro Steering Tool
- Een aantal ruimfasen (2 voor 36-inch, 3 voor 48-inch)
- Cleaning run

Het plaatsen van een casing is noodzakelijk om het risico op een uitbraak te minimaliseren bij het initieren van de boring op land of op zee. Voor de verschillende fases kan gebruik worden gemaakt van ''meet in the middle'' om het boorproces te versnellen.

Voor het maken van de boringen op zee (op het wad) zullen met een aantal damwanden, kuipen worden gemaakt waarvan gewerkt kan worden. In de kuip moeten gordingen worden geplaats om hoog water te keren en om voldoende draagkracht te genereren om de HDD rig te plaatsen en veilig te laten fuctioneren. Vanaf elke damwandkuip wordt twee kanten opgeboord. Na het voltooien van de boring moet de pijp in het gemaakte gat worden getrokken en vervolgens moeten de uiteinden van de stukken pijpleiding gekoppeld worden. Daarvoor wordt de kuip gedeelteljk ontgraven en zal er bemaling in de kuip moeten worden geplaatst.

In de onderstaande afbeeldingen is de methode schematisch weergeven, dit is indicatief en moet op basis van gedetaileerde informatie over bijvoorbeeld de grond worden uitgewerkt.



Figuur 2-5 Schematische weergave HDD-boring

Voor een enkele boring is het nodig om ongeveer een volume van 2500 tot 3000 liter/min aan boorspoeling te laten circuleren. Om de circulatie te realiseren in geval van meerdere HDD's achter elkaar, zonder behandeling van spoeling offshore of veel extra scheepsbewegingen, kan door de reeds geboorde secties een dubbele 160 mm OD HDPE leiding geïnstalleerd worden om gebruikte en gerecyclede boorspoeling rond te pompen. Dit resulteert in significant minder scheepsbewegingen op het wad om boorspoeling en grond aan en af te voeren.

Voor de boorgat-diameters nodig voor een 36 tot 48-inch pijpleiding is met de huidige stand van de techniek het mogelijk om een HDD-lengte van rond de 1700 m te realiseren. De verwachting is dat dit gedurende de komende jaren (tot 2030) kan toenemen tot ongeveer 2000 m. Deze maximaal te bereiken lengte zal niet onder alle (grond-)omstandigheden mogelijk zijn daarom wordt hier aangehouden dat tijdens de uitvoering de gemiddelde HDD-lengte 1700 m zal zijn.

In de onderstaande Tabel 2-2 zijn een aantal getallen per boring aangegeven.

Tabel 2-2: Getallen per boring

Item	Waarde	Eenheid
Lengte boring	1700	[m]
Diameter boring - 36-inch - 48-inch	 1280 1700	[mm]
Pomp volume	3000	[liter/minuut]
Bentoniet - 36-inch	 150 / 2200	 [ton] / [m^3]

Item	Waarde	Eenheid
- 48-inch	250 / 390	
Water - 36-inch - 48-inch	 2100 3700	[m^3]

De HDD-boorinstallatie is ook beschikbaar als electrische eenheid met generatoren die op waterstof werken, ook ondersteunend materieel kan elektrisch of op waterstof functioneren. Voor ondiepwater is de beschikbaareid van emissie-beperkte of -loze schepen nog zeer gering.

2.3.2 Ruimtebeslag landzijde

Voor het kruisen van de primaire zeewering zal een onshore HDD-site worden gemaakt. De benodigde afmetingen voor een site zijn ongeveer 50 x 50 m. Op de site zal al het HDD-materieel, recycle systeem en bentoniet centrale worden geïnstalleerd. Ook zal hier vandaan zoveel mogelijk de activiteiten op zee worden beheerd.

Indien hier ruimte voor is kan ook de eerste pijpstreng op of nabij de HDD-boorlocatie op land worden geprefabriceerd, zodat deze zonder float-in (drijven naar locatie) geïnstalleerd kan worden. Alle overige strengen worden ergens aan land, nabij de kust geprefabriceerd. Daarna via een float-in naar de diverse damwandkuipen verplaatst.

Figuur 2-6 Overzicht onshore HDD-site

Het volgende materieel zal worden opgesteld op land:

- 300-ton HDD rig met stangenkratten en 2000 meter boorpijp
- Pipe pusher en stuurcabine
- Rupskraan (30-ton) en mobiele kraan (18-ton)
- Hogedrukpomp, mixunits, bentoniet opslagtank, mudlab en recycle systeem
- Wateropslag (200 m^3)
- Generators en powerpack
- Container gevaarlijke stoffen, reserveonderdelen, werkplaatscontainer, kantoor en voorzieningen

2.3.3 Ruimtebeslag zeezijde

Voor de werkzaamheden op zee zullen op het wad meerdere damwandkuipen worden geïnstalleerd. Om de werkzaamheden uit te voeren zal een dergelijke kuip ongeveer 100 x 10 m worden. De kuip zal een constructiehoogte krijgen van ongeveer 4.5+ meter NAP. De boormachine en stangen zullen op de damwandkuip worden geplaatst.

Het overige materieel zal op een werkponton worden geplaatst. Vanaf dit werkponton zullen ook de damwanden worden geinstalleerd voor het maken van de kuipen. Het volgende materieel wordt gebruikt offshore:

- 300-ton HDD rig met stangenkratten en 2000 meter boorpijp
- Pipe Pusher en stuurcabine
- Rupskraan (30-ton) en crawler kraan
- Trilblok en damwandplanken
- Spudpalen
- Anker-lieren 4x
- Hogedrukpomp en bentoniet opslagtank
- Olieopslag
- Generator sets en powerpack
- Accommodatie voor 16 personen, reserveonderdelen en werkplaatscontainer

2.3.4 Opties voor het inbrengen van de productpijp

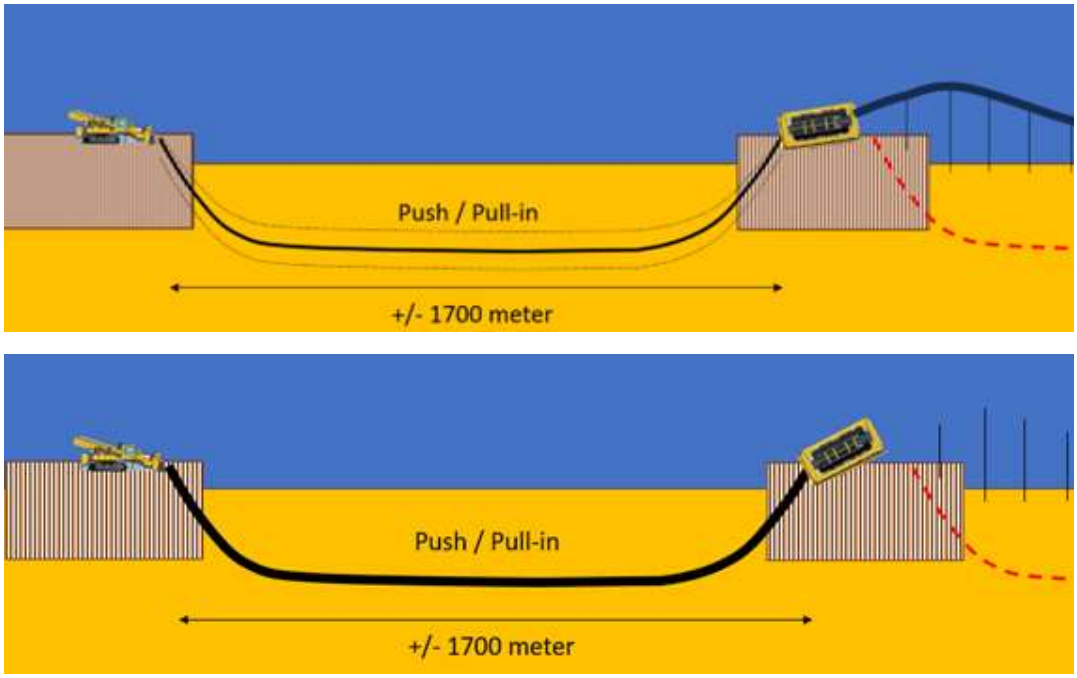
Nadat de HDD op de juiste diameter is geboord zal de elders geprefabriceerde productpijp naar locatie worden gesleept bij hoog water. Het heeft de voorkeur om prefabricage op zo gering

mogelijke afstand te doen, om transportafstand en weersinvloeden bij slepen door dieper water te beperken. Om de pijp over de rand van de damwand van de kuip te brengen, en om de juiste intredehoek te bereiken kan de buis bijvoorbeeld op een rollerbaan worden getrokken om juist uitgelijnd te worden op de 'pipe pusher'.

De rollenbaan kan bijvoorbeeld bestaan uit rolstellen bovenop een reeks verticaal in de bodem geheide buizen. De hoogste buis komt op ongeveer 9 meter boven het zeebed. Hiervoor kunnen mogelijk ook alternatieven worden ontwikkeld.

In de onderstaande afbeeldingen is een schematisch stappenplan toegevoegd om een idee te krijgen van de werkzaamheden. Tijdens het intrekken zal bij beide kuipen een bak liggen om de werkzaamheden te ondersteunen en eventueel overtollige boorspoeling uit het boorgat op te vangen.

Tijdens het intrekken van de waterstofleiding zal deze deels worden gevuld met water om het opdrijvende vermogen van de buis tegen te gaan tijdens het intrekken.



Figuur 2-7 Overzicht intreken productpijp

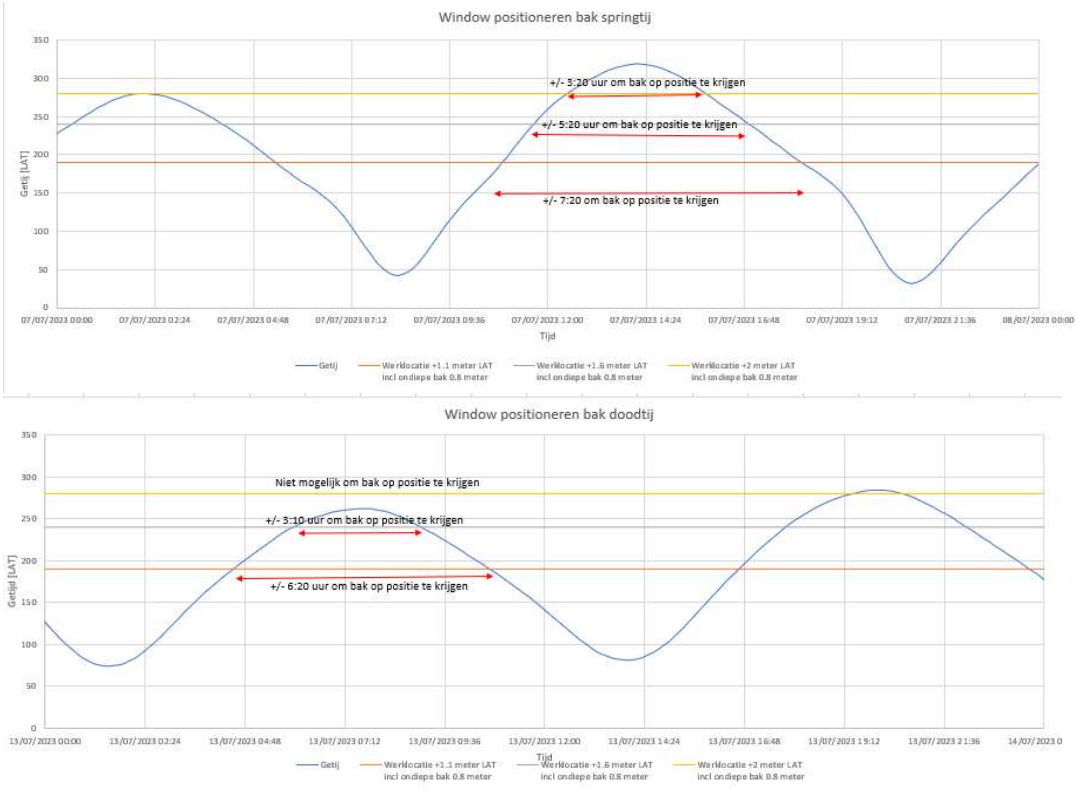
Nadat de pijpleiding aan beide zijden is geïnstalleerd zal er een verbindingsstuk (tie-in) worden geplaatst. Dit kan worden gedaan door middel van twee koudgebogen bochtstukken (straal 40 x diameter), omdat het inmeten, fabriceren en aanleveren van warmgevormde bochten logistiek waarschijnlijk te complex is.

2.3.5 Specifieke risico van HDD's

- Een uitgebreid grondonderzoek is noodzakelijk voor het vaststellen van de uitvoerbaarheid van de methode. Dit betekent dat diverse onderzoeken met groot materieel (diepe grondboringen) nodig zijn nog voor het definitief vaststellen van de uitvoerbaarheid.

- Onder normale omstandigheden kunnen HDD's mislukken omdat onverwachte obstakels de voortgang blokkeren. Soms is dat aanleiding om naast de gestarte HDD een nieuwe poging te doen met een ander traject dat het obstakel kan vermijden. Dit resulteert in meer tijd en activiteit en mogeijk meer ruimtebeslag.

- De ondieptes op het wad vragen een nauwkeurige planning om equipment op de juiste locatie te krijgen bij hoog water.
  Het is van belang dat er gebruik wordt gemaakt van ''licht gewicht'' werkpontons en hulpschepen. Met het beschikbare materieel kan gewerkt worden tot een diepgang van 0.8 tot 1.0 m.
  Voor het positioneren, dagelijkse aan- en afvoer van materieel, materiaal en personeel is er gekeken naar het aantal werkbare uren op ondieptes van +1.1, +1.6 en +2.0 m LAT.
  Onderstaande grafieken laten zien dat de tijd om een bak te positioneren kan varieren van 3 tot 7 uur bij springtij en 0 tot 6 bij doodtij.



Figuur 2-8 Beschikbare tijd positioneren bak afhankelijk getijde

2.4 Microtunnel en segment tunnel

Als alternatief voor het plaatsen van een pijpleiding op of in de grond doormiddel van een open ontgraving (offshore: pijplegschip en post-lay trenching) kan een tunnel worden aangelgd waar de pijpleiding vervolgens in wordt geplaatst. Er wordt daarbij onderscheid gemaakt tussen:

- Microtunnel: methode waarbij tijdens de voortgang van het boorproces complete tunnelsecties ingeduwd worden om de boorgang te stabiliseren. Deze methode is technisch beperkt in lengte (ongeveer 2 km) en diamater (ongeveer 2 m).
- Segmenttunnel: methode waarbij tijdens de voortgang van het boorproces de tunnelwand wordt opgebouwd door het plaatsen van segementen die samen een sectie van de tunnelomtrek vormen, deze methode kan voor grotere diameters en over meerdere kilomenters lengte worden toegepast.

Het fabriceren van een tunnel is een activiteit die geen toegevoegde functionele waarde heeft in de operationele phase van de pijpleiding. Met name in het gaval van een microtunnel omdat de leiding na plaatsen niet meer extern toegankelijk is voor inspectie, onderhoud en reparatie. Een tunnel is vooral een installatiehulpmiddel als alternatief voor het leggen op of in de grond als dit zonder tunnel onmogelijk of onacceptabel is. Het is een complexe en kostenverhogende installatiemethode die alleen wordt toegepast waar geen andere alternatieven mogelijk zijn en de operationele complicatie acceptabel is. Dit is met namen het geval bij kustkruisingen waar open ontgraving ongewenst is, bijvoorbeeld vanwege veiligheid tegen overstroming van het achterland bij tijdelijke doorsnijding van de kustdefensie.

In dit soort gevallen is de eerste keuze een horizontaal gestuurde boring (zie hoofdstuk 2.3). Hierbij wordt de pijpleiding in principe direct in de geboorde gang getrokken (geen tunnelwand) die slechts net iets groter in diameter is dan de pijpleiding. Het is hiermee een relatief simpel alternatief voor open ontgraving en technisch minder complex dan een tunnel. Echter ook voor een HDD gelden limieten in lengte, die ongeveer overeenkomen met die van een microtunnel (limiet is diameter afhankelijk).

Het gebruik van een tunnel is nog niet eerder toegepast voor het aanleggen van een pijpleiding die een zeewering doorkruist (open ontgraving in het verleden, nu HDD's of variaties daarop). Het gebruik van (integrale) leidingentunnels is beperkt tot een aantal relatief korte tunnels voor het kruisen van bijvoorbeeld binnenwater of een snelweg. Buiten Nederland (bv Duitsland) zijn (micro)tunnels wel vaker toegepast voor het kruisen van een zeewering.

De uitvoerbaarheid van een (micro)tunnel is zeer afhankelijk van de grondgesteldheid. Aangezien hier nog geen gedetaileerde informatie over beschikbaar is zal hetgeen er in dit document over de mogelijkheden wordt gezegd voorlopig zijn tot dit met grond-metingen en -testen onderbouwd kan worden. Tunnels worden voor meerdere projecten in Nederland overwogen maar de uitvoerbaarheid in de aanwezige grondgesteldheid moet per geval nog worden aangetoond. De methode kan worden toegepast bij een kustkruising waar een HDD niet meer mogelijk is door de benodigde lengte, maar ook voor het kruisen van grote stukken ondiep water, bv van kust naar (of voorbij) Waddeneiland.

Voor de toepassingen die voor PAWOZ worden overwogen, zoals de kruising van de zeewering voor route IX Zoutkamperlaag en het kruisen van de wadplaten op de route naar Schiermonnikoog, route VII, Ameland, route VIII, allen met een lengte van 5 km of meer, wordt verder vooral naar

segmenttunnels gekeken omdat de technische mogelijkheden (maximale lengte) van microtunnels hiervoor te beperkt is.

2.4.1 Constructietechniek

Uitgangspunt is in eerste instantie een tunnel voor 1 pijpleiding tot 48-inch. Hiervoor is een tunnelafmeting gekozen van:

Tunnel uitwendige diameter: 4 m

Tunnel inwendige diameter: 3.6 m.

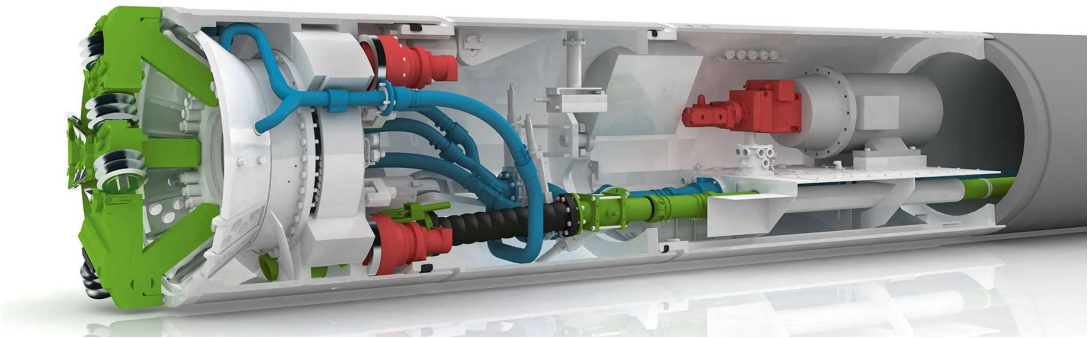
Deze afmeting is gekozen op basis van de lengte (5 tot 15 km) en de benodigde voorzieningen voor een dergelijke tunnel, zoals ventilatie.

Uitvoerders gebruiken tunnelboormachines van fabrikanten zoals:

- Herrenknecht
- Komatsu
- The Robbins Company
- Mitsubishi JIMT, enz.

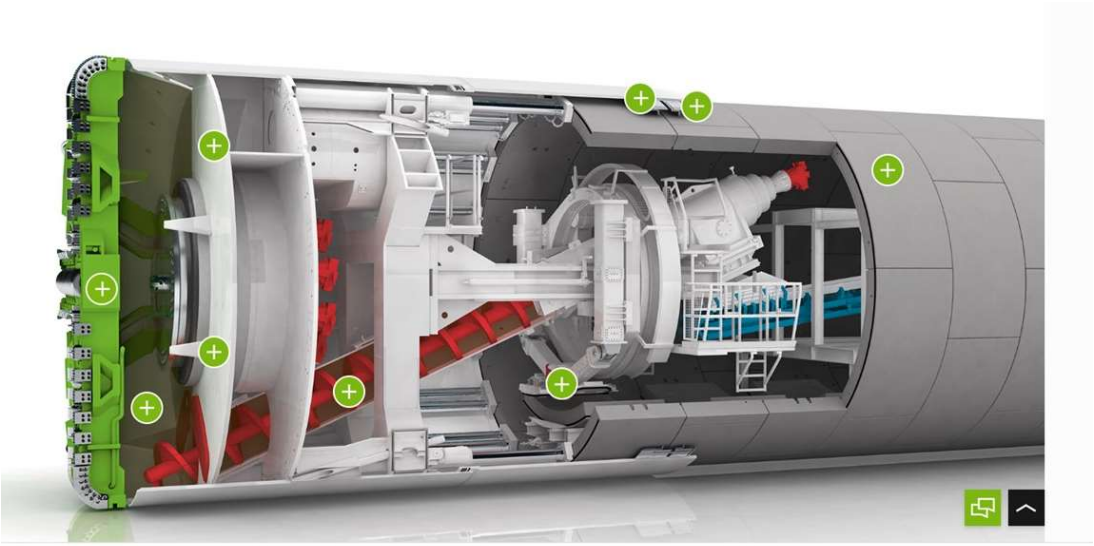
Van de verschillende boormachines zijn voor de Nederandse grond de gesloten-front-boormachines het meest geschikt, daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen bijvoorbeeld Slurry en Earth Pressure Balance boormachines. De boormachine wordt aangepast aan de te verwachten grondsamensteling: klei, zand, grind of een mix.

Een voorbeeld van een mogelijk geschikte boormachine is de Herrenknecht AVN D3600AH segment lining machine (een Slurry boormachine). Deze is weergegeven in Figuur 2-9. Bij deze machine wordt een slurry (spoeling) naar de grondkamer gevoerd die de geboorde grond meeneemt via de slurry afvoerleiding.



Figuur 2-9 Slurry boormachnine (afbeelding Herrenknecht)

Figuur 2-10 toont een EPB-boormachine die een grondboor en lopende band gebruikt voor de afvoer.



Figuur 2-10 EPB boormachnine (afbeelding Herrenknecht)

De grote van de equipment en invloed op de omgeving is geillustreerd voor een kleiner (54-inch microtunnel) en een relatief groot (20 m diameter) project in Figuur 2-11.

Figuur 2-11 Van 54-inch Herrenknecht AVN slurry microtunnel machine (https://tunnelingonline.com/microtunneling-on-a-curve/) tot 20 m tunnelmachnine (https://amberggroup.com/news-events)

2.4.2 Ruimtebeslag landzijde

Om het ruimtebeslag aan de landzijde te beperken kan worden aangevangen met de constructie van een verticale toegangsschacht. Hiermee wordt het hoogteverschil tussen maaiveld en aanvangsdiepte van de tunnel overbrugd, zie Figuur 2-13.

De doorsnede van de schacht kan rechthoekig of rond (of ovaal) zijn met een inwendige doorsnede van ongeveer 10 tot 15 m diameter, en diepte benodigd om op de aanvangsdiepte van de tunnel te komen (bodemhoogte van tunnel plus extra voor aanleg schachtvloer).

Mogelijke constructiemethoden voor het maken van een waterdichte schacht zijn een secanspalenwand of een diepwand. Er kan voor een methode worden gekozen die allereest geschikt is voor de grondcondities maar die ook gepaard gaat met relatief weinig vibratie en geluid.

Per geval zal een gedetaileerd onderzoek moeten uitwijzen of het nodig is locaal het grondwaterniveau aan te passen.

Een schatting van de benodigde landruimte voor het aanleggen van de schacht is 100 x 100 m, oftewel 10,000 m^2. Daarnaast zal opslagruimte nodig zijn voor segmenten voor de constructie van de tunnelwand, zie Figuur 2-12. Dit kan echter ook op enige afstand van de werklocatie.

Figuur 2-12 Opslag tunnelsegmenten

Na complementeren van de schacht zal op het terrein rond de schacht een energievoorziening en slurry-behandelstation worden gemobiliseerd voor de tunnelconstructie. Daarnaast zal de grond moeten worden afgevoerd naar een geschikte locatie.

Voor de aanvoer, en later afvoer, van alle materieel en materialen zijn toegangswegen nodig die geschikt zijn voor speciaal- en zwaartransport.

De schacht laat toe om met beperkte verstoring van de omgeving een tunnel aan te leggen, het plaatsen van de pijpleiding, indien dit van land naar zee moet gebeuren kan wel voor een veel grotere impact aan de landzijde zorgen, zie hoofdstuk 2.4.4.

Figuur 2-13 Toegangsschacht voor een Herrenknecht AVN D2400AH (3 m kabeltunnel, https://www.herrenknecht.com/en/references/referencesdetail/seoul-cable-tunnel/)

2.4.3 Ruimtebeslag zeezijde

De tunnel wordt geboord van de schacht of intredepunt aan de landzijde naar het uittredepunt op de zeebodem. Voor de verticale stabiliteit van de TBM en stabiliteit van de grond is het wenselijk dat er 2 tot 2.5 maal de diameter van de TBM aan grond als bovenlast aanwezig is tijdens het boren. Al zou dit mogelijk bij het uittredepunt kunnen worden beperkt, kan het toch noodzakelijk zijn om eerst meer zand aan te brengen bij het uitttredepunt. De benodigde stappen voor het afronden van de booroperatie en verwijderen van de TBM kunnen dan als volgt worden uitgevoerd:

- Bagger tot een basis van ongeveer 8 x 25 m is gemaakt waar de TBM uiteindelijk op zal eindigen, de beinvloede oppervlakte zal afhankelijk zijn van het locale zeebed en grondgesteldheid (stabiliteit wanden put)
- Breng voldoende goede kwaliteit zand aan tot een hoogte boven bodem put die voor stabiele uitvoering booroperatie zorgt (niet nodig als bestaande grond van goede kwaliteit is)
- Uitvoeren laatste meters booroperatie, TBM komt aan op eindlocatie
- Bagger het aangebrachte materiaal weg zodat de TBM vrij toegankelijk is
- Verwijder de TBM met kraanschip
- Vul de tunnel met water
- Bagger een geschikt bodemprofiel van de tunneluitgang naar het bestaande zeebed dat geschikt is voor het inbrengen van de pijpleiding

De geschatte hoeveelheid aangebracht en weer gebaggerd materiaal wordt geschat op 10.000 m^3. Het direct verstoorde oppervlak zal ongeveer 4500 m^2 zijn. Hierbij wordt aangenomen dat de grond tijdelijk stabiel is met een helling van 1:4.

2.4.4 Opties voor het inbrengen van de productpijp

Voor het inbrengen van de productpijp zijn er twee principe-oplossingen: ofwel productie aan boord van een legschip dat aan het offshore uiteinde van de tunnel ligt en intrekken in de tunnel met materieel opgesteld op land, of productie aan land en intrekken/ duwen van land naar offshore. Beide methoden worden kort besproken.

Aan de zeezijde kunnen na voltooing van de tunnelaanleg op een pijpenlegschip op ankers de individuele pijpelementen van 12 meter aan elkaar gelast worden en door de tunnel ingetrokken, Figuur 2-14.

Figuur 2-14 Allseas Tog Mor bij Houstrup Denemarken aanlanding Europipe II branch line, intrekken pijpleiding

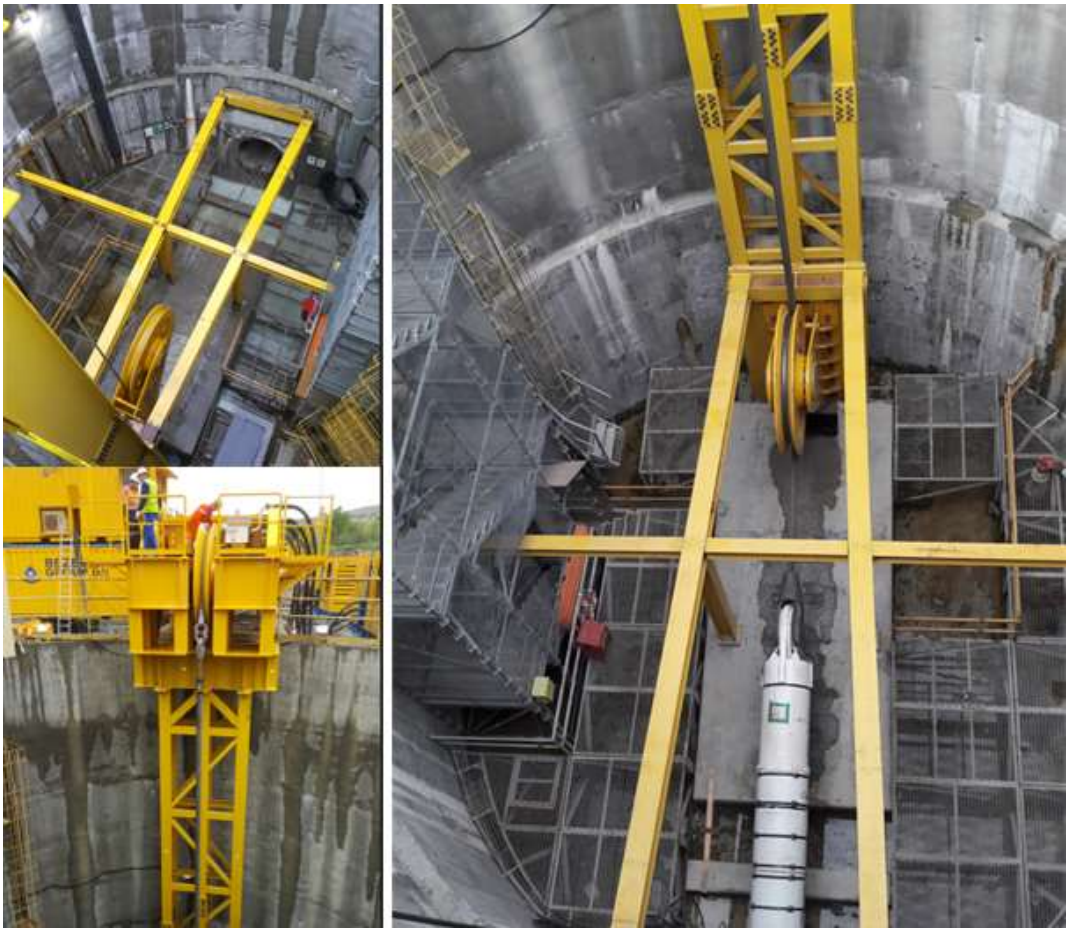
Bij productie of aanvoer van de productpijp vanaf de zeezijde worden aan de landzijde katrollen en takels in de schacht geplaatst die het mogelijk maken om de pijpleiding van zee naar land te trekken. Het intrekken gebeurt met een lier die bij de schacht is opgesteld. Echter de trekkracht van de grootste lieren is beperkt tot 800 ton (Figuur 2-15), dit beperkt dus de lengte aan pijpleiding die ingetrokken

kan worden (lengte is afhankelijk van wrijvingscoeffiecient met ondergrond en gewicht pijpleiding, dit is kleiner als tunnel gevuld is met water).

Figuur 2-15 Bezemer 800 ton lier (https://bezemer.com/products/linear-winches/)

De uit te voeren stappen bestaan uit:

- Installeer lier in nabijheid schacht
- Installeer katrollen in de schacht, Figuur 2-16.
- Tunnel is gevuld met water.
- Een legschip (dat de pijpstreng ter plaatse fabriceert) of een geprefabriceerde pijpstreng wordt naar het offshore einde gebracht.
- Pijpleiding wordt door de tunnel getrokken naar de schacht.
- Installeer een afdichting aan het offshore einde van de tunnel (grout inflatable bag).
- Vul de grond aan tot origineel zeebedniveau voor tunneluitgang en pijpleiding
- Verwijder het water uit de tunnel en droog de tunnel.
- Of de tunnel blijft in droge toestand of wordt gevuld met bijvoorbeeld grout
- Een tweede afdichting kan worden gemaakt aan de landzijde van de tunnel
- Met behulp van een riser wordt het pijpeind op de bodem van de schacht verbonden met de bovengrondse pijpleiding (aan te leggen aansluiting op landnetwerk).



Figuur 2-16 Schacht met katrol en ingetrokken pijpleiding

Het alternatief is het maken van pijpstrengen aan land en het induwen/ trekken van land naar zee. Een voorbeeld van deze methode is de Humber crossing waarvan afbeeldingen zijn gegeven in onderstaande Figuur 2-17. Op de bovenste foto is een ingericht terrein te zien van voorgrond tot aan de horizon: op de voorgrond de transitie van oppervlak naar intrede tunnel, op de achtergrond het terrein waar de pijpstrengen zijn geprefabriceerd en opgesteld. Linksonder een detail van het terrein met pijpstrengen en rechtsonder het intredepunt van de tunnel.

Figuur 2-17 Humber river kruising

Deze methode werkt het best als de tunnel niet horizontaal aangelegd wordt van schacht bodem naar offshore uiteinde, maar een gebogen tunnel van het landoppervlak naar het offshore uiteinde wordt gemaakt door op voldoende afstand van de zeewering te starten om de benodigde diepte te bereiken (zoals bij Humber crossing voorbeeld). De stappen kunnen dan als volgt worden beschreven:

- Prepareer uitlegterrein en tunnel/ pijpleiding helling, waarbij het uitlegterrein altijd boven zeeniveau moet blijven. De randen van het terrein moeten het achterland tegen extreem hoog water beschermen.
- Prefebriceer de pijpstrengen
- Tunnel wordt gevuld met (zoet en gezuiverd) water.

- Duw / trek de eerste drijvende streng in de tunnel en las de volgende streng aan de sectie in de tunnel en herhaal

2.4.5 Specifieke risico's van tunneloptie

Het gebruik van een tunnel als installatiemethode voor het kruisen van de zeewering of van specifieke delen van de Waddenzee heeft een aantal specifieke kenmerken die als risico kunnen worden aangemerkt voor deze methode, deze zijn onder andere:

- Een uitgebreid grondonderzoek is noodzakelijk voor het vaststellen van de uitvoerbaarheid van de methode. Dit betekent dat diverse onderzoeken met groot materieel (diepe grondboringen) nodig zijn nog voor het definitief vaststellen van de uitvoerbaarheid.
- De constructieperiode voor een tunnel van 5 tot 15 km zal varieeren van ruim een jaar tot mogelijk meer dan 2 jaar (inclusief schacht maken, pijp intrekken) afhankelijk van de lengte.
- Het zeebedniveau aan de tunneluitgang kan sterk varieeren. Hierbij is het van belang dat de uitgang op het laagste punt ligt dat gedurende de operationele levensduur voorkomt om te voorkomen dat de pijpleiding op de rand van de tunnelbodem komt te hangen. Aan de andere kant kan de uitgang na een aantal jaren onder meters grond begraven zijn wat in zakking(sverschillen) en spanningen kan resulteren.
- Afhankelijk van de methode van schacht maken is er mogelijk grondwaterniveau beheersing nodig en/of injecteren van de grond met (chemische)middelen om deze te stabiliseren
- Gedurende verschillende fases van constructie zal de tunnel (en schacht) gevuld worden met water en weer leeggepompt. Daarvoor zijn afdichtingen nodig die bij bezwijken grote gevolgen kunnen hebben voor het veilig werken en goed functioneren tijdens operatie.
- Het inbrengen van een dergelijke lange leiding in de tunnel zal gepaard gaan met grote krachten en wordt gezien als een complexe operatie
- Bij intrekken van een pijpleiding die op een geankerd schip bij het uiteinde van de tunnel wordt gefabriceerd zal dit schip daar geruime tijd, onafgebroken moeten kunnen liggen.
- Bij de installatie zullen meerdere keren duikeroperaties nodig zijn, dit zijn altijd risiocovolle operaties.

2.5 Open ontgraving

De meest toegepaste methode voor de aanleg van pijpleidingen op land is de open ontgraving. Hierbij worden de leidingdelen op ondersteuningen geplaatst en tot strengen aan elkaar gelast. Vervolgens wordt een lange sleuf gemaakt en de streng zijwaarts in de sleuf geplaatst, zie Figuur 2-18.

Figuur 2-18 Pijpleiding aanleg sleuf ontgraving (foto A. Hak)

Hoewel deze methode gebruikelijk is op land met een goede ondergrond, kunnen in drassige gebieden, kwelders- en wantijgebieden problemen optreden met de draagkracht van de grond in combinatie met het gewicht van het materieel. Draglineschotten kunnen hulp bieden door het spreiden van de bovenlast, maar deze oplossing heeft ook zijn limiet. Ook de stabiliteit van de sleufwanden kan in natte gebieden een probleem opleveren. Als oplossing kan gebruik worden gemaakt van trenchboxen.

2.5.1 Constructietechnieken

Het gebruik van trenchboxen om de sleufwanden te stabiliseren is weergegeven in Figuur 2-19. In deze figuur is de constructie van een 48-inch leiding zichtbaar. Het is duidelijk dat de maximaal te behalen begraafdiepte bij deze methode beperkt is.

Figuur 2-19 Gebruik trenchboxen om hoeveelheid geroerde grond te beperken

Om toch dieper te begraven kan als alternatief voor trenchboxen het gebruik van damwanden overwogen worden. Het gebruik van damwanden met het doel de sleuf te stabiliseren is voor een langere route een dermate ingrijpend proces (geluid, materiaal, materieel) dat het in deze studie niet verder is geadresseerd. Alleen voor korte routesecties of specifieke constructie gebieden (tie-in, tunnel shaft etc.) worden damwanden overwogen.

Met behulp van amfibisch materieel (rijdend in ondiep water of van drijvende bak), zie Figuur 2-20, kunnen bovenstaande methodes, zoals gebruikt in drassige/ onstabiele grond, ook worden toegepast op het wad.

Figuur 2-20 Gebruik van amfibisch materieel (waterkering.nl/ geocean.com)

De methode zal per geval in detail moeten worden uitgewerkt en het juiste materieel gekozen dat voor de maximale werkbaarheid zorgt in veband met waterdiepte en getijde en tegelijk de verstoring van de grond beperkt. Zelfs in geoptimaliseerde situaties zal de voortgang beperkt zijn en moet verminderde verstoring van de grond (tov baggeren) afgewogen worden tegen de langere duur van de werkzaamheden.

De stappen in de uitvoering zijn:

- Plaatsen van trenchbox wanden en afsteuning
- Uitgraven van trench
- Plaatsen van pijpleiding
- Terugvullen trench
- Verwijderen trenchbox

2.5.2 Ruimtebeslag landzijde

Het ruimtebeslag voor de pijpleiding is beperkt bij deze methode en wordt mede bepaald door ruimte nodig voor de efficiente uitvoering van de graafwerkzaamheden. Het grootste ruimtebeslag is voor het materieel dat langs de route moet verplaatsen (en kunnen passeren). Een strook van 40 m langs de route wordt aangehouden.

2.5.3 Ruimtebeslag op zee

Voor het plaatsen van de trenchboxen moet rekening gehouden worden met vergraving over de breedte van de trenchbox (ca. 3.5 m) terwijl over 40 meter breedte de grond zal worden beroerd. Per kilometer zal daarom aangehouden worden 3,500 m^2 vergraving en 40,000 m^2 beroering.

3 Route II - Oude Westereems route

De Oude Westereems route is in principe ontwikkeld en geoptimaliseerd voor de installatie van offshore elektriciteitskabels, rekening houdend met de flexibiliteit van kabels en de gebruikelijke installatiemethodes en materieel voor kabels. Daardoor is deze route niet overal optimaal voor de installatie van een pijpleiding, met name als gevolg van de keuze voor de ondiepe delen.

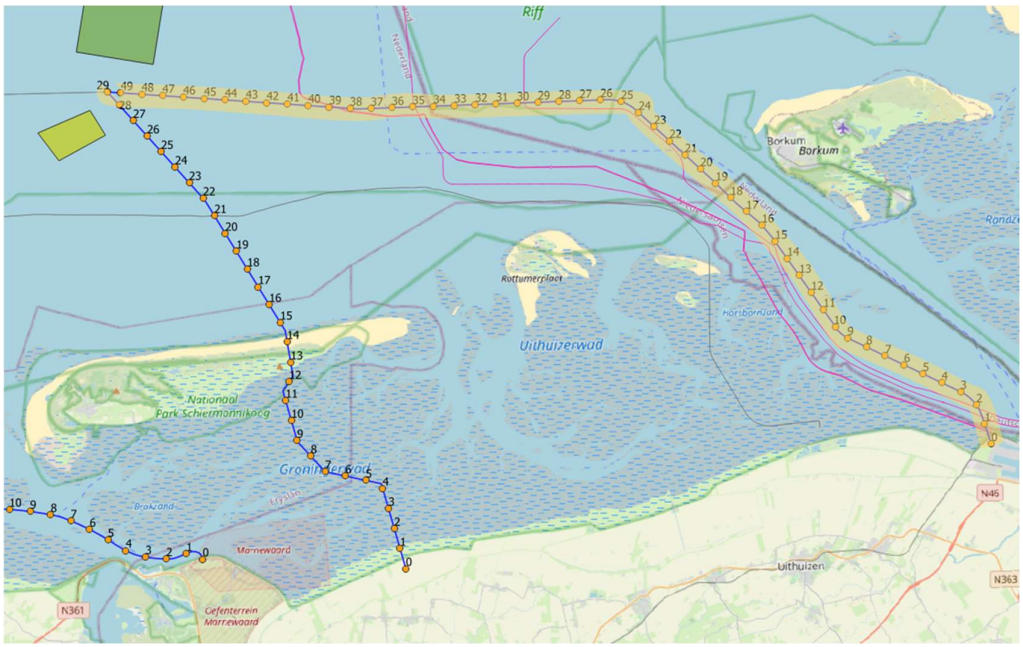
De route loopt door een morfologisch dynamisch gebied. Om permanente begraving, zoals noodzakelijk geacht voor waterstofleidingen offshore, te garanderen zal hier rekening mee moeten worden gehouden. De route zoekt specifiek de ondiepe delen op, en vermijdt de geulen in verband met interactie met scheepvaart.

Als in verband met morfologische dynamiek een grote begraafdiepte is gewenst, zal een aanzienlijke hoeveelheid baggerwerk nodig zijn bij de keuze voor een route via de ondiepe delen. Met name indien toegang voor een legschip gecreëerd moet worden. Installatie met een vaar/voertuig in zeer ondiep water en vervolgens trenchen tot grote diepte zoals mogelijk is met kabels is niet toepasbaar voor pijpleidingen.

Gedurende de verschillende stappen in het routeontwikkelingsproces is een aangepaste en geoptimaliseerde Route II gedefinieerd (Route II Gasunie) die een offshore route direct naar Eemshaven oplevert en geschikt is voor de installatie van een pijpleiding (waterdiepte en bochtstralen). Deze volgt dus juist de diepe delen om toegang voor schepen mogelijk te maken en om met beperkt baggerwerk en binnen de mogelijkheden van post-installatie trenching-materieel de gewenste begraafdiepte te bereiken.

De route zoekt de kortste afstand van land naar dieper water (> 7 m waterdiepte) en volgt hiervoor de geulen in plaats van de ondiepe delen. Langs de route is de waterdiepte overal voldoende voor installatie met een legschip. De aanlanding behoeft nog optimalisatie om de installatie van een pijpleiding mogelijk te maken vanwege de aanwezige kabels die rondom Eemshaven aan land komen.

Met name tijdens installatie zal de ruimte in de geulen dus moeten worden gedeeld met scheepvaart, de route zal dichter langs/ door het grensgebied met Duitsland gaan, maar blijft verder van speciale aangewezen natuurgebieden dan de andere routes naar Eemshaven.



Figuur 3-1 Overzicht route 2 Oude Westereems

Voor deze route worden de volgende secties onderscheiden:

- KP 0.0 – KP 6.5, hier wordt een HDD/legschip of (micro)tunnel overwogen
- KP 6.5 – KP 20.0, hier is installatie met een legschip en post trenching mogelijk als de route kan worden aangepast aan het bestaande zeebed op het moment van installatie (diepe geulen volgen zoals aanwezig op moment van aanleggen)
- KP 20.0 – 49.0, hier is installatie met een geankerd (en laatste 6 km eventueel met dynamisch gepositioneerd legschip) en post trenching mogelijk (min of meer stabiel zeebed)

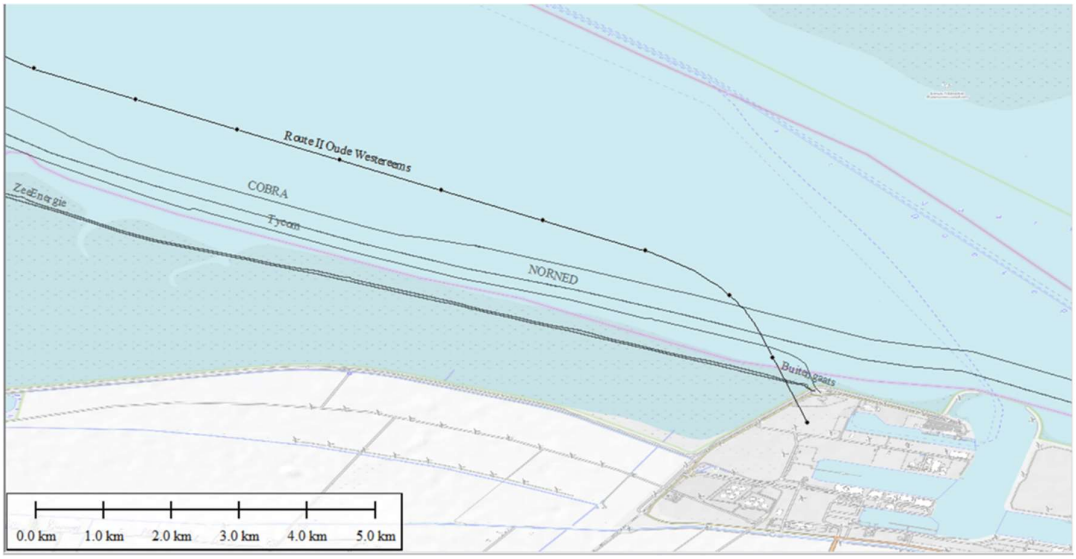
3.1 KP 0.0 - KP 6.5: Kruising primaire zeekering, kwelder en bestaande kabels

Voor de alternative/ geoptimaliseerde route II blijft de aanlanding een deel van de route dat verder geoptimaliseerd moet worden op basis van gedetaileerde informatie van de bestaande infrastructuur zowel op land (met namen startlocatie) als op zee.

Er worden twee opties beschouwd waarvan de (on-)mogelijkheden hieronder worden beschreven: HDD en (micro)tunnel.

3.1.1 HDD

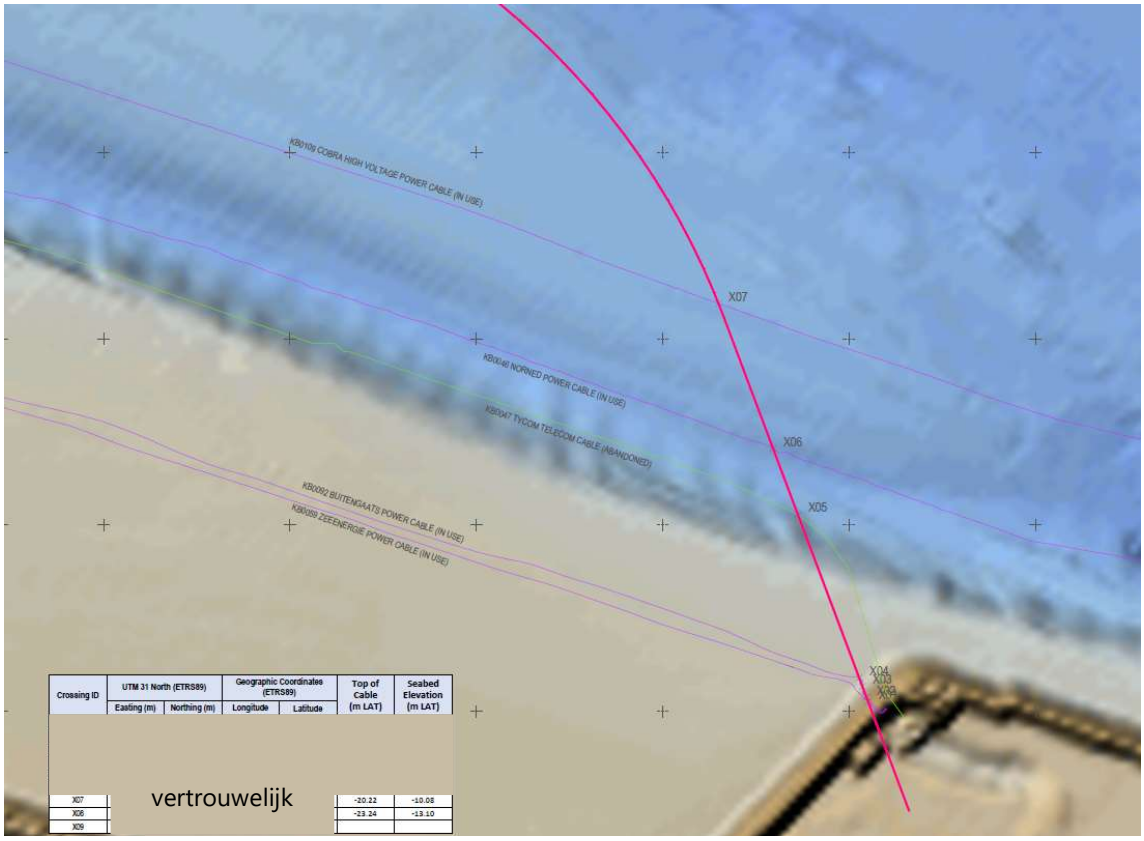
In Figuur 3-2 is de oorspronkelijk gesuggereerde aanlanding weergegeven. Deze aanlanding, in de aangegeven configuratie is niet geschikt voor een HDD-aanlanding (de gebruikelijke installatiemethode voor pijpleidingen bij de kruising van een zeewering). Dit is het gevolg van de technische beperkingen van de methode (maximale lengte voor gegeven diameter) en de aanwezigheid van een aantal bestaande kabels die op vrijwel dezelfde locatie aanlanden of dicht voor de kust langs kruisen.



Figuur 3-2 Overzicht route 2 aanlanding bij Eemshaven

De lengte van een HDD voor een grote diameter pijpleiding is op dit moment beperkt tot 1500 a 1800 m. Er kan vanuit worden gegaan dat in de komende jaren tot de installatie de maximale lengte zal toenemen tot ongeveer 2000 m. Hiermee kan, alleen in horizontaal vlak kijkend net een punt aan de offshore zijde van de verst gelegen kabel: Cobra, bereikt worden.

Wanneer ook in verticaal vlak gegeken wordt is het van belang te weten hoe diep de Cobra kabel begraven ligt ter plaatse van de kruising (KP 1.8 Route II, KP 6.5 Cobra). Gegevens die gekregen zijn van de Cobra beheerder zijn weergegeven in Figuur 3-3. De Cobra kabel wordt aangegeven op ongeveer 10 m onder het zeebedviveau ter plaatse van de kruising (en op dezelfde diepte op ruime afstand naar beide zijden langs de Cobra kabel). Dit laat dus zien dat net voor het punt van de maximaal te bereiken horizontale afstand, waar de Route II pijpleiding dus weer aan het zeebed zou moeten zijn, de Cobra kabel op grote diepte ligt. De pijpleidng kan daar dus niet onderdoor kruisen en tegelijkertijd voor het bereiken van de maximale boorafstand weer op het zeebedniveau zijn.



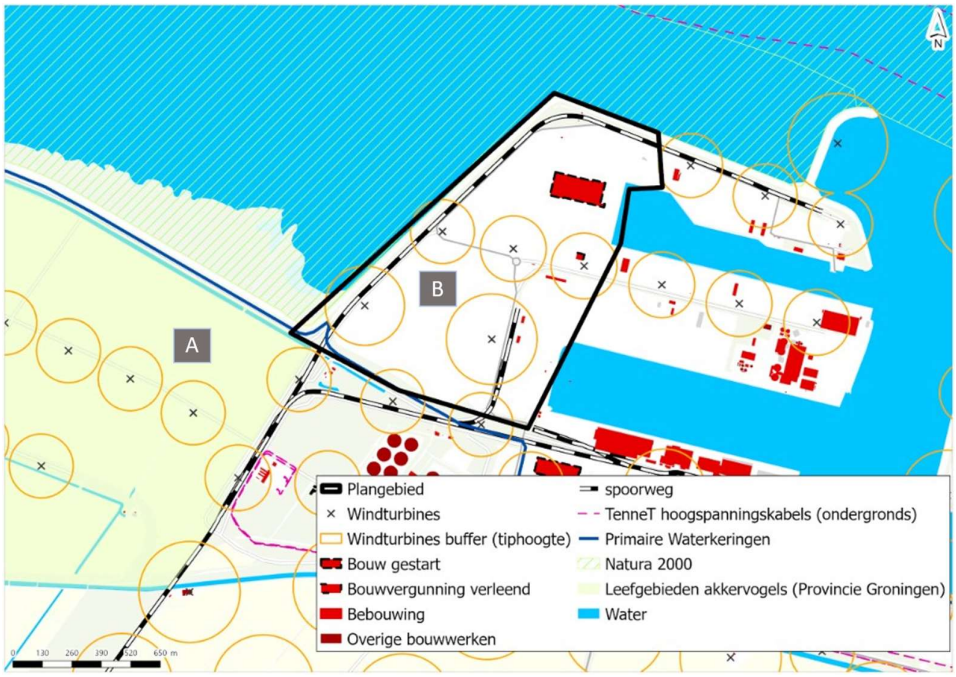
Figuur 3-3 Overzicht route 2 diepte kruising met Cobra

De afstand tussen Cobra (meest noordelijk, verst van kust) en Norned (kabel zuidelijker, dichter bij de kust en parallel aan Cobra) is minder dan 400 m en uit de beschikbare gegevens van de Norned operator blijkt dat de Norned kabel bij de kruising in begraafdiepte varieerd van ongeveer 2 tot ongeveer 3 m. Daarmee wordt aan de oppervlakte komen tussen Cobra en Norned en vervolgens over Cobra heen kruisen een risicovolle operatie. Dit alles kan betekenen dat een HDD op deze locatie niet veilig (voor de bedrijfszekerheid van de bestaande leidigen) kan worden uitgevoerd en een alternatief, die in horizontaal vlak verder kan komen dan een HDD, noodzakelijk wordt.

3.1.2 Tunnel

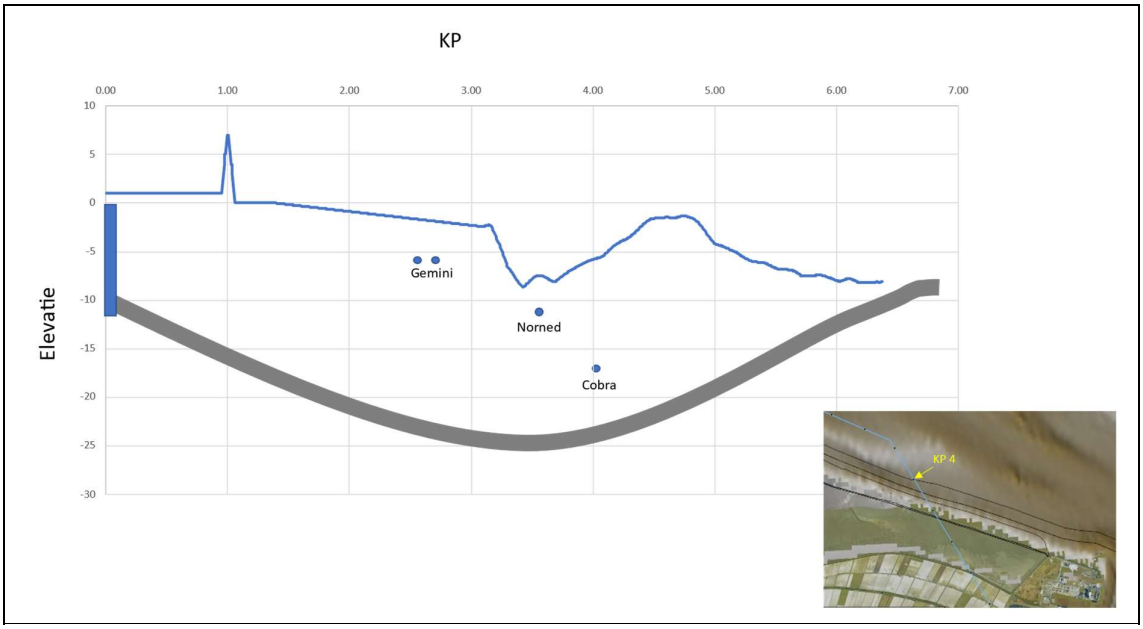
Een tunnel geeft de mogelijkheid om verder offshore uit te komen op het bestaande zeebed, op voldoende afstand van de bestaande kabels (verticaal bij kruisen en horizontaal). De benodigde ruimte op land tijdens constructie en constructieduur is echter aanzienlijk groter.

Op dit moment is nog veel onzeker over een mogelijke locatie voor het intredepunt van de tunnel (of andere kruising methode). Zoekgebieden zijn in het Eemshaven havengebied (zonder dat precies is aangegeven waar) of westelijk van dit havengebied. Hierdoor is niet vast te stellen wat de mogelijke uitvoeringsmogelijkheden zijn van een tunnel (wel of geen schacht/ wel of niet intrekken danwel duwen vanaf land). Zie indicatieve intrede opties in Figuur 3-4.



Figuur 3-4 Indicatieve opties voor tunnel Intrede punt

Zoals in Figuur 3-5 te zien is, zijn er ook voor een tunnel grote uitdagingen met betrekking tot het route profiel in relatie tot de aanwezige kabels. De verwachting op basis van dit profiel is dat een lengte van 6-7 kilometer noodzakelijk is, uitgaande van startlocatie "A" als weergegeven in Figuur 3-5.



Figuur 3-5 Indicatief tunnelprofiel

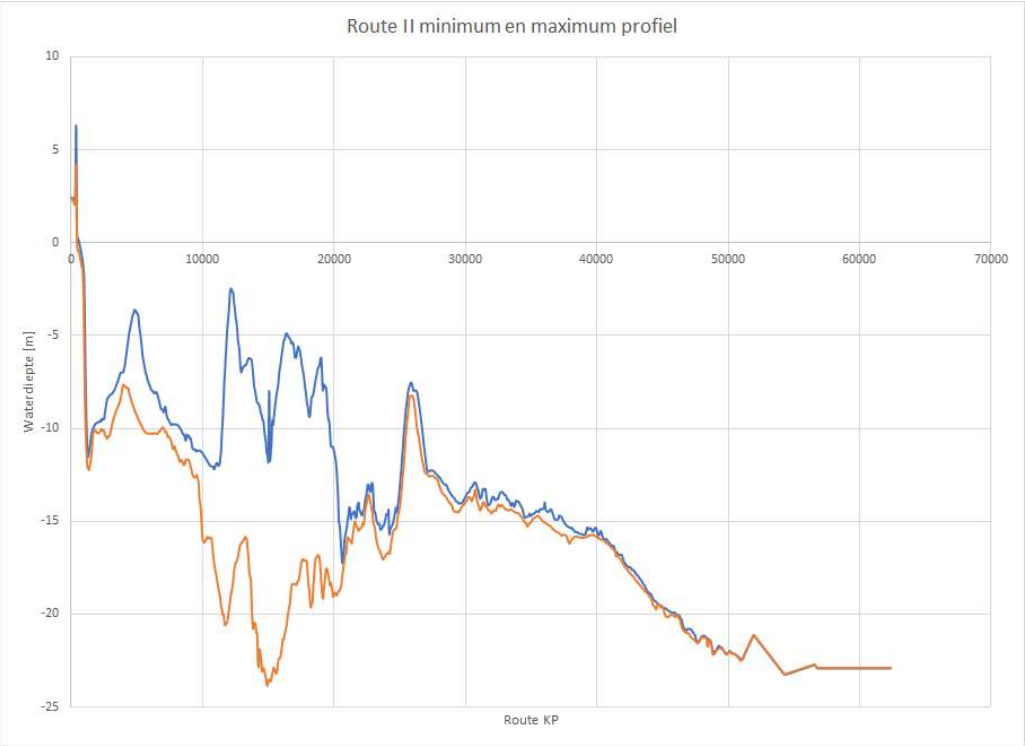
Het profiel (diepte en lengte) zal afhankelijk zijn van de gekozen intrede lokatie, grondsamenstelling, survey data etc. en moet hier dus nog als zeer voorlopig beschouwd worden. Bij een start vanaf lokatie "B" zal een vergelijkbare configuratie met de bestaande kabels te verwachten zijn. Meer gedetailleerde studies zijn noodzakelijk om tot de meest geschikte tunnel configuratie te komen. Voor een algemene beschrijving van de tunnel optie wordt verwezen naar hoofdstuk 2.4, en de uitwerkingen voor de andere routes (VII, VIII en IX).

3.2 KP 6.5 - KP 20.0: Diep genoeg voor geankerd legschip

De leiding kan vanaf de kruising van de zeewering met een legschip verder richting offshore gelegd worden. Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is geen, tot een beperkte hoeveelheid baggerwerk noodzakelijk. Hierbij moet worden opgemerkt dat dit is op basis van de huidige waterdiepte langs de route.

Als naar historische data wordt gekeken is de geselecteerde route te ondiep op ten minste 4 secties in de eerste 20 km (KP 20 is noord van Rottumeroog) op basis van het hoogste zeebedniveau gemeten sinds 1989. Op basis van het laagste zeebedniveau is de minimale waterdiepte langs de route 7.7 m, zie Figuur 3-6.

Deze figuur laat zien dat het zeebed hier zeer dynamisch is en installatie onder het op lange termijn te verwachten zeebedniveau is essentieel voor een waterstofpijpleiding. Om baggerwerkzaamheden te voorkomen zal de route op het moment van instaleren dus aangepast moeten worden aan de locatie van de geulen op dat moment. Waar andere gebruikers van de zee zich ook aanpassen aan de verplaatsende geulen zal de interactie met deze gebruikers dus hetzelfde blijven. Afhankelijk van het dan bestaande geulenpatroon moet de route worden aangepast en kan worden bepaald of langs de gehele route de pijpleiding zonder baggerwerk kan worden geinstalleerd. Baggerwerk is ofwel noodzakeijk voor toegang legschip als er ondieptes bestaan op de route, of daar waar de pijpleiding met post-trenching niet op de gewenste diepte kan worden gebracht om permanente begraving gedurende de levensduur te garanderen. Ook is het mogelijk dat uit een kwantitatieve risicoanalyse blijkt dat de pijpleiding om bijvoorbeeld veiligheidsredenen dieper geïnstalleerd moet worden, bijvoorbeeld nabij de scheepvaartroute, dan met post-installatie trenchers kan worden gerealiseerd (ongeveer 0.8 tot maximaal 1.0 m dekking), dan is om deze reden enig baggerwerk mogelijk noodzakelijk. Het gaat dan om een smalle geul die aanzienlijk minder baggervolume heeft dan een toegangseul voor een legschip.



Figuur 3-6 Route II minimum en maximum diepteprofiel

3.3 KP 20.0 – KP 49.0: Diep genoeg voor geankerd / dynamisch gepositioneerd legschip

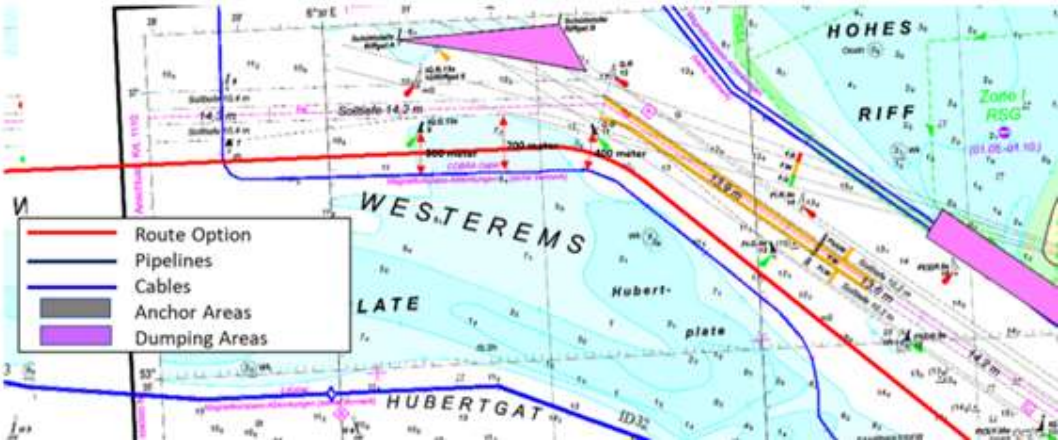
Uit Figuur 3-6 blijkt dat vanaf KP 20.0 het zeebed veel stabieler is met nauwelijks verschillen in diepteprofiel in de periode 1989-2016.

De pijpleiding kruist de ondiepte tussen KP 25 en KP 28 aan de noordzijde van Huibertplaat, direct grenzend aan de vaargeul. Het zeebed is hier relatief stabiel (variatie van orde 1 m sinds 2002), maar het is niet onwaarschijnlijk dat deze ondiepte verdwijnt.

Voor deze studie is uitgegaan dat 1 meter dekking met post trenching (2 passes) gehaald kan worden hetgeen mogelijk op de limiet is afhankelijk van de pijpleiding diameter. Deze begraafdiepte is daarom ook aangehouden voor de sectie van KP 25 tot KP 28. Deze aanname bespaart baggerwerk over een grote route lengte in gevoelig gebied.

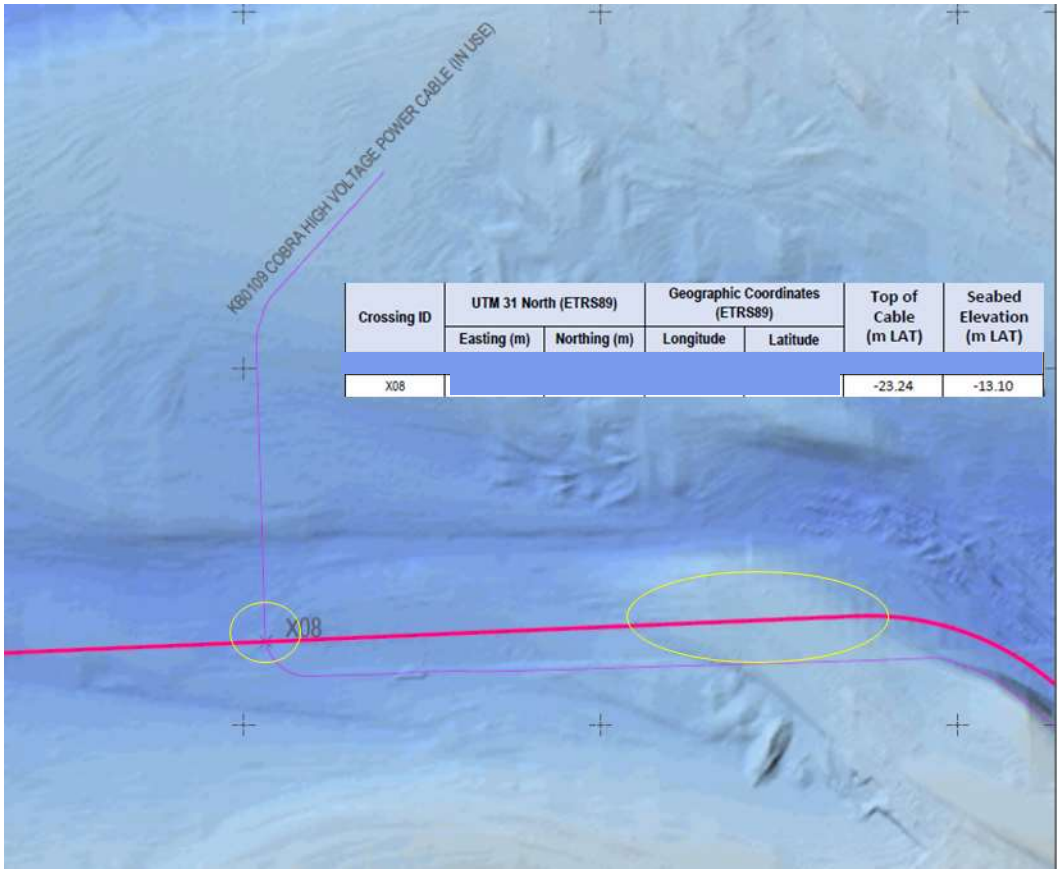
Tussen KP 28 en KP 40 (gebied tussen de Ballonplaat en de vaargeul) is vanuit morphologisch oogpunt een begraafdiepte van 2 meter aangehouden. (3 meter trench diepte). Hier zal daarom wel een geul voorafgaand leidingaanleg gebaggerd dienen te worden.

Deze sectie heeft echter ook andere uitdagingen zoals het deel ten noorden van Huibertplaat. De aanwezigheid van de Cobra kabel en nabijheid van de scheepvaartroute dienen zorgvuldig beschouwd te worden. De "vrije" coridor is op sommige locaties rond de 400 meter, zie Figuur 3-7, wat voldoende kan zijn met eventueel aanvullende beperkende veiligheidsmaatregelen tijdens de uitvoering.



Figuur 3-7 Route sectie ten noorden van Huibertplaat

Dezelfde routesectie is weergegeven in Figuur 3-8 met dieptedata. In de rechter gele cirkel is te zien dat de route door de ondiepe uitloper van de Huibertplaat gaat. (KP 25 – KP 28 zoals hierboven besproken).



Crossing ID	UTM 31 North (ETRS89)		Geographic Coordinates (ETRS89)		Top of Cable (m LAT)	Seabed Elevation (m LAT)
	Easting (m)	Northing (m)	Longitude	Latitude		
X08					-23.24	-13.10

Figuur 3-8 Route II Ondiepte Huibertplaat en Cobra kruising

De tweede gele cirkel, links in Figuur 3-8 geeft de kruising met de Cobra kabel weer. Uit informatie van de Cobra kabel kan worden vastgesteld wat de begraafdiepte is van de Cobra kabel op de kruisinglocatie (ongeveer KP 29.4 van Route II Gasunie, en KP 34.5-35.0 Cobra kabel). De begraafdiepte in 2022 op de kruisinglocatie is ongeveer 10 m onder het dan bestaande zeebed. De waterdiepte op de kruisinglocatie is ongeveer 13 m rel to LAT en zowel volgens Cobra data (2020-2022) als de historische data (1989-2016) stabiel. In de MER-toelichting van de Cobra kabel wordt aangegeven dat 3 m dekking voldoende is om aan de eisen gesteld aan de kabel te voldoen en dat bij 6 m dekking de kans op de noodzaak tot toekomstig onderhoud minimaal is.

Op basis van deze gegevens wordt ervan uitgegaan dat de waterstofpijpleiding kan worden aangelegd met een kruising boven de Cobra kabel langs. Het is wel noodzakelijk om hier met de eigenaar van de kabel overeenstemming over te bereiken. Onderdoor kruisen is bij deze begraafdiepte echter zeer complex en uitdagend (mogelijk is doorknippen kabel en herinstallatie na installatie van de pijpleiding de enige praktisch haalbare alternatieve oplossing voor bovenlangs kruisen).

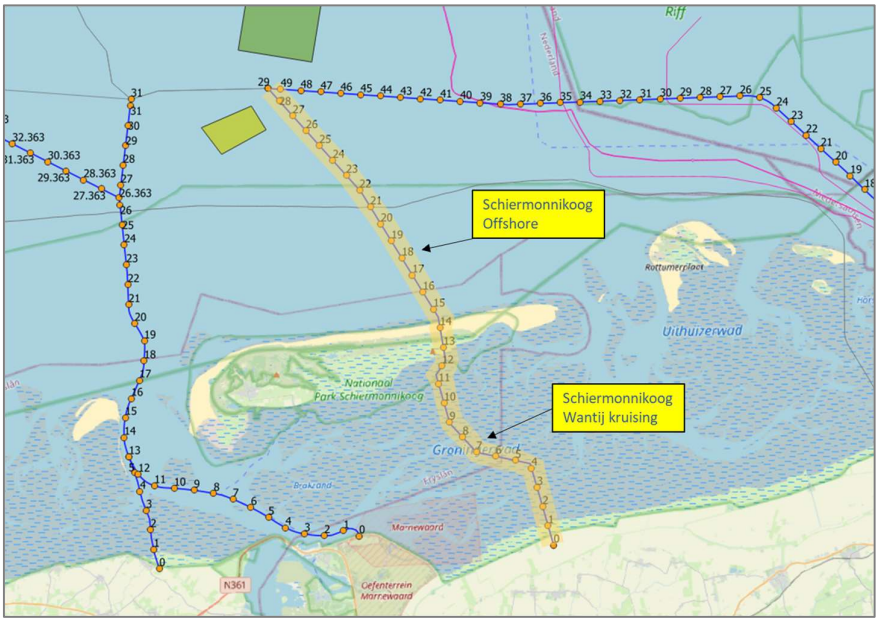
Vanaf ongeveer KP 43 is de waterdiepte voldoende om gebruik te maken van een meer efficient legschip met dynamische positionering in plaats van ankers.

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden om de pijpleiding op de gewenste diepte te brengen. Als de pijpleiding om bijvoorbeeld veiligheidsredenen dieper geïnstalleerd moet worden, bijvoorbeeld nabij de scheepvaartroute, dan met post-installatie trenchers kan worden gerealiseerd (ongeveer 0.8 tot 1.0 m dekking) is enig baggerwerk mogelijk noodzakelijk.

4 Route - VII Schiermonnikoog wantij route

De Schiermonnikoog wantij route is in meerdere opzichten geschikt voor de installatie van een pijpleiding. De route zoekt de kortste afstand van land naar dieper water (> 7 m water diepte) ten noorden van de Waddeneilanden. Na de kruising van de zeewering is er een voldoende recht stuk zonder haakse bochten.

Het deel door ondiep water over het Wantij is dusdanig ondiep (valt mogelijk deel van de tijd droog) dat het gebruik van alternatieve installatiemethodes (alternatief voor reguliere aanleg met legschip) hier noodzakelijk is in verband met de resulterende grote baggervoumes en ook meer praktisch uitvoerbaar is. Beschouwde innovatieve methodes zijn een serie HDD's, een segmenttunnel en het gebruik van trenchboxen om een vorm van open ontgaving mogelijk te maken zonder grote baggervolumes voor de toegang van een legschip.



Figuur 4-1 Overzicht Route VII Schiermonnikoog

Voor deze route worden de volgende secties onderscheiden:

- KP 0.0 – KP 2.0, de zeewering wordt waarschijnlijk met een HDD gekruist, of met de eerste sectie van een lange segmenttunnel naar/ voorbij het eiland
- KP 2.0 – KP 13.0, op de wadplaten is installatie met een serie HDD's of segmenttunnel (beide als continuatie van zeewering kruising) of trenchboxen aansluitend op een HDD om de zeewering te kruisen mogelijk
- KP 13.0 – KP 16.5, de kruising van het eiland kan worden uitgevoerd met een HDD in zuidelijke en één in noordelijke richting. Om de pijpleiding op de benodige diepte te krijgen zal op het

noordelijke strand een geul richting zee gegraven moeten worden (volume beperken met damwanden). Een geankerd legschip kan op ongeveer KP 16.5 geplaatst worden waar vandaan een pijpleiding naar de kust getrokken kan worden

- KP 16.5 – KP 39.0, hier is installatie eerst met een geankerd en verder offshore dynamisch gepositioneerd legschip, en post trenching mogelijk

In het geval er gebruik wordt gemaakt van een tunnel tot op Schiermonnikoog, danwel tot een locatie ten noorden van Schiermonnikoog, van waar een legschip de pijpleiding verder kan installeren wordt de indeling tot KP 16.5 als volgt:

- KP 0.0 – KP 12.0, de zeewering en wadplaten worden gekruist door de aanleg van een segmenttunnel waar de pijpleiding in wordt geinstalleerd
- KP 12.0 – KP 16.5, de kruising van het eiland kan worden uitgevoerd door een continuering van de tunnel tot KP 16.5 waar een legschip het uiteinde van de geinstalleerde pijpleiding kan oppakken en verder richting offshore leggen. De andere optie is dat de tunnel eindigd bij een schacht op het eiland (rond KP 13.5 op originele route) en dat de aanlanding aan de noordzijde op traditionele wijze wordt uitgevoerd zoals beschreven voor de serie HDD/ trenchbox optie, zie ook hoofdstuk 4.3 (HDD, intrekken in open ontgraving met damwanden aan noordelijk strand)

Deze optie wordt separaat besproken in hoofdstuk 4.4 waarbij wordt opgemerkt dat de tunnel een directe en waar mogelijk een rechte route zal volgen en de lengte van de tunnel dus minder dan 13.5 of 16.5 km zal zijn.

4.1 KP 0.0 – KP 2.0 Kruising primaire zeewering en kwelder

De kruising van de zeewering zal in principe worden uitgevoerd met een HDD. Daarna kan de route verder worden aangelegd met vervolg HDD's danwel open ontgraving met trenchboxen. Alleen als de route naar of tot voorbij Schiermonnikoog met een segmenttunnel wordt uitgevoerd kan de HDD voor de kruising van de zeewering vervallen.

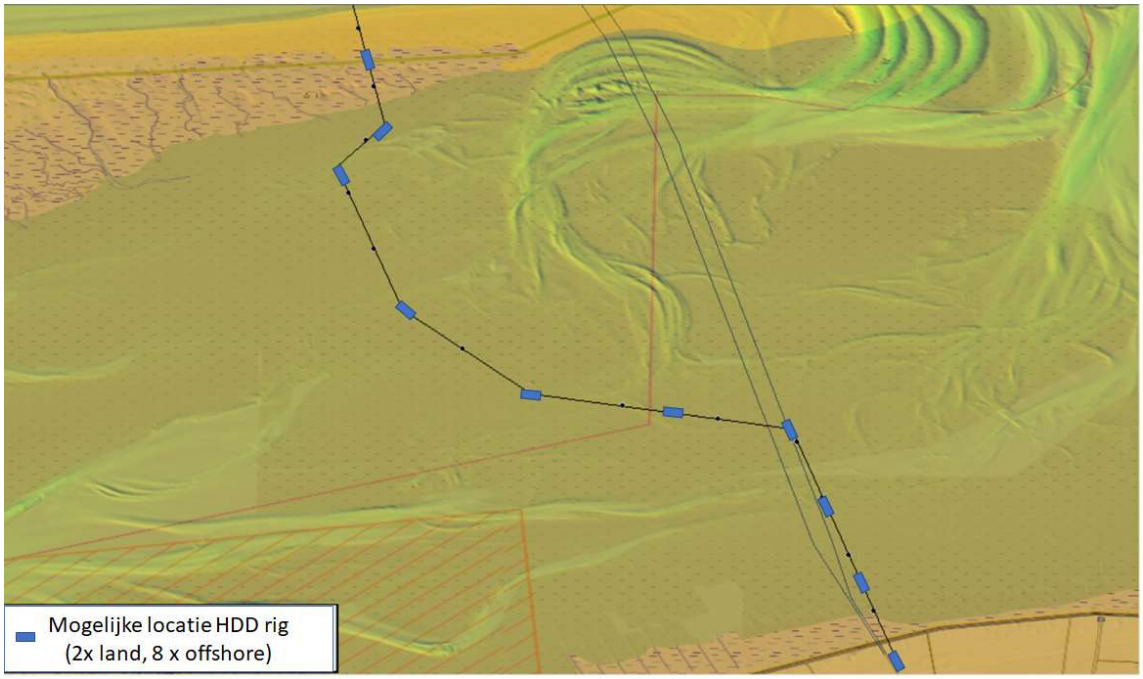
Het offshore einde van de HDD zal uitkomen bij een locatie die afhankelijk van getijde, golven en wind (vrijwel) droog kan vallen en waar af en toe 1 tot 2 m water zal staan. Dit is een compliceerende factor waar rekening mee moet worden gehouden.

4.2 KP 2.0 – 13.0 Kruising wadplaten

4.2.1 Werkzaamheden serie HDD's

Voor de optie om de wadplaten over te steken met HDD's is in Figuur 4-2 aangegeven waar de damwandkuipen / HDD boorlocaties potentieel zouden kunnen worden geplaatst. Dit is alleen op basis van technisch maximale lengte en niet op basis van locale karakteristieken van grond, waterdiepte, getijde, aanvoerroutes, enz. Het is ook op basis van de "gegeven" route en niet op basis

van een voor deze methode geoptimaliseerde route waar wel alle omgevingsomstandigheden zijn meegenomen.

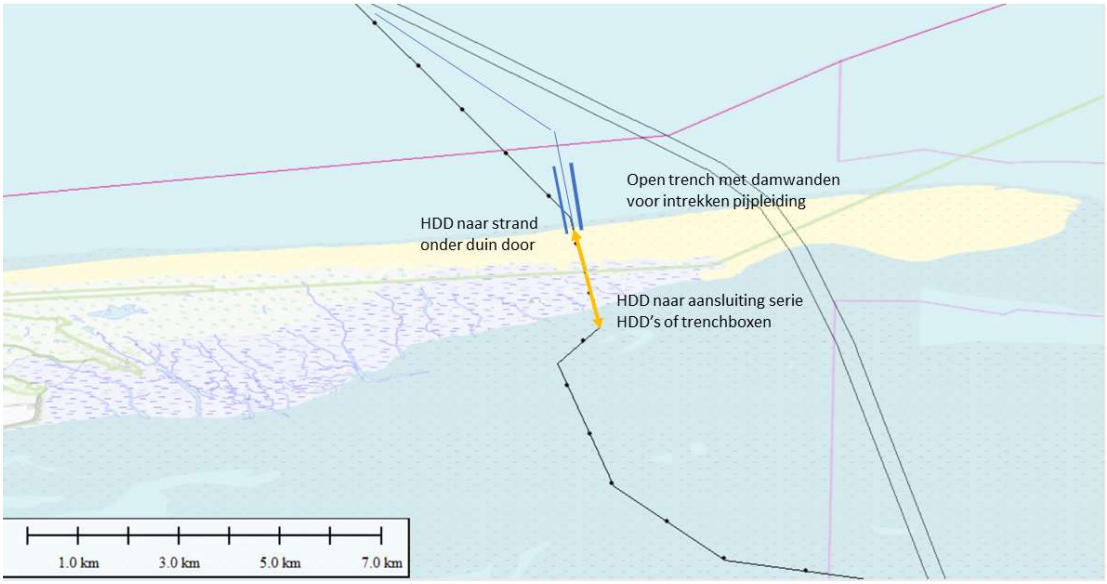


Figuur 4-2 Overzicht potentiële HDD-locaties Schiermonnikoog route

Met een totaal van 9 of 10 HDD locaties, waarvan 1 op het vaste land en 1 op het eiland zou de oversteek gemaakt moeten kunnen worden.

4.3 KP 13.0 – 16.5 Aanlanding Schiermonnikoog zuidzijde, kruisen eiland en aanlanding noordzijde

Vanaf een locatie op Schiermonnikoog kan een HDD geboord worden naar het zuiden om daar offshore aan te sluiten op de reeks HDD's op het wad of de trenchboxen. Er kan naar het noorden geboord worden van dezelfde locatie onder de duinen door naar het strand, zie Figuur 4-3.



Figuur 4-3 Route VII kruising Schiermonnikoog

Vanaf het noordelijke strand wordt met land- en ondiepwater-materieel een sleuf gebaggerd die zo smal mogelijk wordt gehouden met behulp van damwanden aan weerszijde. De pijpleiding kan van een legschip dat aan het einde van de geul is gepositioneerd naar land getrokken en aangesloten op de HDD die onder de duinen naar het strand is aangelegd. Na intrekken van de pijpleidng kan het schip (op ankers) verder leggen naar zee.

De route zoals gegeven buigt net ten noorden van Schiermonnikoog, op 200 m van de waterlijn, af van NNW naar NW in een water diepte van ongeveer 1.0 m. Dit is een locatie/ waterdiepte waar praktisch geen richtingwijziging kan worden doorgevoerd. De richtingwijziging zal dus pas verder naar het noorden, in dieper water waar de installatie van "intrekken" overgegaan is naar installatie met legschip kunnen plaatsvinden zoals aangegeven in bovenstaande figuur.

4.4 KP 0.0 – 16.5 Segment tunnel kruising zeewering, wadplaten en Schiermonnikoog

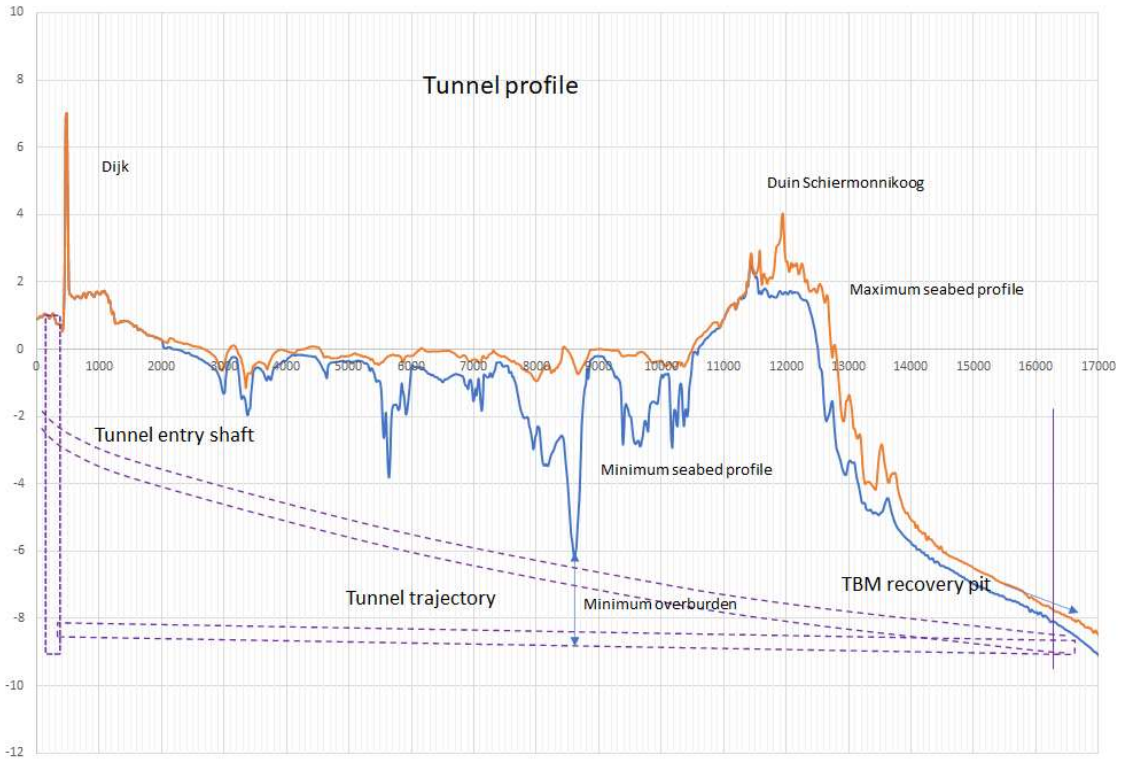
4.4.1 Werkzaamheden tunnelaanleg

Voor het tunnel-alternatief zal een tunnel worden aangelegd, zoals beschreven in Sectie 2.4.1. Wanneer meerdere waterstofleidingen voorzien zijn op deze locatie, moet afhankelijk van de diameter van de pijpleidingen de tunnel groter uitgevoerd worden. Het tunnelprofiel voor deze specifieke locatie is als volgt samengesteld (zonder locatie specifieke grondinformatie):

- De dijk veiligheidszone wordt geschat op 50 m (op basis van 4*hoogte+extra), tunnel start locatie buiten deze uitsluitingszone.

- Startlocatie op minstens 100 m afstand van de dijkteen, gezien de aanwezigheid van een weg en dergelijke komt schacht en werkterrein daarmee op ongeveer 200 m voor het startpunt van de route (KP -0.2).
- De waterdiepte bij de uitgang moet ten minste 10 m zijn als de tunnel doorloopt tot voorbij Ameland, of in een schacht op Ameland.
- Minimale grondbelasting boven TBM = 2 tot 2,5 x OD = 8 tot 10 m, als niet voldaan kan worden aan deze eis, zijn mitigerende maatregelen vereist (opvulling of langzame voortgang).
- De diepte van de tunnel wordt gekozen op basis van de maximale offshore geuldiepte (10 m onder de dijk voor minimale impact / zetting (dijk wordt als niet zeer gevoelig beschouwd en eventuele zetting kan later worden verholpen)

Een doorsnede van een mogelijk tunnelprofiel is weergegeven in Figuur 4-4.



Figuur 4-4 Tunnelprofiel Schiermonnikoog

De rechte lijn routelengte naar een locatie op Schiermonnikoog is ongeveer 12 km in plaats van de 13 a 14 km lange route als gedefinieerd voor deze studie. De route moet mogelijk aangepast op details om diepere geulen, die voor onvoldoende bovenbelasting op de TBM / tunnel zorgen te vermijden en kan daarmee iets langer worden. Het alternatief om de tunnel door te trekken tot voorbij

Schiermonnikoog geeft een tunnellengte van ongeveer 15 km, dit is op ongeveer KP 16.5 van de route gedefinieerd voor deze studie.

4.4.2 Werkzaamheden pijpleiding installatie in tunnel

Voor een algemene beschrijving wordt verwezen naar hoofdstuk 6.2.1. Een belangrijk aspect van de tunnel voor Schiermonnikoog is dat de lengte 12 tot 15 km is. Dit is aanzienlijk langer dan bestaande tunnels met ingetrokken leiding. Er is gedocumenteerde ervaring met lengtes van 5 km (zoals de Humber kruising). Het is onzeker of grotere lengtes nog op dezelfde wijze haalbaar zijn. Hierbij moet worden opgemerkt dat de ervaring zoals de Humber kruising is met een inbrengmethode die een groot tijdelijk terrein op land gebruikt.

4.4.3 Ruimtebeslag en aanvoer materieel

Voor tunnelaanleg zal al het materieel en materiaal van de landzijde via de openbare weg aangevoerd worden. Het ruimtebeslag aan de land- en zee-zijde zijn als aangegeven in Sectie 2.4.2 en 2.4.3. De tunnelsegmenten kunnen op grotere afstand opgeslagen worden waarbij de ruimte nabij de tunnelschacht in grootte beperkt kan blijven.

4.4.4 Baggeren en vergraven

Bij de tunneluitgang aan het offshore eind zal na de tunnelaanleg de TBM van het zeebed moeten worden gehaald. Hiervoor moet een ontvangstlocatie op diepte gebaggerd worden zoals aangegeven in Sectie 2.4.3.

4.4.5 Licht en geluid

De installatie van de pijpleiding is in principe een 24-uurs operatie. Licht moet minimaal voldoende zijn voor veilig werken maar veel activiteiten vinden plaats in besloten ruimten.

4.5 KP 16.5 – KP 29.0 Diep genoeg voor geankerd/ dynamisch gepositioneerd legschip

Nadat de pijleiding is ingetrokken naar het strand / in de HDD of de tunnel, kan het legschip verder leggen richting zee. Gezien de waterdiepte ten noorden van Schiermonnikoog kan dit met behulp van een legschip op ankers (te ondiep voor dynamisch gepositioneerde schepen) tot ongeveer KP 25.0. Daarna is de waterdiepte voldoende voor de inzet van dynamisch gepositioneerde schepen die efficienter kunnen installeren en zonder gebruik van ankers. De pijpleiding wordt op de bodem geinstalleerd en met post-trenching materieel op diepte gebracht. Dit is op basis van het feit dat de zeebodem hier redelijk stabiel is het meest waarschijnlijke installatie scenario.

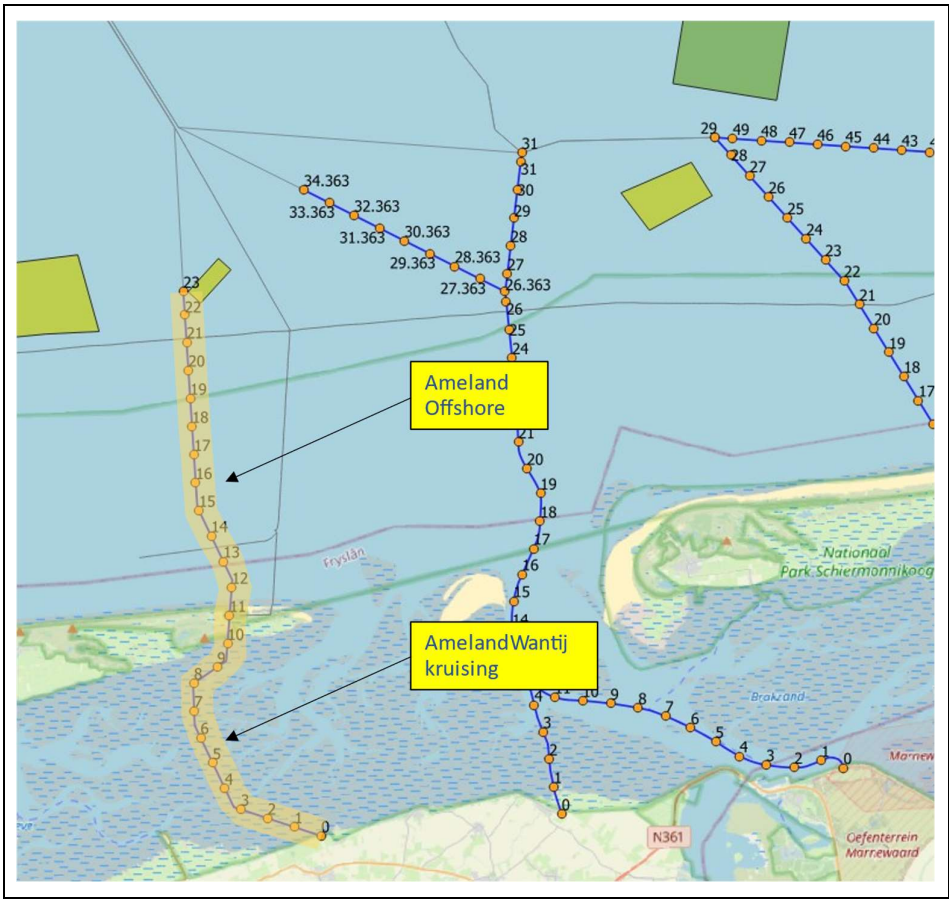
5 Route VIII - Ameland wantij route

De Ameland wantij route is vergelijkbaar met de Schiermonnikoog wantij route. De route zoekt de kortste afstand van land naar dieper water (> 7 m water diepte) ten noorden van de Waddeneilanden. De route is nog iets korter dan de Schiermonnikoog wantij route. Na de kruising van de waterkering is de eerste route sectie over het wantij.

Het deel door ondiep water is dusdanig ondiep (valt mogelijk deel van de tijd droog) dat het gebruik van alternatieve installatiemethodes (alternatief voor reguliere aanleg met legschip) hier noodzakelijk is. Een toegangsgeul voor een legschip zou resulteren in grote baggervolumes en is ook nauwelijks praktisch uitvoerbaar.

De in dit rapport besproken innovatieve methodes zijn een serie HDD's en een segmenttunnel. Het gebruik van open trench, met wel of niet gebruik van trenchboxen, is hier niet verder belicht. Deze methode kan een mogelijke installatie optie zijn, echter met grote volumes die ontgraven moeten worden.

De route is weergegeven in Figuur 5-1.



Figuur 5-1 Overzicht Route VIII

Voor deze route worden de volgende secties onderscheiden:

- KP 0.0 – KP 1.7, de zeewering wordt waarschijnlijk met een HDD gekruist, of met de eerste sectie van een lange segmenttunnel naar/ voorbij het eiland
- KP 1.7 – KP 10.0, op de wadplaten is installatie met een serie HDD's of segmenttunnel (beide als continuatie van zeewering kruising) mogelijk
- KP 10.0 – KP 13.0, de kruising van het eiland kan worden uitgevoerd met een HDD in zuidelijke en één in noordelijke richting. Om de pijpleiding op de benodige diepte te krijgen zal op het noordelijke strand een geul richting zee gegraven moeten worden (volume beperken met damwanden). Een geankerd legschip kan op ongeveer KP 13.0 geplaatst worden waar vandaan een pijpleiding naar de kust getrokken kan worden
- KP 13.0 – KP 23.0, hier is installatie eerst met een geankerd en verder offshore eventueel dynamisch gepositioneerd legschip, en post trenching mogelijk

In het geval er gebruik wordt gemaakt van een tunnel tot op Ameland, danwel tot een locatie ten noorden van Ameland, van waar een legschip de pijpleiding verder kan installeren wordt de indeling tot KP 13.0 als volgt:

- KP 0.0 – KP 11.0, de zeewering en wadplaten worden gekruist door de aanleg van een segmenttunnel waar de pijpleiding in wordt geinstalleerd
- KP 11.0 – KP 13.0, de kruising van het eiland kan worden uitgevoerd door een continuering van de tunnel tot KP 13.0 waar een legschip het uiteinde van de geinstalleerde pijpleiding kan oppakken en verder richting offshore leggen. De andere optie is dat de tunnel eindigd bij een schacht op het eiland (rond KP 11 op originele route) en dat de aanlanding aan de noordzijde op traditionele wijze wordt uitgevoerd zoals beschreven voor de serie HDD/ trenchbox optie, zie ook hoofdstuk 5.3 (HDD, intrekken in open ontgraving met damwanden aan noordelijk strand)

Deze optie wordt separaat besproken in hoofdstuk 5.4 waarbij wordt opgemerkt dat de tunnel een directe en waar mogelijk een rechte route zal volgen en de lengte van de tunnel dus minder dan 11 of 13 km zal zijn.

5.1 KP 0.0 – KP 1.7 Kruising primaire zeewering en kwelder

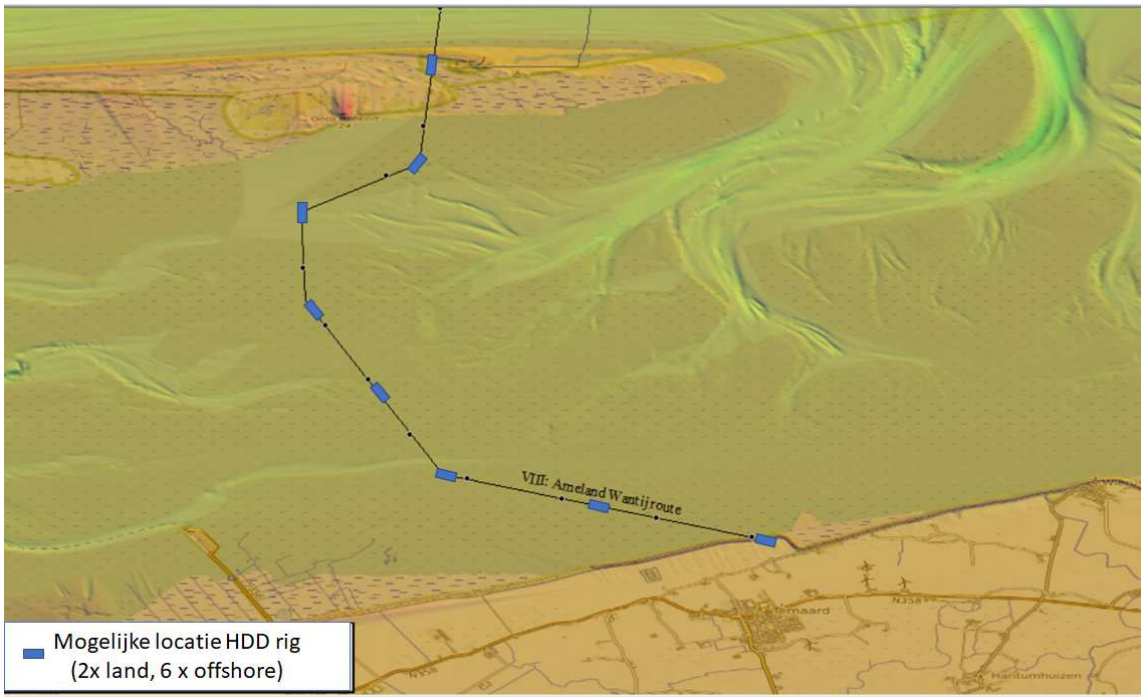
De kruising van de zeewering zal in principe worden uitgevoerd met een HDD. Daarna kan de route verder worden aangelegd met vervolg HDD's danwel open ontgraving met trenchboxen. Alleen als de route naar of tot voorbij Ameland met een segmenttunnel wordt uitgevoerd kan de HDD voor de kruising van de zeewering vervallen.

Het offshore einde van de HDD zal uitkomen bij een locatie die afhankelijk van getijde, golven en wind (vrijwel) droog kan vallen en waar af en toe 1 tot 2 m water zal staan. Dit is een compliceerende factor waar rekening mee moet worden gehouden.

5.2 KP 1.7 – 10.0 Kruising wadplaten

5.2.1 Werkzaamheden serie HDD's

Voor de optie om de wadplaten over te steken met HDD's is in Figuur 5-2 aangegeven waar de damwandkuipen / HDD boorlocaties potentieel zouden kunnen worden geplaatst. Dit is alleen op basis van technisch maximale lengte en niet op basis van locale karakteristieken van grond, waterdiepte, getijde, aanvoerroutes, enz. Het is ook op basis van de "gegeven" route en niet op basis van een voor deze methode geoptimaliseerde route waar wel alle omgevingsomstandigheden zijn meegenomen.

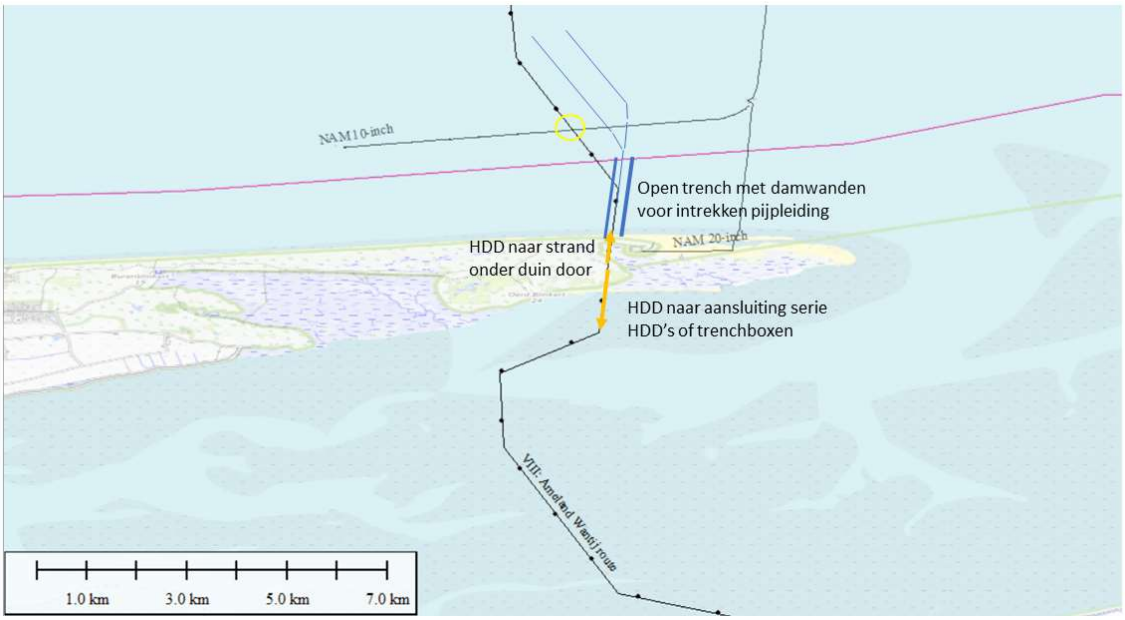


Figuur 5-2 Overzicht potentiële HDD-locaties Ameland route

Met een totaal van 8 HDD locaties, waarvan 1 op het vaste land en 1 op het eiland zou de oversteek gemaakt moeten kunnen worden.

5.3 KP 10.0 – 13.0 Aanlanding Ameland zuidzijde, kruisen eiland en aanlanding noordzijde

Vanaf een locatie op Ameland (bv NAM-locatie) kan een HDD geboord worden naar het zuiden om daar offshore aan te sluiten op de reeks HDD's op het wad of de trenchboxen. Er kan naar het noorden geboord worden van dezelfde locatie onder de duinen door naar het strand, zie Figuur 5-3.



Figuur 5-3 Route VIII kruising Ameland

Vanaf het noordelijke strand wordt met land- en ondiepwater-materieel een sleuf gebaggerd die zo smal mogelijk wordt gehouden met behulp van damwanden aan weerszijde. De pijpleiding kan van een legschip dat aan het einde van de geul is gepositioneerd naar land getrokken en aangesloten op de HDD die onder de duinen naar het strand is aangelegd. Na intrekken van de pijpleiding kan het schip (op ankers) verder leggen naar zee.

De route zoals gegeven buigt net ten noorden van Ameland af van NNO naar NW in een water diepte van ongeveer 4.5 m. Dit is een locatie/ waterdiepte waar praktisch geen richtingwijziging kan worden doorgevoerd. De richtingwijziging zal dus pas verder naar het noorden, in dieper water waar de installatie van "intrekken" overgegaan is naar installatie met legschip kunnen plaatsvinden.

Extra complicatie daarbij is de kruising met de 10-inch NAM-pijpleiding (tussen KP 13 en 14). Gezien de diameter zal deze ondiep begraven zijn. De mogeliljkheden om deze leiding te kruisen op deze locatie, in combinatie met de noodzaak om de waterstofleiding ook te begraven moet onderzocht worden in een uitgebreide routing- en ontwerp-studie. Het is waarschijnlijk dat deze flexibele leiding verwijderd moet worden t.p.v. de kruising of dat er een re-route moet plaatsvinden.

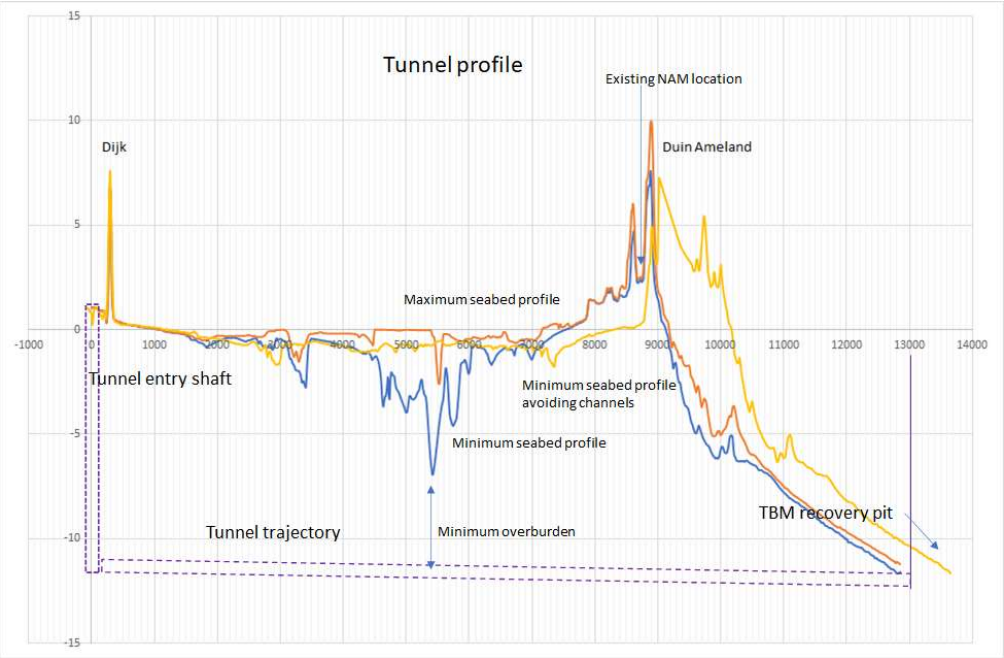
5.4 KP 0.0 – 13.0 Segment tunnel kruising zeewering, wadplaten en Ameland

5.4.1 Werkzaamheden tunnelaanleg

Voor het tunnel-alternatief zal een tunnel worden aangelegd, zoals beschreven in Sectie 2.4.1. Wanneer meerdere waterstofleidingen voorzien zijn op deze locatie, moet afhankelijk van de diameter van de pijpleidingen de tunnel groter uitgevoerd worden. Het tunnelprofiel voor deze specifieke locatie is als volgt samengesteld (zonder locatie specifieke grondinformatie):

- De dijk veiligheidszone wordt geschat op 50 m (op basis van 4*hoogte+extra), tunnel start locatie buiten deze uitsluitingszone.
- Startlocatie op minstens 100 m afstand van de dijkteen, gezien de aanwezigheid van een weg en dergelijke komt schacht en werkterrein daarmee op ongeveer 200 m voor het startpunt van de route (KP -0.2).
- De waterdiepte bij de uitgang moet ten minste 10 m zijn als de tunnel doorloopt tot voorbij Ameland, of in een schacht op Ameland.
- Minimale grondbelasting boven TBM = 2 tot 2,5 x OD = 8 tot 10 m, als niet voldaan kan worden aan deze eis, zijn mitigerende maatregelen vereist (opvulling of langzame voortgang).
- De diepte van de tunnel wordt gekozen op basis van de maximale offshore geuldiepte (10 m onder de dijk voor minimale impact / zetting (dijk wordt als niet zeer gevoelig beschouwd en zetting kan later worden verholpen)

Een doorsnede van een mogelijk tunnelprofiel is weergegeven in Figuur 5-4.



Figuur 5-4 Tunnelprofiel Ameland

De rechte lijn routelengte naar een locatie op Ameland is ongeveer 9 km in plaats van de 11 km lange route als gedefinieerd voor deze studie. De route moet mogelijk aangepast op details om diepere geulen, die voor onvoldoende bovenbelasting op de TBM / tunnel zorgen te vermijden en kan daarmee iets langer worden. Het alternatief om de tunnel door te trekken tot voorbij Ameland geeft een tunnellengte van ongeveer 13 km, dit is op ongeveer KP 15.3 van de route gedefinieerd voor deze studie.

5.4.2 Werkzaamheden pijpleiding installatie in tunnel

Voor een algemene beschrijving wordt verwezen naar hoofdstuk 6.2.1. Een belangrijk aspect van de tunnel voor Ameland is de lengte. Die is langer dan bestaande tunnels met ingetrokken leiding. Er is gedocumenteerde ervaring met lengtes van 5 km (zoals de Humber kruising). Het is onzeker of grotere lengtes nog op dezelfde wijze haalbaar zijn. Hierbij moet worden opgemerkt dat de ervaring zoals de Humber kruising is met een inbrengmethode die een groot tijdelijk terrein op land gebruikt.

5.4.3 Ruimtebeslag en aanvoer materieel

Voor tunnelaanleg zal al het materieel en materiaal van de landzijde via de openbare weg aangevoerd worden. Het ruimtebeslag aan de land- en zee-zijde zijn als aangegeven in Sectie 2.4.2 en 2.4.3. De tunnelsegmenten kunnen merendeels op grotere afstand opgeslagen worden waarbij de ruimte nabij de tunnelschacht in grootte beperkt kan blijven.

5.4.4 Baggeren en vergraven

Bij de tunneluitgang aan het offshore eind zal na de tunnelaanleg de TBM van het zeebed moeten worden gehaald. Hiervoor moet een ontvangstlocatie op diepte gebaggerd worden zoals aangegeven in hoofdstuk 2.4.3.

5.4.5 Licht en geluid

De installatie van de pijpleiding is in principe een 24-uurs operatie. Licht moet minimaal voldoende zijn voor veilig werken maar veel activiteiten vinden plaats in besloten ruimten.

5.5 KP 13.0 – KP 23.0 Diep genoeg voor geankerd/ dynamisch gepositioneerd legschip

Nadat de pijleiding is ingetrokken naar het strand / in de HDD of de tunnel, kan het legschip verder leggen richting zee. Gezien de waterdiepte ten noorden van Ameland kan dit met behulp van een legschip op ankers (te ondiep voor dynamisch gepositioneerde schepen) tot ongeveer KP 19.0. Daarna is de waterdiepte voldoende voor de inzet van dynamisch gepositioneerde schepen die efficienter kunnen installeren en zonder gebruik van ankers. De pijpleiding wordt op de bodem geinstalleerd en met post-trenching materieel op diepte gebracht. Dit is op basis van het feit dat de zeebodem hier redelijk stabiel is het meest waarschijnlijke installatie scenario. Noot: zie hoofdstuk 5.3 voor de kruising met de NAM-pijpleiding tussen KP 13 en 14.

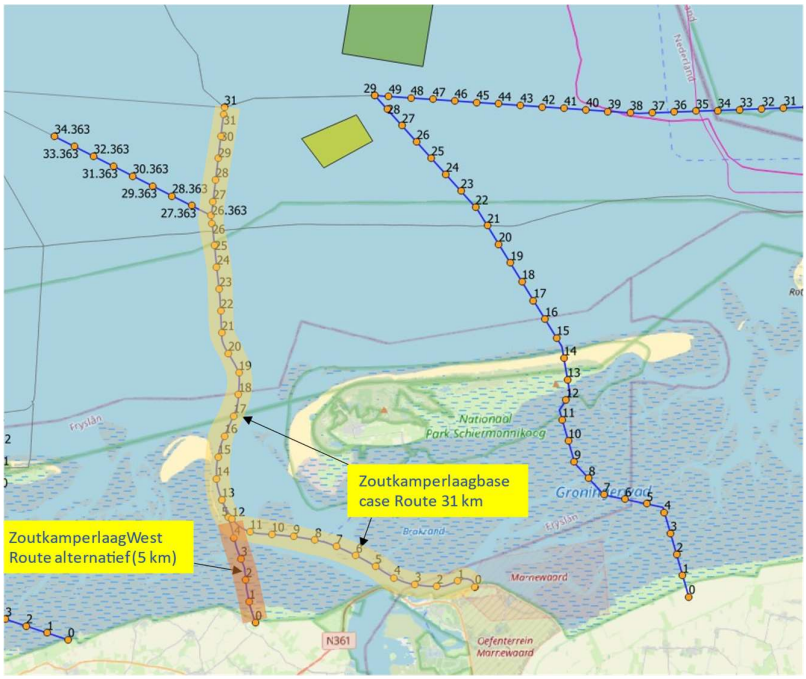
6 Route IX - Zoutkamperlaag route

De Zoutkamperlaag route, zie Figuur 6-1, is ontwikkeld voor pijpleidinginstallatie. De route zoekt de kortste afstand van land naar dieper water (> 7 m water diepte) ten noorden van de Waddeneilanden en is één van de kortste offshore routes. Er zijn twee sub-routes, de westelijke route komt van offshore en volgt de kortste route naar het vaste land en het einde ligt bij Moddergat, ten westen van het Lauwersmeer. De andere optie is om offshore eerst verder naar het oosten te gaan en te landen ten oosten van het Lauwersmeer, bij Lauwersoog

De westelijke/ Moddergat optie heeft tussen de kruising met de waterkering en verder offshore een voldoende recht stuk zonder haakse bochten. De oostelijke/ Lauwersoog optie is wat dit betreft gecompliceerder en daardoor is de aansluiting van de waterkering naar offshore een sectie die nog geoptimaliseerd moet worden.

Afgezien van de laatste 5 kilometer naar de kust is langs de westelijke route de waterdiepte vrijwel overal voldoende voor installatie met een legschip, de oostelijke route gaat iets langer door ondiep water.

Voor de effecttabellen is de KP richting aangehouden, optellend vanaf de landzijde zoals getoond in Figuur 6-1. De oostelijke route van KP 0 tot KP 31 en de westelijke tak van KP 0 tot KP 5.



Figuur 6-1 Overzicht route IX Zoutkamperlaag

6.1 Route Oost

Voor deze route worden de volgende secties onderscheiden:

- KP 0.0 – KP 1.7, hier wordt een HDD overwogen
- KP 1.7 – KP 3.0, hier is installatie met een geankerd legschip mogelijk
- KP 3.0 – KP 8.0, hier is installatie met een geankerd legschip mogelijk na baggeren van een ondiepe sectie
- KP 8.0 – KP 19.0, hier is installatie met een geankerd legschip mogelijk
- KP 19.0 – 22.0, hier is installatie met een geankerd legschip mogelijk na baggeren van een ondiepe sectie
- KP 22.0 – KP 26.0, hier is installatie met een geankerd legschip mogelijk
- KP 26.0 – KP 31.0, hier is installatie met een dynamisch gepositioneerd legschip mogelijk

6.1.1 KP 0.0 - KP 1.7: Kruising primaire zeekering en kwelder

Van het vaste land, onder de zeewering door naar voldoende diep water voor een legschip is mogelijk met een enkele HDD.

6.1.2 KP 1.7 – KP 3.0 Diep genoeg voor geankerd legschip

Nadat de pijleiding is ingetrokken in de HDD kan het legschip verder leggen richting zee. Gezien de diepte van de geul kan dit met behulp van een legschip op ankers (te ondiep voor dynamisch gepositioneerde schepen). De pijpleiding wordt geplaats op de zeebodem en begraven met behulp van post-trenching materieel. Dit is onder voorwaarde dat op moment van leggen en begraven de pijpleiding met deze methode onder het in de toekomst laagste zeebedniveau kan worden geplaatst. Als dit met post-trenching niet mogelijk is (aanname dat met post-trenching bovenkant pijp ongeveer 0.8 m onder het dan bestaande zeebedniveau kan brengen), dan is het baggeren van een smalle sleuf, waar de pijpleiding in kan worden gelegd, noodzakelijk.

6.1.3 KP 3.0 – KP 8.0 Toegang baggeren voor legschip

Een sectie met net onvoldoende diepte voor de veilige passage van een pijpenlegschip. Voor de passage is het nodig een geul te baggeren met een geschat volume van 700,000 m^3. Daarna is de installatie gelijk aan de voorgaande en volgende sessie. Hier zal ook gelden dat mogelijk meer gebaggerd moet worden om te zorgen dat de pijpleiding onder het laagst te verwachten zeebedniveau blijft gedurende de levensduur.

6.1.4 KP 8.0 – KP 19.0 Diep genoeg voor geankerd legschip

Voor deze sectie geldt hetzelfde als de sectie beschreven in hoofdstuk 6.1.2. Vanaf KP 12.0 valt deze sectie samen met de westelijke route.

6.1.5 KP 19.0 – KP 22.0 Toegang baggeren voor legschip

Een relatief korte sectie met net onvoldoende diepte voor de veilige passage van een pijpenlegschip. Voor de passage is het nodig een geul te baggeren met een geschat volume van 550,000 m^3. Daarna is de installatie gelijk aan de voorgaande en volgende sessie. Hier zal ook gelden dat mogelijk meer gebaggerd moet worden om te zorgen dat de pijpleiding onder het laagst te verwachten zeebedniveau blijft gedurende de levensduur.

6.1.6 KP 22.0 – KP 26.0 Diep genoeg voor geankerd legschip

Voor deze route sectie is de diepte vodoende voor een geankerd legschip. De leiding wordt na aanleg begraven met een trencher. In deze sectie wordt ook de NGT-leiding gekruist bij ongeveer 19 meter waterdiepte. De status van NGT op deze locatie is onbekend.

6.1.7 KP 26.0 – KP 31.0 Diep genoeg voor dynamisch gepositioneerd legschip

De waterdiepte van deze sectie is voldoende voor de inzet van dynamisch gepositioneerde schepen die efficienter kunnen installeren en zonder gebruik van ankers. De pijpleiding wordt op de bodem geinstalleerd en met post-trenching materieel op diepte gebracht.

6.2 Route alternatief West

Van het vaste land, onder de zeewering door naar voldoende diep water voor een legschip is te ver voor een enkele HDD (buiten bereik huidige techniek). Om in dit gebied een pijpleiding aan te leggen en geen lang toegangskanaal te hoeven baggeren (verwachte baggerhoeveelheid 2 miljoen kubieke meter), is gekeken naar alternatieve methodes. Deze methodes zijn:

- Een geboorde segmenttunnel van 5 km
- Een serie van HDD's
- Een hybride installatie methode; HDD, trench met gebruik van trenchboxen, korte toegangsgeul.

Dexe methodes worden hieronder besproken.

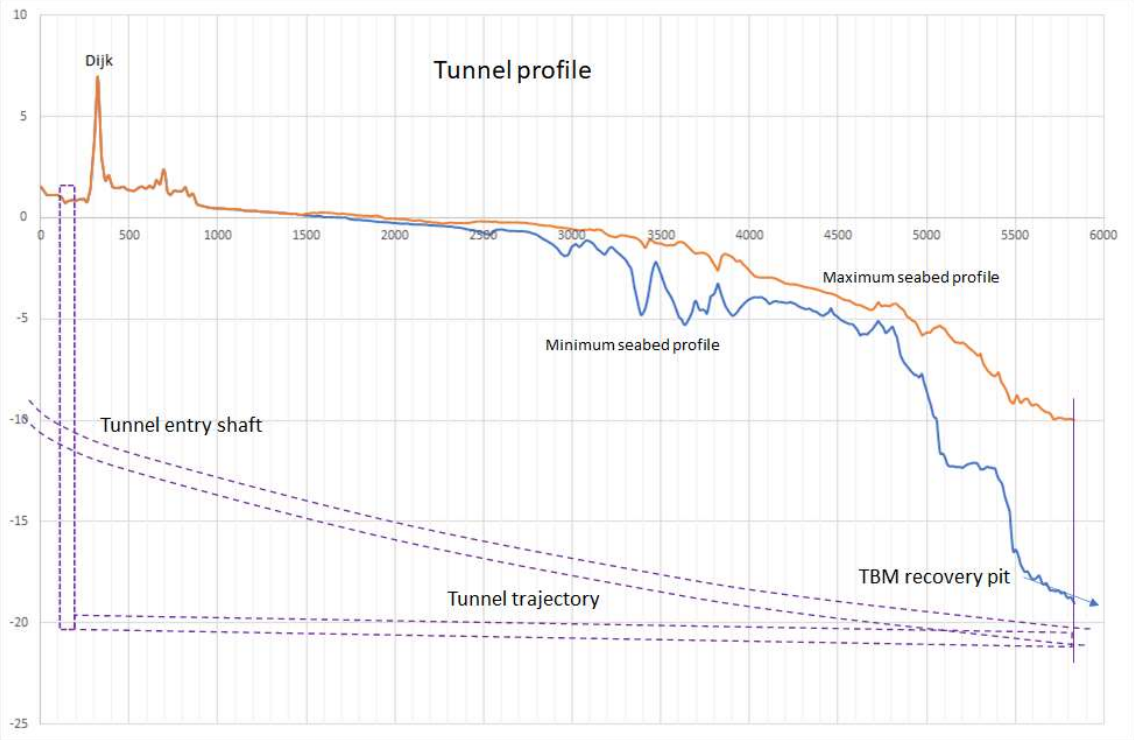
6.2.1 Werkzaamheden tunnelaanleg

Voor het tunnel-alternatief zal een tunnel worden aangelegd, zoals beschreven in Sectie 2.4.1. Wanneer meerdere waterstofleidingen voorzien zijn op deze locatie, moet afhankelijk van de diameter van de pijpleidingen de tunnel groter uitgevoerd worden. Het tunnelprofiel voor deze specifieke locatie is als volgt samengesteld (zonder locatie specifieke grondinformatie):

- De dijk veiligheidszone wordt geschat op 50 m (op basis van 4*hoogte+extra), tunnel start locatie buiten deze uitsluitingszone.

- Startlocatie op minstens 100 m afstand van de dijkteen, de schacht en werkterrein komen daarmee op ongeveer 800 m voor het startpunt van de route (KP -0.8).
- De waterdiepte bij de uitgang moet ten minste 10 m zijn
- Minimale grondbelasting boven TBM = 2 tot 2,5 x OD = 8 tot 10 m, als niet voldaan kan worden aan deze eis, zijn mitigerende maatregelen vereist (opvulling of langzame voortgang).
- De diepte van de tunnel wordt gekozen op basis van de maximale offshore geuldiepte (10 m onder de dijk voor minimale impact / zetting (dijk wordt als niet zeer gevoelig beschouwd en zetting kan later worden verholpen)

Een doorsnede van een mogelijk tunnelprofiel is weergegeven in Figuur 6-2.



Figuur 6-2 Tunnelprofiel Zoutkamperlaag aanlanding route west

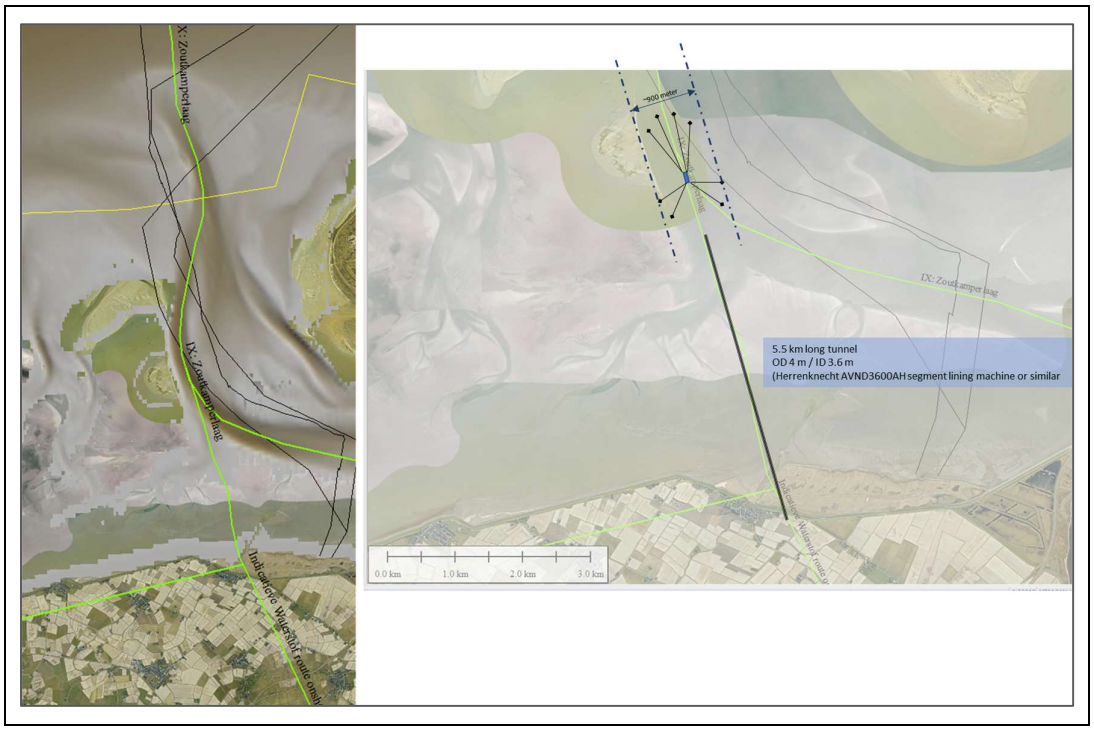
Werkzaamheden pijpleiding installatie in tunnel

Ter illustratie is in Figuur 6-3 de optie weergegeven waarbij de pijpleiding van een legschip aan de offshore zijde wordt ingetrokken (naar land met lier bij schacht). Bij deze configuratie wordt de landruimte beperkt maar is er wel voor langere tijd (3-4 weken) een legschip op locatie aanwezig. Pijpenlegschip met ankergebied en ruimte voor de aanvoer van pijpelementen is geschat op

900 * 1700 = 1.530.000 m^2. De exacte locatie van het legschip gedurende deze operatie is een afweging tussen minimalisatie baggerwerk (verder weg van tunneluitgang) en beperking hinder scheepvaart door de geul door anker draden (dichter bij tunneluitgang).

Ruimtebeslag en aanvoer materieel

Voor tunnelaanleg zal al het materieel en materiaal van de landzijde via de openbare weg aangevoerd worden. Het ruimtebeslag aan de land en zeezijde zijn als aangegeven in Sectie 2.4.2 en 2.4.3. De tunnelsegmenten kunnen op grotere afstand opgeslagen worden waarbij de ruimte nabij de tunnelschacht in grootte beperkt kan blijven.



Figuur 6-3 Tunnelroute met pijplegschip op ankers aan offshore uiteinde

Baggeren en vergraven

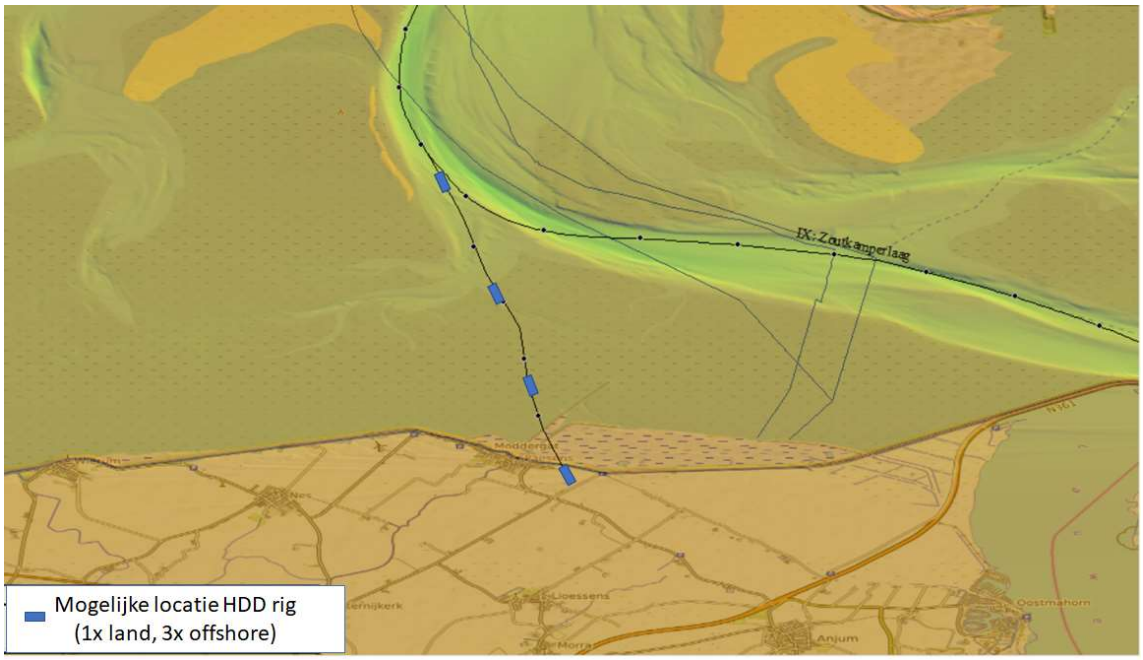
Bij de tunneluitgang aan het offshore eind zal na de tunnelaanleg de TBM van het zeebed moeten worden gehaald. Hiervoor moet een ontvangstlocatie op diepte gebaggerd worden zoals aangegeven in Sectie 2.4.3.

Licht en geluid

De installatie van de pijpleiding is in principe een 24-uurs operatie. Licht moet minimaal voldoende zijn voor veilig werken maar de meeste activiteiten vinden plaats in besloten ruimten.

6.2.2 Werkzaamheden serie HDD's

Voor de optie om de ondiepte bij de kust over te steken met HDD's is in Figuur 6-4 aangegeven waar de damwandkuipen / HDD boorlocaties potentieel zouden kunnen worden geplaatst. Dit is alleen op basis van technisch maximale lengte en niet op basis van locale karakteristieken van grond, waterdiepte, getijde, aanvoerroutes, enz. Het is ook op basis van de "gegeven" route en niet op basis van een voor deze methode geoptimaliseerde route waar wel alle omgevingsomstandigheden zijn meegenomen.



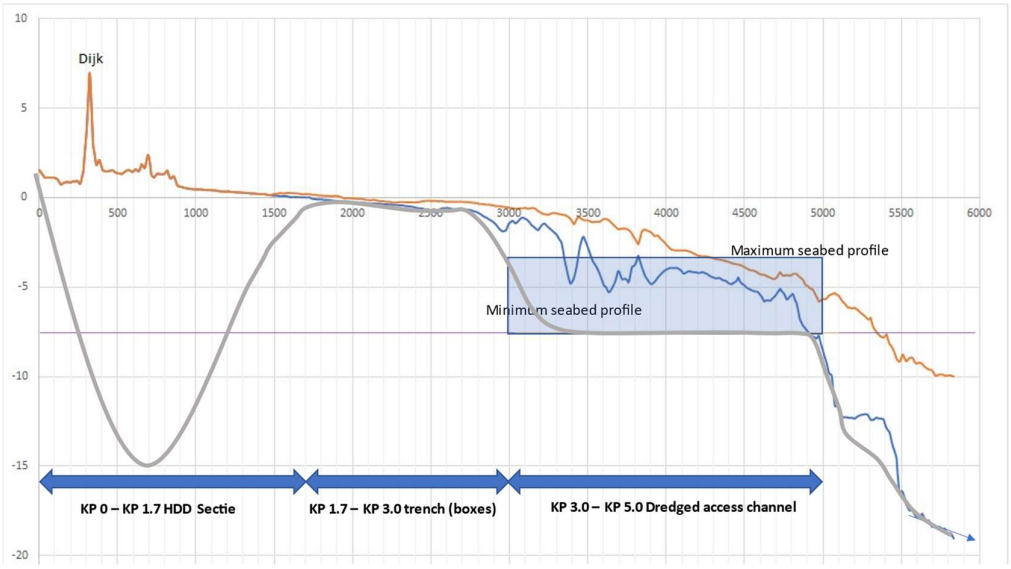
Figuur 6-4 Overzicht potentiële HDD-locaties Zoutkamperlaag route

Met een totaal van 4 HDD locaties, waarvan 1 op het vaste land zou de oversteek gemaakt moeten kunnen worden.

6.2.3 Hybride optie – HDD-trench-laybarge

Bij de hybride optie is de installatie van het 5 km west alternatief over drie secties verdeeld:

1. HDD-kruising van de zeewering – lengte 1.7 kilometer
2. Een ontgraven sectie waarbij door gebruikmaking van trenchboxen de wanden van de trench gestabiliseerd worden. Deze sectie is voorzien over de kwelders bij ondiep water
3. Een 2 km gebaggerd toegangskanaal voor het legschip

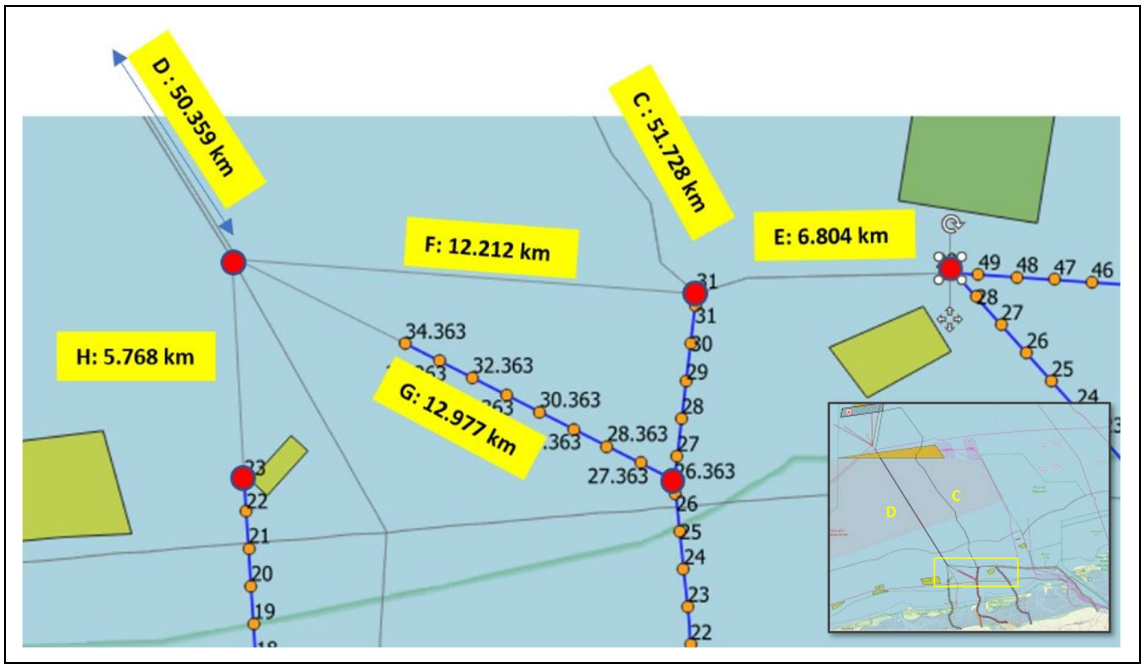


Figuur 6-5 Overzicht hybride aanleg Zoutkamperlaag West route

Hierbij is het baggeren van een toegangsgeul voor een legschip beperkt door een lange HDD te combineren met een trench en trenchboxen in het ondiepe gedeelte over de kwelders. Hiemee is de lengte van de toegangsgeul beperkt gebleven.

7 Offshore Routes C, D, E, F, G en H

Figuur 7-1 geeft een overzicht van alle offshore routesecties waarvoor input in de tabellen is opgenomen.



Figuur 7-1 Overzicht Offshore Route secties

In het algemeen bevinden deze offshore routes zich allemaal in dieper water waar van een DP pijpenlegschip en postlay trenching gebruik kan worden gemaakt. Dit heeft beperkte invloed op de omgeving. In de tabellen voor deze route secties is rekening gehouden met de kruisingen van actieve en verlaten infrastructuur. Verlaten kabels worden verwijderd voorafgaand aan leidingaanleg.

8 Referenties

Ref. [1] Technische ontwerpparameters voor Baseline 1 Route Ontwerp - kabels en leidingen PAWOZ – Eemshaven, Witteveen en Bos 27-02-2023

Appendix A Route II Oude Westereems Tabel

Datum 24/08/2023
Versie 0
Titel Oude Westereems route - Tunnel aanlanding

Nr.	Tunnel kruising waterkering	
Sectie	**Van KP**	**0.0**
	Naar KP	**6.5**
	toelichting	*Kruising van primaire kering + kwelder*
	Pijpleiding Installatiemethode	Geboorde tunnel + intrekken leiding (offshore naar onshore of onshore naar offshore)
	Overzicht van in te zetten materieel	Tunnel OD 4 m / ID 3.6 m (bv een Herrenknecht AVND3600AH segment lining machine, Earth Pressure Balance of Slurry TBM. Geankerd legschip pipe supply
	Aanvoer van materieel en materiaal	land en water
	Duur van werkzaamheden weken	52
	Baggermethode legschip toegangsgeul	TSHD
	Baggervolume (m3)	10,000
	Duur van werkzaamheden (weken)	
	Moment (getij) van werkzaamheden	rondom laagtij
	Verspreidingslocatie	lokaal
	Verspreidingsmethode	depositie in de geul
	Breedte trench in m	8
	Diepte trench in m	5
	Lengte trench in m	25
	Talud	1:4
	Vergraven oppervlaktes (tunnel pit, laybarge access channel)	Ontvangst lokatie tunnel boor machine cica 12 meter diep.: Bagger volume 10.000m^3 Verstoring zeebed 4500 m^2 (1:4) slopes)
	Verstoorde oppervlaktes (ankers, pijpleiding touchdown)	Minimale land constructie site 100*100=10,000m^2, plus opslag segmenten (basis is intrekken leiding van offshore)
	Licht	
	Geluid	
	Pijpleiding Installatie	
	toelichting	*tunnel exit pit*
	Methode	Offshore naar land vanaf pijplegschip
	Baggervolume (m3)	10,000
	Duur van werkzaamheden (weken)	12
	Moment (getij) van werkzaamheden	24/7
	Vergraven oppervlaktes (korte transitie trench) - m3	21600
	Verstoorde oppervlaktes (ankers, pijpleiding touchdown)	450,000 m2
	Licht	24 uur operatie - support vessel
	Geluid	24 uur operatie - support vessel
	Breedte trench in m	6 / 42
	Diepte trench in m	3
	Verspreidingslocatie	lokaal
	Verspreidingsmethode	
	Lengte trench in m	300
	Talud	1:6
	Aanvoer van materieel en materiaal	land en water
	Licht	24/7 legschip
	Geluid	24/7 legschip

Offshore Installatie					
Van KP	**6.5**	**20.0**	**25.0**	**28.0**	**40.0**
Naar KP	**20.0**	**25.0**	**28.0**	**40.0**	**49.0**
toelichting	*Diep genoeg voor geankerd legschip*	*Diep genoeg voor geankerd legschip*	*Toegang baggeren voor geankerd legschip*	*Diep genoeg voor geankerd legschip*	*Diep genoeg voor geankerd legschip*
Pijpleiding Installatiemethode	Geankerd legschip + post installatie begraven	Geankerd legschip + post installatie begraven	Geankerd legschip + toegangsgeul + post installatie begraven	Geankerd legschip + voor installatie geul graven voor leiding	
Overzicht van in te zetten materieel	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher
Aanvoer van materieel en materiaal	water	water	water	water	water
Duur van werkzaamheden weken	13.4	4.8	2.9	11.4	8.6
Verstoorde oppervlaktes (pijpleiding touchdown + ankers)-m^2	6,088,500	2,255,000	1,283,000	5,412,000	9000
Licht	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip
Geluid	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip
Baggeren toegangsgeul legschip					
Baggermethode legschip toegangsgeul	Niet van toepassing, wanneer geschikte (voldoende diepe) route kan worden gevonden	Niet van toepassing,	Afhankelijk zeebed migratie. Aangenomen 2.5 meter baggerdiepte over lengte van 1 km. Gebaseerd op 2000m3 hopper, 6 ladingen per dag	Niet van toepassing,	Niet van toepassing,
Baggervolume (m3) - netto			140,000		
Duur van werkzaamheden (weken)			2		
Moment (getij) van werkzaamheden			24/7		
Verspreidingslocatie			buiten geul		
Verspreidingsmethode			hopper opening		
Breedte trench in m			40		
Diepte trench in m			2.5		
Lengte trench in m			1,000		
Vergraven oppervlaktes			70,000		
Verstoorde oppervlaktes (pijpleiding touchdown)-m^2			70,000		
Talud			1:6		
Licht			24/7 operatie		
Geluid			24/7 operatie		
Pijpleiding begraven					
toelichting	*post installatie begraven*	*post installatie begraven*	*post installatie begraven in trench*	*in gebaggerde trench*	*post installatie begraven*
Methode	ploegen, fluidiseren of jetten	ploegen, fluidiseren of jetten	ploegen, fluidiseren of jetten	baggeren van 3 meter diepe trench. Gebaseerd op 2000m3 hopper, 6 ladingen per dag	ploegen, fluidiseren of jetten
Breedte trench in m				8 / 44	
Diepte trench in m				3	
Lengte trench in m				12000	
Baggervolume (m3) - netto				940,000	
Vergraven oppervlaktes (m^2)	67,500	25,000	in bagger geul		45,000
Verstoorde oppervlaktes (m^2)	135,000	50,000	in bagger geul		90,000
Duur van werkzaamheden (weken)	2	1	1	11	2
Moment (getij) van werkzaamheden	24 uur	24 uur	24 uur	24 uur	24 uur
Licht	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel
Geluid	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel
Aanleg kabel en leiding kruising	*0*	*0*	*0*	*5*	*0*
Aanvoer van materieel en materiaal	Geen actieve Crossings	Geen actieve Crossings	Geen actieve Crossings	water (mattress + rock placement)	Geen actieve Crossings
Vergraven oppervlaktes (m^2)				in gebaggerd gebied	
Verstoorde oppervlaktes (m^2)				in gebaggerd gebied	
Licht				1 maal 1 + 2 dagen werk (24/7)	
Geluid				1 maal 1 + 2 dagen werk (24/7)	
Knippen kruising verlaten kabel	*0*	*0*	*0*	*0*	*3*
Aanvoer van materieel en materiaal	Geen verlaten crossings	Geen verlaten crossings	Geen verlaten crossings	Geen verlaten crossings	water (clumpweights)
Vergraven oppervlaktes (m^2)					900 m2
Verstoorde oppervlaktes (m^2)					1,800 m2
Licht					6 dagen werk daglicht
Geluid					6 dagen werk daglicht

Appendix B Route VII Schiermonnikoog Wantij Tabellen

Datum 24/08/2023
Versie 0
Titel Kruising Waddengebied met HDD meerdere routes

Nr.	Onderwerp								
		Tussen elke 1700 meter HDD zitten twee werkeilanden van 100 x 10 meter							
	Installatie	**KP 0.0 - KP 1.7**	**KP 1.8 - KP 3.5**	**KP 3.6 - KP 5.3**	**KP 5.4 - KP 7.1**	**KP 7.2 - KP 8.9**	**KP 9.0 - KP 10.7**	**KP 10.8 - KP 12.5**	**KP 12.6 - KP 14.3**
	toelichting	*Kruising van primaire kering + kwelder*	*Kruising waddenzee*	*Kruising waddenzee*	*Kruising waddenzee*	*Kruising Waddenzee*	*Kruising Waddenzee*	*Kruising Waddenzee / Kruising Schiermonnikoog*	*Kruising Waddenzee / Kruising Schiermonnikoog / Exit Noordzee*
	Installatiemethode (300-ton HDD rig)	HDD 1 - 1700 meter - Diameter buis (36") (H_0) (of 48")	HDD 2 - 1700 meter - Diameter buis (36") (H_0) (of 48")	HDD 3 - 1700 meter - Diameter buis (36") (H_0) (of 48")	HDD 4 - 1700 meter - Diameter buis (36") (H_0) (of 48")	HDD 5 - 1700 meter - Diameter buis (36") (H_0) (of 48")	HDD 6 - 1700 meter - Diameter buis (36") (H_0) (of 48")	HDD 7 - 1700 meter - Diameter buis (36") (H_0) (of 48")	HDD 8 - 1700 meter - Diameter buis (36") (H_0) (of 48")
	Bentoniet en Recycle	Op land	Op land via Boosterpomp / 4" retour leiding geinstalleerd door HDD1	Op land via Boosterpomp / 4" retour leiding geinstalleerd door HDD1 & HDD 2	Op land via Boosterpomp / 4" retour leiding geinstalleerd door HDD1 & HDD 2 & HDD 3	Op land via Boosterpomp / 4" retour leiding geinstalleerd door HDD1 & HDD 2 & HDD3 & HDD 4	Op land via Boosterpomp / 4" retour leiding geinstalleerd door HDD1 & HDD 2 & HDD3 & HDD 4 & HDD 5	Op land via Boosterpomp / 4" retour leiding geinstalleerd door HDD1 & HDD 2 & HDD3 & HDD 4 & HDD 5 & HHD6	Op land via Boosterpomp / 4" retour leiding geinstalleerd door HDD1 & HDD 2 & HDD3 & HDD 4 & HDD5 & HDD 6 & HDD7
	Boor proces (H_0)	- Pilot 12 1/4" (H_0) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H_0) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H_0) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H_0) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H_0) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H_0) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H_0) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H_0) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle
	Aanvoer personeel	- Via land	- Via Crew Boot op hoog water (crew verblijft aan boord)	- Via Crew Boot op hoog water (crew verblijft aan boord)	- Via Crew Boot op hoog water (crew verblijft aan boord)	- Via Crew Boot op hoog water (crew verblijft aan boord)	- Via Crew Boot op hoog water (crew verblijft aan boord)	- Via Crew Boot op hoog water (crew verblijft aan boord)	- Via Crew Boot op hoog water (crew verblijft aan boord) - Via Land (Verblijf op Schiermonnikoog)
	Installatie Staken buis	- Op land met pipe pusher & HDD rig - 1700 meter uitleg trace nodig	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie buis live is te volgen	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie buis live is te volgen	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie buis live is te volgen	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie buis live is te volgen	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie buis live is te volgen	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie buis live is te volgen	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie buis live is te volgen
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden weken	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)
	Getijden windows	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT
	Baggeren en vergraven	**KP 0.0 - KP 1.7**	**KP 1.8 - KP 3.5**	**KP 3.6 - KP 5.3**	**KP 5.4 - KP 7.1**	**KP 7.2 - KP 8.9**	**KP 9.0 - KP 10.7**		
	toelichting	*Kruising van primaire kering + kwelder*	*Kruising waddenzee*	*Kruising waddenzee*	*Kruising waddenzee*	*Kruising Waddenzee*	*Kruising Waddenzee*		
	Baggermethode	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT
	Baggervolume (m3)								
	Duur van werkzaamheden (weken)								
	Moment (getij) van werkzaamheden								
	Verspreidingslocatie								
	Verspreidingsmethode								
	Breedte trench in m								
	Diepte trench in m								
	Lengte trench in m								
	Talud								
	Materieel (offshore)								
	Overzicht van in te zetten materieel		- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter -Accommodatie voor 16 personen -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -2x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x COSSH Container(10ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -30-ton rupskraan -1x Crawler Kraan -Spudpalen -4x anker lieren -1xTrilblok -Dwarswandplanken	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter -Accommodatie voor 16 personen -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -2x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x COSSH Container(10ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -30-ton rupskraan -1x Crawler Kraan -Spudpalen -4x anker lieren -1xTrilblok -Dwarswandplanken	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter -Accommodatie voor 16 personen -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -2x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x COSSH Container(10ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -30-ton rupskraan -1x Crawler Kraan -Spudpalen -4x anker lieren -1xTrilblok -Dwarswandplanken	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter -Accommodatie voor 16 personen -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -2x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x COSSH Container(10ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -30-ton rupskraan -1x Crawler Kraan -Spudpalen -4x anker lieren -1xTrilblok -Dwarswandplanken	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter -Accommodatie voor 16 personen -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -2x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x COSSH Container(10ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -30-ton rupskraan -1x Crawler Kraan -Spudpalen -4x anker lieren -1xTrilblok -Dwarswandplanken	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter -Accommodatie voor 16 personen -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -2x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x COSSH Container(10ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -30-ton rupskraan -1x Crawler Kraan -Spudpalen -4x anker lieren -1xTrilblok -Dwarswandplanken	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter -Accommodatie voor 16 personen -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -2x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x COSSH Container(10ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -30-ton rupskraan -1x Crawler Kraan -Spudpalen -4x anker lieren -1xTrilblok -Dwarswandplanken
	Materieel (onshore)								
	Overzicht van in te zetten materieel	- HDD spread met: - 1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x powerpack (20ft) -2x Mixunit (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -3x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x Olie opslag (10ft) -1x mudlab (10ft) -2x Recycle system (20ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -Gebied opslag project spullen (5x5 meter) -Gebied opslag bentoniet (5 x 10 meter) -Wateropslag (200 m3) -30-ton rupskraan -18-ton mobiele kraan -Ketenpark (kantoor, vergaderruimte, schaft, sanitair, kleedruimtes) (8x 20ft) -Las equipment (optioneel)								
	Aanvoer materieel								
	Aanvoer van materieel en materiaal	**land:** - Vrachtwagens **water:** - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)
	Oppervlaktes								
	Vergraven oppervlaktes (let op, hier zitten formules in dus alle waardes in Groene Cellen veranderen Rode Cellen zijn berekende waardes								
	HDD	**Waarde**	**Eenheid**	**Oomerkina**					
	Diameter buis	48	[inch]	In de huidige studie gaan we uit van een 36" waterstof leiding. Om voorbereid te zijn in te toekomst kan dit bijvoorbeeld ook een 48" leiding worden					
	Diameter buis	1.2192	[m]						
	Factor Diameter boorgat	1.4	[-]	tijdens detailed engineering kan deze factor nog veranderen tussen de waarde 1.2 - 1.5 afhankelijk van de diameter van de buis, intrede hoek en radius.					
	Totale diameter boorgat	1.70688	[m]						
	Lengte boring	1700	[m]						
	Aantal boringen	1	[-]						
	Aantal m3 per boring	3889.96	[m3]						
	Totaal aantal m3	31119.65	[m3]						
	Bouwkuip								
	Lengte	100	[m]						
	Breedte	10	[m]						
	Diepte	4	[m]	Er is nu uitgegaan dat er uit de bouwkuip 4 meter grond moet worden ontgraven wat later weer terug wordt gebracht tot orgineel zeebed niveau. Dit om er voor te zorgen dat de pijp op het wad een minimale dekking heeft van 2.0 meter bovenkant leiding. Dit is voldoende voor de delen in een morfologisch stabiel gebied.					
	Aantal bouwkuipen	7	[-]						
	Aantal m3 per bouwkuip	4000	[m3]						
	Toaal aantal m3	28000	[m3]						
	Verstoorde oppervlaktes								
	Bouwkuipen	7000	[m2]	Langdurige verstoring					
	HDD string voor installatie	13600	[m2]	Kortstondige verstoring (max 2 dagen)					
	werkbak HDD spread								
	Lengte	60	[m]						
	Breedte	30	[m]						
	Ankergebied (4x per locatie)	700	[m2]						
	Totale oppervlakte	13300	[m2]	Langdurige verstoring					
	Werkbak Extra equipment (aan/afvoer)								
	lengte	30	[m]						
	breedte	10	[m]						
	Totale oppervlakte	2100	[m2]	Langdurige verstoring					
	Multicat / Sleeper								
	Lengte	40	[m]						
	Breedte	12	[m]						
	Totale oppervlakte	3360	[m2]	Langdurige verstoring					
	Totaal aantal vergraven volume	59119.65	[m3]						
	Totaal aantal verstoorde oppervlaktes	39360	[m2]						
	Licht en geluid								
	Licht	- Boorwerkzaamheden zijn 24/7. Er kan gebruik gemaakt worden van groene kappen rondom de lichten zodat het licht minder intens wordt ervaren door vogels in het gebied - Mobilisatie en andere werkzaamheden kunnen 12/7 worden uitgevoerd							
	Geluid	- Geluidsniveau HDD spread op de bron is XX dB. Hier kunnen mitigerende maatregelen voor worden genomen. Denk hierbij aan de volgende items: - Electrische HDD rig - Hybride Hogedruk pomp voor bentoniet - Gebruik van moderne Generatoren (Stage V generatoren sets) - Eventueel waterstof generatoren							

	Offshore Installatie	
Van KP	**14.3**	**16.5**
Naar KP	**16.5**	**29.0**
toelichting	*Pull sting door trench naar de kust en droge verbinding HDD sectie*	*Diep genoeg voor geankerd legschip*
Pijpleiding Installatiemethode	Geankerd legschip + post installatie begraven	Geankerd legschip + post installatie begraven
Overzicht van in te zetten materieel	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningschip met trencher
Aanvoer van materieel en materiaal	water	water
Duur van werkzaamheden weken	4.1	11.9
Verstoorde oppervlaktes ankers)-m^2	450,000	5,637,500
Licht	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip
Geluid	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip
Baggeren toegangsgeul legschip		
Baggermethode legschip toegangsgeul	Niet van toepassing.	Niet van toepassing.
Baggervolume (m3) - netto		
Duur van werkzaamheden (weken)		
Moment (getij) van werkzaamheden		
Verspreidingslocatie		
Verspreidingsmethode		
Breedte trench in m		
Diepte trench in m		
Lengte trench in m		
Vergraven oppervlaktes		
Verstoorde oppervlaktes (pijpleiding touchdown)-m^2		
Talud		
Licht		
Geluid		
Pijpleiding begraven		
toelichting	*in gebaggerde trench*	ploegen, fluidiseren of jetten
Methode	baggeren van 3 meter diepe trench. Kofferdam vanaf het strand door breker zone. Duur baggerwerk gebaseerd op 2000m3 hopper, 6 ladingen per dag	
Breedte trench in m	6 / 42	
Diepte trench in m	3	
Lengte trench in m	2200	
Baggervolume (m3) - netto	158,400	
Vergraven oppervlaktes (m^2)	92,400	62,500
Verstoorde oppervlaktes (m^2)	92,400	125,000
Duur van werkzaamheden (weken)	2	2
Moment (getij) van werkzaamheden	24 uur	24 uur operatie - support vessel
Licht	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel
Geluid	kofferdam aanleg en offshore vessels	24 uur operatie - support vessel
Aanleg kabel en leiding kruising	*0*	*1 NGT*
Aanvoer van materieel en materiaal	Geen verlaten crossings	water (mattress + rock placement)
Vergraven oppervlaktes (m^2)		nvt
Verstoorde oppervlaktes (m^2)		3,000 m2
Licht		1 maal 1 + 2 dagen werk (24/7)
Geluid		1 maal 1 + 2 dagen werk (24/7)
Knippen kruising verlaten kabel	*0*	*2*
Aanvoer van materieel en materiaal	Geen verlaten crossings	water (clumpweights)
Vergraven oppervlaktes (m^2)		600 m2
Verstoorde oppervlaktes (m^2)		1,200 m2
Licht		4 dagen werk daglicht
Geluid		4 dagen werk daglicht

Datum 24/08/2023
Versie 0
Titel Schiermonnikoog - segmenttunnel shore crossing - gehele route

Nr.	Onderwerp		
Sectie	**Van KP**	**0.0**	
	Naar KP	**13.0**	
	toelichting	*Kruising van primaire kering + kwelder*	
	Pijpleiding Installatiemethode	Geboorde tunnel	intrekken leiding (offshore naar onshore of onshore naar offshore)
	Overzicht van in te zetten materieel	Tunnel OD 4 m / ID 3.6 m (bv een Herrenknecht AVND3600AH segment lining machine, Earth Pressure Balance of Slurry TBM. Geankerd legschip pipe supply	Geankerd legschip set-up bij KP13 Transportbak pijpelementen String wordt gelast en in tunnel getrokken (gevuld met water). Details van deze operatie nog onbekend. (Gasunie vervolgstudie met A. Hak)
	Aanvoer van materieel en materiaal	land en water	water
	Duur van werkzaamheden weken	52	15 weken
	Baggermethode exit	TSHD	
	Baggervolume (m3)	10,000	
	Duur van bagger werkzaamheden (weken)	2	
	Moment (getij) van werkzaamheden	rondom laagtij	
	Verspreidingslocatie	lokaal	
	Verspreidingsmethode		
	Breedte trench in m	8	
	Diepte trench in m	5	
	Lengte trench in m	25	
	Talud	1:4	
	Vergraven oppervlaktes (tunnel pit, laybarge access channel)	Ontvangst lokatie tunnel boor machine cica 12 meter diep.: Bagger volume 10.000m^3 Verstoring zeebed 4500 m^2 (1:4) slopes)	
	Verstoorde oppervlaktes (ankers, pijpleiding touchdown)	Minimale land constructie site 100*100=10,000m^2, plus opslag segmenten (basis is intrekken leiding van offshore)	
	Licht		
	Geluid		

Appendix C Route VIII Ameland Wantij Tabellen

Datum 24/08/2023
Versie 0
Titel Ameland - segmenttunnel shore crossing

Nr.	Onderwerp		
Sectie	**Van KP**	**0.0**	
	Naar KP	**13.0**	
	toelichting	*Kruising van primaire kering + kwelder*	
	Pijpleiding Installatiemethode	Geboorde tunnel	intrekken leiding (offshore naar onshore of onshore naar offshore)
	Overzicht van in te zetten materieel	Tunnel OD 4 m / ID 3.6 m (bv een Herrenknecht AVND3600AH segment lining machine, Earth Pressure Balance of Slurry TBM. Geankerd legschip pipe supply	Geankerd legschip set-up bij KP13 Transportbak pijpelementen String wordt gelast en in tunnel getrokken (gevuld met water). Details van deze operatie nog onbekend. (Gasunie vervolgstudie met A. Hak)
	Aanvoer van materieel en materiaal	land en water	water
	Duur van werkzaamheden weken	52	15 weken
	Baggermethode exit	TSHD	
	Baggervolume (m3)	10,000	
	Duur van bagger werkzaamheden (weken)	2	
	Moment (getij) van werkzaamheden	rondom laagtij	
	Verspreidingslocatie	lokaal	
	Verspreidingsmethode		
	Breedte trench in m	8	
	Diepte trench in m	5	
	Lengte trench in m	25	
	Talud	1:4	
	Vergraven oppervlaktes (tunnel pit, laybarge access channel)	Ontvangst lokatie tunnel boor machine cica 12 meter diep.: Bagger volume 10.000m^3 Verstoring zeebed 4500 m^2 (1:4) slopes)	
	Verstoorde oppervlaktes (ankers, pijpleiding touchdown)	Minimale land constructie site 100*100=10,000m^2, plus opslag segmenten (basis is intrekken leiding van offshore)	
	Licht		
	Geluid		

Datum 24/08/2023
Versie 0
Titel Kruising Waddengebied met serie HDD's

Nr.	Onderwerp						
		Tussen elke 1700 meter HDD zitten twee werkeilanden van 100 x 10 meter					
	Installatie	**KP 0.0 - KP 1.7**	**KP 1.8 - KP 3.5**	**KP 3.6 - KP 5.3**	**KP 5.4 - KP 7.1**	**KP 7.2 - KP 8.9**	**KP 9.0 - KP 10.7**
	toelichting	*Kruising van primaire kering + kwelder*	*Kruising waddenzee*	*Kruising waddenzee*	*Kruising waddenzee*	*Kruising Waddenzee*	*Kruising Oerd / It Fryske Gea / EXIT Noordzee*
	Installatiemethode (300-ton HDD rig)	HDD 1 - 1700 meter - Diameter buis (36") (H_0) (of 48")	HDD 2 - 1700 meter - Diameter buis (36") (H_0)	HDD 3 - 1700 meter - Diameter buis (42") (H_0) - Geboorde diameter (63") (H_0)	HDD 4 - 1700 meter - Diameter buis (42") (H_0) - Geboorde diameter (63") (H_0)	HDD 5 - 1700 meter - Diameter buis (42") (H_0) - Geboorde diameter (63") (H_0)	HDD 6 - 1700 meter - Diameter buis (42") (H_0) - Geboorde diameter (63") (H_0) - Diameter buis (22") (DC / AC kabel incl. fibre)
	Bentoniet en Recycle	Op land	Op land via Boosterpomp / 4" retour leiding geinstalleerd door HDD1	Op land via Boosterpomp / 4" retour leiding geinstalleerd door HDD1 & HDD 2	Op land via Boosterpomp / 4" retour leiding geinstalleerd door HDD1 & HDD 2 & HDD 3	Op land via Boosterpomp / 4" retour leiding geinstalleerd door HDD1 & HDD 2 & HDD3 & HDD 4	Op land via Boosterpomp / 4" retour leiding geinstalleerd door HDD1 & HDD 2 & HDD3 & HDD 4
	Boor proces (H_0)	- Pilot 12 1/4" (H_0) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H_0) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H_0) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H_0) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H_0) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H_0) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle
	Aanvoer personeel	- Via land	- Via Crew Boot op hoog water (crew verblijft aan boord)	- Via Crew Boot op hoog water (crew verblijft aan boord)	- Via Crew Boot op hoog water (crew verblijft aan boord)	- Via Crew Boot op hoog water (crew verblijft aan boord)	- Via Crew Boot op hoog water (crew verblijft aan boord) - Via Land (verblijf op Ameland)
	Installatie Stalen buis	- Op land met pipe pusher & HDD rig - 1700 meter uitleg trace nodig	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie buis live is te volgen	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie buis live is te volgen	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie buis live is te volgen	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie buis live is te volgen	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie buis live is te volgen
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden weken	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)
	Getijden windows	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT
	Baggeren en vergraven	**KP 0.0 - KP 1.7**	**KP 1.8 - KP 3.5**	**KP 3.6 - KP 5.3**	**KP 5.4 - KP 7.1**	**KP 7.2 - KP 8.9**	**KP 9.0 - KP 10.7**
	toelichting	*Kruising van primaire kering + kwelder*	*Kruising waddenzee*	*Kruising waddenzee*	*Kruising waddenzee*	*Kruising Waddenzee*	*Kruising Oerd / It Fryske Gea / EXIT Noordzee*
	Baggermethode	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	
	Baggervolume (m3)						
	Duur van werkzaamheden (weken)						
	Moment (getij) van werkzaamheden						
	Verspreidingslocatie						
	Verspreidingsmethode						
	Breedte trench in m						3
	Diepte trench in m						3
	Lengte trench in m						50
	Talud						1:5
	Materieel (offshore)						
	Overzicht van in te zetten materieel		- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter -Accommodatie voor 16 personen -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -2x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x COSSH Container(10ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -30-ton rupskraan -1x Crawler Kraan -Spudpalen -4x anker lieren -1xTrilblok -Damwandplanken	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter -Accommodatie voor 16 personen -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -2x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x COSSH Container(10ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -30-ton rupskraan -1x Crawler Kraan -Spudpalen -4x anker lieren -1xTrilblok -Damwandplanken	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter -Accommodatie voor 16 personen -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -2x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x COSSH Container(10ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -30-ton rupskraan -1x Crawler Kraan -Spudpalen -4x anker lieren -1xTrilblok -Damwandplanken	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter -Accommodatie voor 16 personen -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -2x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x COSSH Container(10ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -30-ton rupskraan -1x Crawler Kraan -Spudpalen -4x anker lieren -1xTrilblok -Damwandplanken	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter -Accommodatie voor 16 personen -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -2x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x COSSH Container(10ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -30-ton rupskraan -1x Crawler Kraan -Spudpalen -4x anker lieren -1xTrilblok -Damwandplanken
	Materieel (onshore)						
	Overzicht van in te zetten materieel	- HDD spread met: -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x powerpack (20ft) -2x Mixunit (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -3x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x Olie opslag (10ft) -1x mudlab (10ft) -2x Recycle system (20ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -Gebied opslag project spullen (5x5 meter) -Gebied opslag bentoniet (5 x 10 meter) -Wateropslag (200 m3) -30-ton rupskraan -18-ton mobiele kraan -Ketenpark (kantoor, vergaderruimte, schaft, sanitair, kleedruimtes) (8x 20ft) -Las equipment (optioneel)						
	Aanvoer materieel						
	Aanvoer van materieel en materiaal	**land:** - Vrachtwagens **water:** - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)
	Oppervlaktes						
	Vergraven oppervlaktes (let op, hier zitten formules in dus allen waardes in Groene Cellen veranderen Rode Cellen zijn berekende waardes						
	HDD	**Waarde**	**Eenheid**	**Opmerking**			
	Diameter buis	36	[Inch]	In de huidige studie gaan we uit van een 36" waterstof leiding. Om voorbereid te zijn in te toekomst kan dit bijvoorbeeld ook een 48" leiding worden			
	Diameter buis	0.9144	[m]				
	Factor Diameter boorgat	1.4	[-]	tijdens detailed engineering kan deze factor nog veranderen tussen de waarde 1.2 - 1.5 afhankelijk van de diameter van de buis, intrede hoek en radius.			
	Totale diameter boorgat	1.28016	[m]				
	Lengte boring	1700	[m]				
	Aantal boringen	6	[-]				
	Aantal m3 per boring	2188.10	[m3]				
	Totaal aantal m3	13128.60	[m3]				
	Bouwkuip						
	Lengte	100	[m]				
	Breedte	10	[m]				
	Diepte	4	[m]	Er is nu uitgegaan dat er uit de bouwkuip 4 meter grond moet worden ontgraven wat later weer terug wordt gebracht tot orgineel zeebed niveau. Dit om er voor te zorgen dat de pijp op het wad een minimale dekking heeft van 2.0 meter bovenkant leiding. Dit is voldoende voor de delen in een morfologisch stabiel gebied.			
	Aantal bouwkuipen	5	[-]				
	Aantal m3 per bouwkuip	4000	[m3]				
	Toaal aantal m3	20000	[m3]				
	Verstoorde oppervlaktes						
	Bouwkuipen	5000	[m2]	Langdurige verstoring			
	HDD string voor installatie	10200	[m2]	Kortstondige verstoring (max 2 dagen)			
	werkbak HDD spread						
	Lengte	60	[m]				
	Breedte	30	[m]				
	Ankergebied (4x per locatie)	500	[m2]				
	Totale oppervlakte	9500	[m2]	Langdurige verstoring			
	Werkbak Extra equipment (aan/afvoer)						
	lengte	30	[m]				
	breedte	10	[m]				
	Totale oppervlakte	1500	[m2]	Langdurige verstoring			
	Multicat / Sleeper						
	Lengte	40	[m]				
	Breedte	12	[m]				
	Totale oppervlakte	2400	[m2]	Langdurige verstoring			
	Totaal aantal vergraven volume	33128.60	[m3]				
	Totaal aantal verstoorde oppervlaktes	28600	[m2]				
	Licht en geluid						
	Licht	- Boorwerkzaamheden zijn 24/7. Er kan gebruik gemaakt worden van groene kappen rondom de lichten zodat het licht minder intens wordt ervaren door vogels in het gebied - Mobilisatie en andere werkzaamheden kunnen 12/7 worden uitgevoerd					
	Geluid	- Geluidsniveau HDD spread op de bron is XX dB. Hier kunnen mitigerende maatregelen voor worden genomen. Denk hierbij aan de volgende items: '- Electrische HDD rig - Hybride Hogedruk pomp voor bentoniet - Gebruik van moderne Generatoren (Stage V generatoren sets) - Eventueel waterstof generatoren					

Offshore Installatie		
Van KP	**10.7**	**12.7**
Naar KP	**12.7**	**23.0**
toelichting	*Pull string door trench naar de kust en droge verbinding HDD sectie*	*Diep genoeg voor geankerd legschip*
Pijpleiding Installatiemethode	Geankerd legschip + post installatie begraven	Geankerd legschip + post installatie begraven
Overzicht van in te zetten materieel	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher
Aanvoer van materieel en materiaal	water	water
Duur van werkzaamheden weken	3.9	9.8
Verstoorde oppervlaktes ankers)-m^2	450,000	4,645,300
Licht	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip
Geluid	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip
Baggeren toegangsgeul legschip		
Baggermethode legschip toegangsgeul	Niet van toepassing.	Niet van toepassing.
Baggervolume (m3) - netto		
Duur van werkzaamheden (weken)		
Moment (getij) van werkzaamheden		
Verspreidingslocatie		
Verspreidingsmethode		
Breedte trench in m		
Diepte trench in m		
Lengte trench in m		
Vergraven oppervlaktes		
Verstoorde oppervlaktes (pijpleiding touchdown)-m^2		
Talud		
Licht		
Geluid		
Pijpleiding begraven		
toelichting	*in gebaggerde trench*	ploegen, fluidiseren of jetten
Methode	baggeren van 3 meter diepe trench. Kofferdam vanaf het strand door breker zone. Duur baggerwerk gebaseerd op 2000m3 hopper, 6 ladingen per dag	
Breedte trench in m	6 / 42	
Diepte trench in m	3	
Lengte trench in m	2000	
Baggervolume (m3) - netto	144,000	
Vergraven oppervlaktes (m^2)	84,000	51,500
Verstoorde oppervlaktes (m^2)	84,000	103,000
Duur van werkzaamheden (weken)	2	2
Moment (getij) van werkzaamheden	24 uur	24 uur operatie - support vessel
Licht	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel
Geluid	kofferdam aanleg en offshore vessels	24 uur operatie - support vessel
Aanleg kabel en leiding kruising	*0*	*1 NGT + NAM flexible (zie note)*
Aanvoer van materieel en materiaal	Geen verlaten crossings	water (mattress + rock placement)
Vergraven oppervlaktes (m^2)		nvt
Verstoorde oppervlaktes (m^2)		3,000 m2
Licht		1 maal 1 + 2 dagen werk (24/7)
Geluid		1 maal 1 + 2 dagen werk (24/7)
Kruisgen kruising verlaten kabel	*0*	*0*
Aanvoer van materieel en materiaal	Geen verlaten crossings	Geen verlaten crossings
Vergraven oppervlaktes (m^2)		
Verstoorde oppervlaktes (m^2)		
Licht		
Geluid		

Appendix D Route IX Zoutkamperlaag Tabellen

Datum 24/08/2023
Versie 0
Titel **Zoutkamperlaag - Oost - gehele route**

Nr.	HDD kruising waterkering	
Sectie	**Van KP**	**0.0**
	Naar KP	**1.7**
	toelichting	*Kruising van primaire kering + kwelder*
	Installatiemethode (300-ton HDD rig)	HDD - 1700 meter - Diameter buis (36'') (H_2) (of 48'')
	Bentoniet en Recycle	Op land
	Boor proces (H_2)	- Pilot 12 1/4'' (H_2) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48'' pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle
	Aanvoer personeel	- Via land
	Installatie Stalen buis	- Op land met pipe pusher & HDD rig - 1700 meter uitleg trace nodig
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden weken	4 (excl. mob/demob)
	Getijden windows	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT
	Materieel (onshore)	
	Overzicht van in te zetten materieel	- HDD spread met: -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8'') -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x powerpack (20ft) -2x Mixunit (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -3x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x Olie opslag (10ft) -1x mudlab (10ft) -2x Recycle system (20ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -Gebied opslag project spullen (5x5 meter) -Gebied opslag bentoniet (5 x 10 meter) -Wateropslag (200 m3) -30-ton rupskraan -18-ton mobiele kraan -Ketenpark (kantoor, vergaderruimte, schaft, sanitair, kleedruimtes) (8x 20ft) -Las equipment (optioneel)
	Aanvoer materieel	
	Aanvoer van materieel en materiaal	**land:** - Vrachtwagens **water:** - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)
	Oppervlaktes	
	Vergraven oppervlaktes (let op, hier zitten formules in dus allen waardes in Groene Cellen veranderen Rode Cellen zijn b	
	HDD	**Waarde**
	Diameter buis (inch)	48
	Diameter buis (m)	1.2192
	Factor Diameter boorgat	1.4
	Totale diameter boorgat (m)	1.70688
	Lengte boring (m)	1700
	Aantal m3 boring	3889.96
	Bouwkuip offshore voor tie-in	
	Lengte (m)	100
	Breedte (m)	10
	Diepte (m)	3
	Aantal m3 per bouwkuip	3000
	Verstoorde oppervlaktes	
	Bouwkuip m2	1000
	HDD string voor installatie (m2) - 5 m breed	8500
	werkbak HDD spread	
	Lengte	60
	Breedte	30
	Ankergebied (4x per locatie)	100
	Totale oppervlakte	1900
	Werkbak Extra equipment (aan/afvoer)	
	lengte	30
	breedte	10
	Totale oppervlakte	300
	Multicat / Sleeper	
	Lengte	40
	Breedte	12
	Totale oppervlakte	

Offshore Installatie							
Van KP	**1.7**	**3.0**	**8.0**	**12.0**	**19.0**	**22.0**	**26.0**
Naar KP	**3.0**	**8.0**	**12.0**	**19.0**	**22.0**	**26.0**	**31.0**
toelichting	*Diep genoeg voor geankerd legschip*	*Toegang baggeren voor geankerd legschip*	*Diep genoeg voor geankerd legschip*	*Diep genoeg voor geankerd legschip*	*Toegang baggeren voor geankerd legschip*	*Diep genoeg voor geankerd legschip*	*Diep genoeg voor DP legschip*
Pijpleiding Installatiemethode	Geankerd legschip + post installatie begraven	Geankerd legschip + toegangsgeul + post installatie begraven	Geankerd legschip + post installatie begraven	Geankerd legschip + post installatie begraven	Geankerd legschip + toegangsgeul + post installatie begraven	Geankerd legschip + post installatie begraven	Geankerd legschip + post installatie begraven
Overzicht van in te zetten materieel	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher
Aanvoer van materieel en materiaal	water	water	water	water	water	water	water
Duur van werkzaamheden weken	1.7	4.8	3.8	6.7	2.9	3.8	0.3
Verstoorde oppervlaktes (pijpleiding touchdown + ankers)-m^2	586,300	1,905,000	1,804,000	7000	1,125,000	4000	5000
Licht	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; DP legschip
Geluid	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; DP legschip
Baggeren toegangsgeul legschip							
Baggermethode legschip toegangsgeul	Niet van toepassing,	Afhankelijk zeebed migratie. Aangenomen 2.5 meter baggerdiepte over lengte. Gebaseerd op 2000m3 hopper, 6 ladingen per dag	Niet van toepassing,	Niet van toepassing,	Afhankelijk zeebed migratie. Aangenomen 3 meter baggerdiepte over lengte. Gebaseerd op 2000m3 hopper, 6 ladingen per dag	Niet van toepassing,	Niet van toepassing,
Baggervolume (m3) - netto		700,000			550,000		
Duur van werkzaamheden (weken)		8			7		
Moment (getij) van werkzaamheden		24/7			24/7		
Verspreidingslocatie		buiten geul			buiten geul		
Verspreidingsmethode		hopper opening			hopper opening		
Breedte trench in m		40			40		
Diepte trench in m		2.5			2		
Lengte trench in m		5,000			3,000		
Vergraven oppervlaktes		350,000			228,000		
Verstoorde oppervlaktes (pijpleiding touchdown)-m^2		350,000			228,000		
Talud		1:6			1:6		
Licht		24/7 operatie			24/7 operatie		
Geluid		24/7 operatie			24/7 operatie		
Pijpleiding begraven							
toelichting	*post installatie begraven*	*post installatie begraven in trench*	*post installatie begraven*	*post installatie begraven*	*post installatie begraven in trench*	*post installatie begraven*	*post installatie begraven*
Methode	ploegen, fluidiseren of jetten	ploegen, fluidiseren of jetten	ploegen, fluidiseren of jetten	ploegen, fluidiseren of jetten	ploegen, fluidiseren of jetten	ploegen, fluidiseren of jetten	ploegen, fluidiseren of jetten
Duur van werkzaamheden (weken)	1	1	1	1	1	1	1
Moment (getij) van werkzaamheden	24 uur	24 uur	24 uur	24 uur	24 uur	24 uur	24 uur
Vergraven oppervlaktes (m^2)	6,500	in bagger geul	20,000	35,000	in bagger geul	20,000	25,000
Verstoorde oppervlaktes (m^2)	13,000	in bagger geul	40,000	70,000	in bagger geul	40,000	50,000
Licht	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel
Geluid	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel
Aanleg kabel en leiding kruising	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1 NGT*	*0*
Aanvoer van materieel en materiaal						water (mattress + rock placement)	
Vergraven oppervlaktes (m^2)						nvt	
Verstoorde oppervlaktes (m^2)	Geen actieve Crossings	Geen actieve Crossings	Geen actieve Crossings	Geen actieve Crossings	Geen actieve Crossings	3,000 m2	Geen actieve Crossings
Licht						1 maal 1 + 2 dagen werk (24/7)	
Geluid						1 maal 1 + 2 dagen werk (24/7)	
Knippen kruising verlaten kabel	*0*	*2*	*1*	*3*	*1*	*0*	*0*
Aanvoer van materieel en materiaal		water (clumpweights)	water (clumpweights)	water (clumpweights)	water (clumpweights)		
Vergraven oppervlaktes (m^2)		600 m2	300 m2	900 m2	300 m2		
Verstoorde oppervlaktes (m^2)	Geen verlaten crossings	1,200 m2	600 m2	1,800 m2	600 m2	Geen verlaten crossings	Geen verlaten crossings
Licht		4 dagen werk daglicht	2 dagen werk daglicht	6 dagen werk daglicht	2 dagen werk daglicht		
Geluid		4 dagen werk daglicht	2 dagen werk daglicht	6 dagen werk daglicht	2 dagen werk daglicht		

Datum 24/08/2023
Versie 0
Titel **Zoutkamperlaag - segmenttunnel shore crossing**

Benodigde informatie op de Waddenzee baseline 2				Zie voor rest route Baseline2-East HDD KP12 en verder
Nr.	Onderwerp			
Sectie	**Van KP**	**-0.8**		
	Naar KP	**5.0**		
	toelichting	*Kruising van primaire kering + kwelder*		
	Pijpleiding Installatiemethode	Geboorde tunnel + intrekken leiding (offshore naar onshore of onshore naar offshore)		
	Overzicht van in te zetten materieel	Tunnel OD 4 m / ID 3.6 m (bv een Herrenknecht AVND3600AH segment lining machine, Earth Pressure Balance of Slurry TBM. Geankerd legschip pipe supply		
	Aanvoer van materieel en materiaal	land en water		
	Duur van werkzaamheden weken	52		
	Baggermethode legschip toegangsgeul	TSHD		
	Baggervolume (m3)	10,000		
	Duur van werkzaamheden (weken)			
	Moment (getij) van werkzaamheden	rondom laagtij		
	Verspreidingslocatie	lokaal		
	Verspreidingsmethode	depositie in de geul		
	Breedte trench in m	8		
	Diepte trench in m	5		
	Lengte trench in m	25		
	Talud	1:4		
	Vergraven oppervlaktes (tunnel pit, laybarge access channel)	Ontvangst lokatie tunnel boor machine cica 12 meter diep.: Bagger volume 10.000m^3 Verstoring zeebed 4500 m^2 (1:4) slopes)		
	Verstoorde oppervlaktes (ankers, pijpleiding touchdown)	Minimale land constructie site 100*100=10,000m^2, plus opslag segmenten (basis is intrekken leiding van offshore)		
	Licht			
	Geluid			
	Pijpleiding begraven : Baggeren en vergraven			
	toelichting	*tunnel exit pit*		
	Methode	TSHD		
	Baggervolume (m3)	10,000		
	Duur van werkzaamheden (weken)	nvt		
	Moment (getij) van werkzaamheden	rondom laagtij		
	Verspreidingslocatie	lokaal		
	Verspreidingsmethode	depositie in de geul		
	Breedte trench in m	8		
	Diepte trench in m	5		
	Lengte trench in m	25		
	Talud	1:4		
	Aanvoer van materieel en materiaal	land en water		
	Vergraven oppervlaktes (m^2)	Ontvangst lokatie tunnel boor machine cica 12 meter diep.: Verstoring zeebed 4500 m^2 (1:4) slopes)		
	Verstoorde oppervlaktes (m^2)	Minimale land constructie site 100*100=10,000m^2, plus opslag segmenten (basis is intrekken leiding van offshore)		
	Licht			
	Geluid			

Datum 24/08/2023
Versie 0

Titel Zoutkamperlaag - West serie HDD's

Benodigde informatie op de Waddenzee baseline_X_VLST					Zie voor rest route Baseline2-East HDD KP12 en verder (300 meter tail voor recovery)
Nr.	Onderwerp				
		Tussen elke 1700 meter HDD zitten twee werkeilanden van 100 x 10 meter			
	Installatie	**KP 0.0 - KP 1.7**	**KP 1.8 - KP 3.5**	**KP 3.6 - KP 5.3**	
	toelichting	*Kruising van primaire kering + kwelder*	*Kruising waddenzee*	*Kruising waddenzee / Engelsmanplaat*	
	Installatiemethode (300-ton HDD rig)	HDD 1 - 1700 meter - Diameter buis (36") (H_d) (of 48")	HDD 2 - 1700 meter - Diameter buis (36") (H_d) (of 48")	HDD 3 - 1700 meter - Diameter buis (36") (H_d) (of 48")	
	Bentoniet en Recycle	Op land	Op land via Boosterpomp / 6" retour leiding geinstalleerd door HDD1	Op land via Boosterpomp / 6" retour leiding geinstalleerd door HDD1 & HDD 2	
	Boor proces (H_d)	- Pilot 12 1/4" (H_d) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H_d) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H_d) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle	
	Aanvoer personeel	- Via land	- Via Crew Boot op hoog water (crew verblijft aan boord) - Zeer ondiep + 2 meter LAT eventueel met amfibische voertuigen!	- Via Crew Boot op hoog water (crew verblijft aan boord) - Zeer ondiep + 2 meter LAT eventueel met amfibische voertuigen!	
	Installatie Stalen buis	- Op land met pipe pusher & HDD rig - 1700 meter uiteg trace nodig	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie buis live is te volgen	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie buis live is te volgen	
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden weken	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)	
	Getijden windows	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 3:20 uur voor locaties +2.0 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - Niet bereikbaar (met amfibische voertuigen)	
	Baggeren en vergraven	**KP 0.0 - KP 1.7**	**KP 1.8 - KP 3.5**	**KP 3.6 - KP 5.3**	
	toelichting	*Kruising van primaire kering + kwelder*	*Kruising waddenzee*	*Kruising waddenzee / Engelsmanplaat*	
	Baggermethode	NVT	NVT	NVT	
	Baggervolume (m3)				
	Duur van werkzaamheden (weken)				
	Moment (getij) van werkzaamheden				
	Verspreidingslocatie				
	Verspreidingsmethode				
	Breedte trench in m				
	Diepte trench in m				
	Lengte trench in m				
	Talud				
	Materieel (offshore)				
	Overzicht van in te zetten materieel		- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter -Accommodatie voor 16 personen -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -2x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x COSSH Container(10ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -30-ton rupskraan -1x Crawler Kraan -Spudpalen -4x anker lieren -1xTrilblok -Damwandplanken	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter -Accommodatie voor 16 personen -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -2x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x COSSH Container(10ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -30-ton rupskraan -1x Crawler Kraan -Spudpalen -4x anker lieren -1xTrilblok -Damwandplanken	
	Materieel (onshore)				
	Overzicht van in te zetten materieel	- HDD spread met: -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8") -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x powerpack (20ft) -2x Mixunit (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -3x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x Olie opslag (10ft) -1x mudlab (10ft) -2x Recycle system (20ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -Gebied opslag project spullen (5x5 meter) -Gebied opslag bentoniet (5 x 10 meter) -Wateropslag (200 m3) -30-ton rupskraan -18-ton mobiele kraan -Ketenpark (kantoor, vergaderruimte, schaft, sanitair, kleedruimtes) (8x 20ft) -Las equipment (optioneel)		
	Aanvoer materieel				
	Aanvoer van materieel en materiaal	**land:** - Vrachtwagens **water:** - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	
	Oppervlaktes				
	Vergraven oppervlaktes (let op, hier zitten formules in dus allen waardes in Groene Cellen veranderen Rode Cellen zijn berekende waardes				
	HDD	**Waarde**	**Eenheid**	**Opmerking**	
	Diameter buis	48	[Inch]	In de huidige studie gaan we uit van een 36" waterstof leiding. Om voorbereid te zijn in te toekomst kan dit bijvoorbeeld ook een 48" leiding worden	
	Diameter buis	1.2192	[m]		
	Factor Diameter boorgat	1.4	[-]	tijdens detailed engineering kan deze factor nog veranderen tussen de waarde 1.2 - 1.5 afhankelijk van de diameter van de buis, intrede hoek en radius.	
	Totale diameter boorgat	1.70688	[m]		
	Lengte boring	1700	[m]		
	Aantal boringen	6	[-]		
	Aantal m3 per boring	3889.96	[m3]		
	Totaal aantal m3	23339.74	[m3]		
	Bouwkuip				
	Lengte	100	[m]		
	Breedte	10	[m]		
	Diepte	6	[m]	Er is nu uitgegaan dat er uit de bouwkuip 6 meter grond moet worden ontgraven wat later weer terug wordt gebracht tot orgineel zeebed niveau. Dit om er voor te zorgen dat de pijp op het wad een minimale dekking heeft van 4.0 meter bovenkant leiding. Dit aangezien het gebied morfologisch instabiel is	
	Aantal bouwkuipen	5	[-]		
	Aantal m3 per bouwkuip	6000	[m3]		
	Toaal aantal m3	30000	[m3]		
	Verstoorde oppervlaktes				
	Bouwkuipen	5000	[m2]	Langdurige verstoring	
	HDD string voor installatie	10200	[m2]	Kortstondige verstoring (max 2 dagen)	
	werkbak HDD spread				
	Lengte	60	[m]		
	Breedte	30	[m]		
	Ankergebied (4x per locatie)	500	[m2]		
	Totale oppervlakte	9500	[m2]	Langdurige verstoring	
	Werkbak Extra equipment (aan/afvoer)				
	lengte	30	[m]		
	breedte	10	[m]		
	Totale oppervlakte	1500	[m2]	Langdurige verstoring	
	Multicat / Sleeper				
	Lengte	40	[m]		
	Breedte	12	[m]		
	Totale oppervlakte	2400	[m2]	Langdurige verstoring	
	Totaal aantal vergraven volume	53339.74	[m3]		
	Totaal aantal verstoorde oppervlaktes	28600	[m2]		
	Licht en geluid				
	Licht	- Boorwerkzaamheden zijn 24/7. Er kan gebruik gemaakt worden van groene kappen rondom de lichten zodat het licht minder intens wordt ervaren door vogels in het gebied - Mobilisatie en andere werkzaamheden kunnen 12/7 worden uitgevoerd			
	Geluid	- Geluidsniveau HDD spread op de bron is XX dB. Hier kunnen mitigerende maatregelen voor worden genomen. Denk hierbij aan de volgende items: '- Electrische HDD rig - Hybride Hogedruk pomp voor bentoniet - Gebruik van moderne Generatoren (Stage V generatoren sets) - Eventueel waterstof generatoren			

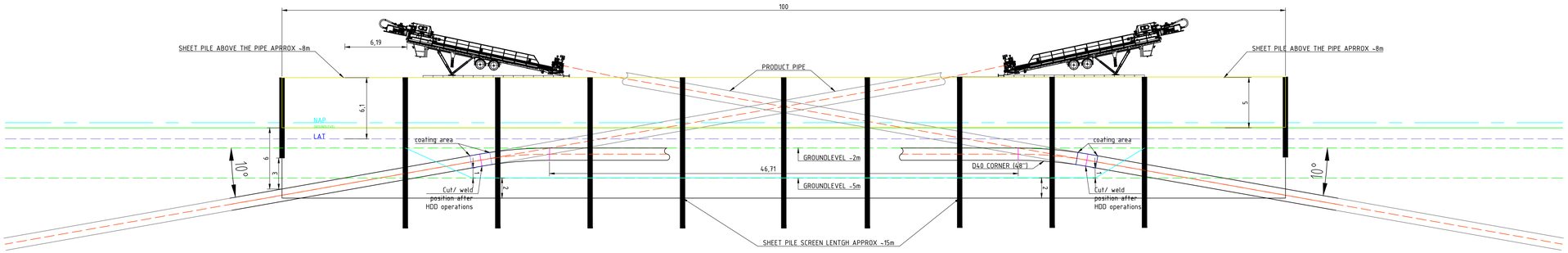
Datum 24/08/2023
Versie 0
Titel Zoutkamperlaag - West Hybride

Nr.	HDD kruising waterkering	
Sectie	**Van KP**	**0.0**
	Naar KP	**1.7**
	toelichting	*Kruising van primaire kering + kwelder*
	Installatiemethode (300-ton HDD rig)	HDD - 1700 meter - Diameter buis (36'') (H_0) (of 48'')
	Bentoniet en Recycle	Op land
	Boor proces (H_0)	- Pilot 12 1/4" (H_0) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48'' pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle
	Aanvoer personeel	- Via land
	Installatie Stalen buis	- Op land met pipe pusher & HDD rig - 1700 meter uitleg trace nodig
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden weken	4 (excl. mob/demob)
	Getijden windows	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT
	Materieel (onshore)	
	Overzicht van in te zetten materieel	- HDD spread met: -1x 300-ton HDD rig -Stangenkratten (2000 meter boorpijp 7 5/8'') -1x Stuurcabine (10ft) -1x Hogedrukpomp (20ft) -1x powerpack (20ft) -2x Mixunit (20ft) -1x Bentoniet opslagtank (40 ft) -3x 500 kVa generator sets (20ft) -1x 60 kVa generator set (10 ft) -1x Olie opslag (10ft) -1x mudlab (10ft) -2x Recycle system (20ft) -1x Reserve onderdelen container (20ft) -1x Werkplaatscontainer (20ft) -1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) -Gebied opslag project spullen (5x5 meter) -Gebied opslag bentoniet (5 x 10 meter) -Wateropslag (200 m3) -30-ton rupskraan -18-ton mobiele kraan -Ketenpark (kantoor, vergaderruimte, schaft, sanitair, kleedruimtes) (8x 20ft) -Las equipment (optioneel)
	Aanvoer materieel	
	Aanvoer van materieel en materiaal	**land:** - Vrachtwagens **water:** - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)
	Oppervlaktes	
	Vergraven oppervlaktes (let op, hier zitten formules in dus allen waardes in Groene Cellen veranderen Rode Cellen zijn be	
	HDD	**Waarde**
	Diameter buis (inch)	48
	Diameter buis (m)	**1.2192**
	Factor Diameter boorgat	1.4
	Totale diameter boorgat (m)	**1.70688**
	Lengte boring (m)	1700
	Aantal m3 boring	**3889.96**
	Bouwkuip offshore voor tie-in	
	Lengte (m)	100
	Breedte (m)	10
	Diepte (m)	3
	Aantal m3 per bouwkuip	**3000**
	Verstoorde oppervlaktes	
	Bouwkuip m2	**1000**
	HDD string voor installatie (m2) - 5 m breed	**8500**
	werkbak HDD spread	
	Lengte	60
	Breedte	30
	Ankergebied (4x per locatie)	100
	Totale oppervlakte	**1900**
	Werkbak Extra equipment (aan/afvoer)	
	lengte	30
	breedte	10
	Totale oppervlakte	**300**
	Multicat / Sleeper	
	Lengte	40
	Breedte	12
	Totale oppervlakte	**480**
	Totaal aantal vergraven volume	**3000**
	Totaal aantal verstoorde oppervlaktes	**12180**
	Licht en geluid	
	Licht	- Boorwerkzaamheden zijn 24/7. Er kan gebruik gemaakt worden van groene kappen rondom de lichten zodat het licht minder intens wordt ervaren door vogels in het gebied - Mobilisatie en andere werkzaamheden kunnen 12/7 worden uitgevoerd
	Geluid	- Geluidsniveau HDD spread op de bron is XX dB. Hier kunnen mitigerende maatregelen voor worden genomen. Denk hierbij aan de volgende items: ' - Electrische HDD rig - Hybride Hogedruk pomp voor bentoniet - Gebruik van moderne Generatoren (Stage V generatoren sets) - Eventueel waterstof generatoren

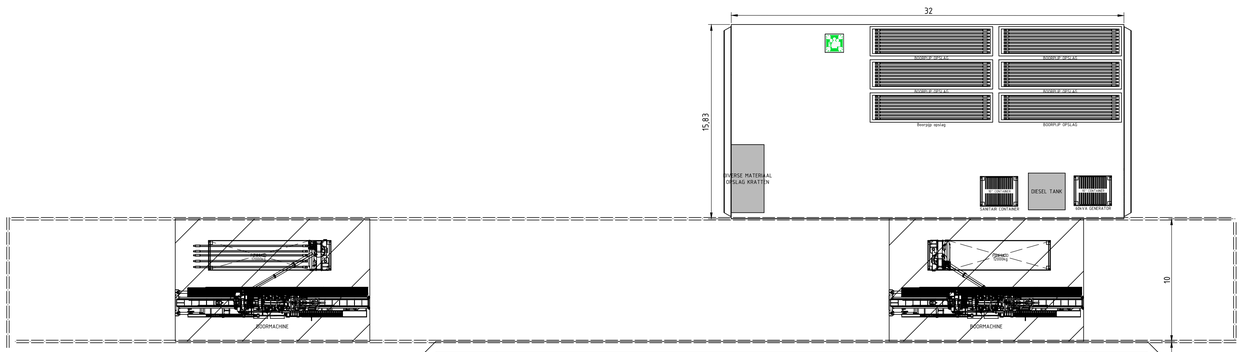
Trench Sectie	
Van KP	**1.7**
Naar KP	**3.0**
toelichting	*Ondiepe sectie:trenching met trencboxen*
Pijpleiding Installatiemethode	Leiding ingetrokken vanaf geankerd legschip bij KP 3.5
Overzicht van in te zetten materieel	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen
Aanvoer van materieel en materiaal	water
Duur van werkzaamheden weken (fabriceren string en intrekken richting HDD tie-in	3 weken
Licht	24/7 geankerde legbak
Geluid	24/7 geankerde legbak
Trenching	
Materieel	Plaatsen en ontgraven trenchboxen : Opslag trenchboxen en kantoren nabij constructie site : 100 m * 100 m 2* 18 ton mobiele kraan (amfibisch) transport equipment amfibisch)
Baggervolume (m3) - (binnen trenchbox)	13,650
Duur van werkzaamheden (weken)	12 weken
Moment (getij) van werkzaamheden	
Verspreidingslocatie	in corridor (later terug geplaatst)
Verspreidingsmethode	backhoe
Breedte trench in m	3.5
Diepte trench in m	3.0
Lengte trench in m	1300
Vergraven oppervlaktes m^2	4,550
Verstoorde oppervlaktes m^2	52,000
Licht	werk bij daglicht
Geluid	werk bij daglicht
Pijpleiding Intrekken	
toelichting	
Methode	winch site
Baggervolume (m3)	nvt
Duur van werkzaamheden (weken)	3 weken
Moment (getij) van werkzaamheden	24/7
Vergraven oppervlaktes (m^2)	NVT
Verstoorde oppervlaktes winch site op HDD cofferdam (m^2)	0
Licht	24/7
Geluid	24/7
Aanleg kabel en leiding kruising	
Aanvoer van materieel en materiaal	Geen actievekabel kruising
Vergraven oppervlaktes (m^2)	
Verstoorde oppervlaktes (m^2)	
Licht	
Geluid	
Knippen kruising verlaten kabel	
Aanvoer van materieel en materiaal	Geen verlaten kabel kruising
Vergraven oppervlaktes (m^2)	
Verstoorde oppervlaktes (m^2)	
Licht	
Geluid	

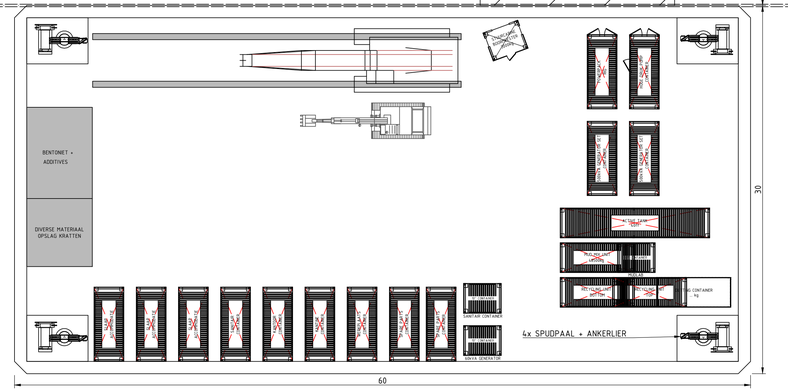
Offshore installatie		Zie voor rest route Baseline2-East HDD KP12 en verder (300 meter tail voor recovery)
Van KP	**3.0**	
Naar KP	**5.0**	
toelichting	*Toegang baggeren voor geankerd legschip*	
Pijpleiding Installatiemethode	Geankerd legschip + toegangsgeul + post installatie begraven	
Overzicht van in te zetten materieel	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher	
Aanvoer van materieel en materiaal	water	
Duur van werkzaamheden weken	1.9	
Verstoorde oppervlaktes (pijpleiding touchdown)-m^2	726,000	
Licht	24 uur; Anker legschip	
Geluid	24 uur; Anker legschip	
Baggeren toegangsgeul legschip		
Baggermethode legschip toegangsgeul	Afhankelijk zeebed migratie. Aangenomen 4 meter baggerdiepte over lengte. Gebaseerd op 2000m3 hopper, 6 ladingen per dag	
Baggervolume (m3) - netto	500,000	
Duur van werkzaamheden (weken)	6	
Moment (getij) van werkzaamheden	24/7	
Verspreidingslocatie	buiten geul	
Verspreidingsmethode	hopper opening	
Breedte trench in m	40 / 88	
Diepte trench in m	4	
Lengte trench in m	2,000	
Vergraven oppervlaktes m^2	176,000	
Verstoorde oppervlaktes m^2	176,000	
Talud	1:6	
Licht	24/7 operatie	
Geluid	24/7 operatie	
Aanleg kabel en leiding kruising	*0*	
Aanvoer van materieel en materiaal	Geen actieve Crossings	
Vergraven oppervlaktes (m^2)		
Verstoorde oppervlaktes (m^2)		
Licht		
Geluid		
Knippen kruising verlaten kabel	*0*	
Aanvoer van materieel en materiaal	Geen verlaten kabel kruising	
Vergraven oppervlaktes (m^2)		
Verstoorde oppervlaktes (m^2)		
Licht		
Geluid		

Appendix E Aanvullende tekeningen HDD serie constructie (VLST b.v.)

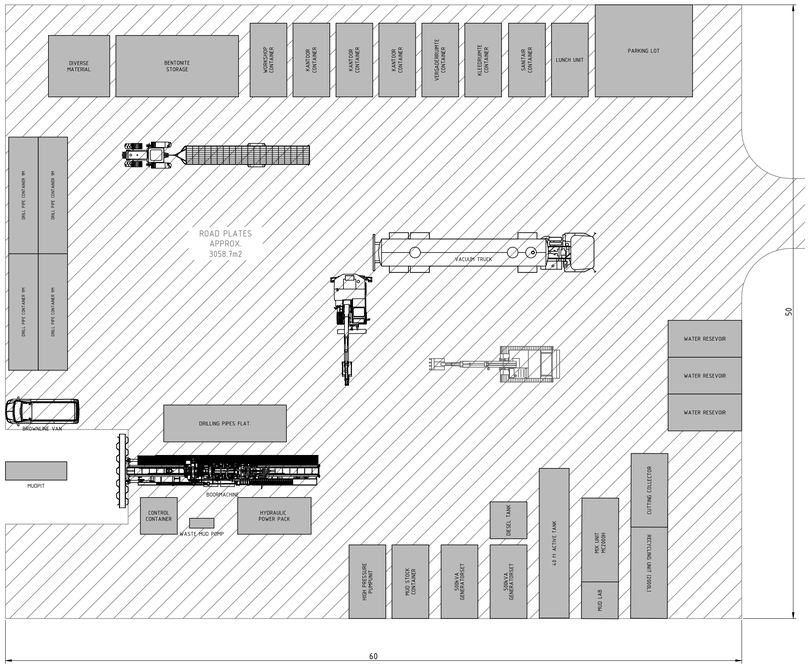


SIDE VIEW SHEET "DRILL ISLAND"
SCALE 1:200





TOP VIEW SITE LAYOUT OFFSHORE HDD
SCALE Custom



TYPICAL SITE SETUP ONSHORE
SCALE 1:200

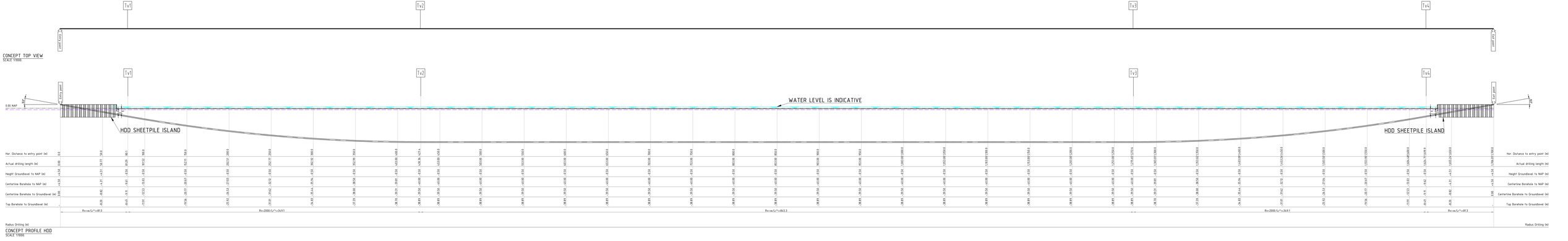
Van Leeuwen Trenchless Techniques
Ampèreweg 17, 3442 AB Woerden T +31 (0)348 44 14 99
tekenkamer@vlst.com www.vlst.com

Project	STUDY "WADDENZEE"
Subject	DAMWAND KUIP WADDENZEE KRUISINGEN
Contractor	INTECSEA
Licenceholder	N.A.

Dossier nummer –	Drawn by S.VAN ZWOL	Date 7-8-2023	Scale 1:200	Fase LAYOUT
Character –	Checked by	Date Check	Format A1.5 (594 x 1050)	Sheet 1 / 1
				Drawingnumber 23136999-P0 Wijz 1

Coördinaatstelsel: n/a

Het kopiëren is verboden



Van Leeuwen Trenchless Techniques
Amsterweg 21, 3882 AB Putten
T +31 (0)341 74 88 88
www.vltt.com
info@vltthdd.com

Project	STUDY "WADDENZEE"
Subject	CONCEPT HDD PROFILE
Contractor	INTECSEA
Locomotive	N.A.
Drawn by	S.VAN ZWOL
Date	5-8-2023
Scale	1000
Title	LAYOUT
Checked by	
Date Check	
Format	A3 h 420 x 1000
Sheet	1 of 1
Drawingnumber	23136999-P0
Rev	1

Coordinatesystem: n/a

© VLTT

BIJLAGE: HERITAGE IMPACT ASSESSMENT

PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ)-EEMSHAVEN

Heritage Impact Assessment of the UNESCO World Heritage Site the Wadden Sea

Ministry of Climate and Green Growth

7 February 2025

Witteveen + Bos

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Project	Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ)-Eemshaven
Client	Ministry of Climate Policy and Green Growth
Titel	Heritage Impact Assessment of the UNESCO World Heritage Site the Wadden Sea
Organisatie	RHW - Combi RHDHV & W+B
Werkpakket	
Onderdeel	GEN - General
Soort	RP - Report
Discipline	EN - Environmental
Status	A1 - Client accepted
Voortgangspercentage	100%
Projectnummer	BJ8362
Document Referentie	BI8362-101-119
Datum	7 february 2025

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Postbus 24087
3511 SW Utrecht
Nederland
www.witteveenbos.com

Royal HaskoningDHV Nederland B.V.
Postbus 1132
3818 EX Amersfoort
Nederland
www.royalhaskoningdhv.nl

1 INTRODUCTION 7

1.1 Objective of PAWOZ 7

1.2 World Heritage in Dutch law 7

1.3 PAWOZ in Heritage Impact Assessment 8

1.4 Method 8

2 HIA METHODOLOGY 10

2.1 World Heritage Convention and Statement of Outstanding Universal Value 10

2.1.1 Outstanding Universal Value (OUV) 10

2.2 Assessment alternatives and impact on the World Heritage site 11

2.2.1 Identifying impacts 11
2.2.2 Predicting impacts 11
2.2.3 Evaluating impacts 12

2.3 Mitigating negative impacts 12

3 HIA OF THE WADDEN SEA 14

3.1 Current situation 15

3.1.1 Geological processes 15
3.1.2 Ecological processes and biodiversity 16
3.1.3 Management and protection 16

3.2 Outstanding Universal Value of the Wadden Sea 17

3.2.1 Criteria 17
3.2.2 Substantiating the OUV of the Wadden Sea into attributes 18

3.3 Wadden Sea specific HIA assessment method 19

3.3.1 Relationship HIA and EIA 19

4 THE PROPOSED ACTION IN THE WADDEN SEA 26

4.1 Scope: Distinction World Heritage site, buffer zone and wider setting 26

4.2 The proposed action 26

4.2.1 Electrical connection network at sea and on land 28
4.2.2 Hydrogen connection network at sea and on land 29
4.2.3 Tunnel system 29
4.2.4 Installation techniques for cable systems and pipelines at sea and land 29

4.3 Investigated alternatives 30

4.3.1 II: Oude Westereems route 32
4.3.2 V: Boschgat route 33
4.3.3 VII: Schiermonnikoog Wantij route 35
4.3.4 VIII: Ameland Wantij route 37

4.3.5 IX: Zoutkamperlaag route 38
4.3.6 X: Tunnel route 40

5 IMPACT ASSESSMENT OF PAWOZ ROUTES ON THE OUV OF THE WADDEN SEA 42

5.1.1 II: Oude Westereems route - cable system (variant A and A1) 42
5.1.2 II: Oude Westereems route - pipeline 53
5.1.3 V: Boschgat route- cable system (variant A and A1 together) 64
5.1.4 VII: Schiermonnikoog Wantij route - cable system (variant A and A1) 76
5.1.5 VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline 88
5.1.6 VIII: Ameland Wantij route - pipeline 99
5.1.7 IX: Zoutkamperlaag route - pipeline (variant A1 and A2) 110
5.1.8 X: Tunnel route 122

6 CUMULATIVE EFFECTS 132

6.1.1 Autonomous developments 132
6.1.2 Future developments 134
6.2 Cumulative effects 135
6.2.1 Cumulative effects on geological processes 136
6.2.2 Cumulative effects on ecological processes and biodiversity 136

7 CONCLUSION 148

7.1 Impact on overall OUV 149
7.2 Impact on OUVs per route 151
7.3 Compensation measures 155
7.4 Recommendations for further research 158
7.5 Recommendations for Wadden Sea specific HIA methodology 161

8 TERMINOLOGY 162

9 REFERENCES 165

Last page 167

Table of contents

		Number of pages
I	Outstanding Universal Value Criteria, UNESCO	1
II	HIA Impact Assessment table	1
III	UNESCO statement of outstanding universal value of the Wadden Sea	2
IV	HIA assessment table for PAWOZ	6
V	Cable system and pipeline installation techniques at sea and land	3

SUMMARY

PM to be inserted in the definitive edition (NL/UK)

1

INTRODUCTION

1.1 Objective of PAWOZ

In the Climate Agreement (2021) the European Union and the Dutch government set the goals to achieve a 55 % reduction in CO_2 emissions by 2030 and to become climate-neutral by 2050. Climate-neutral means ensuring no harmful substances are emitted that alter the climate. To achieve these goals, the generation of wind energy at sea is being considered as one of the solutions. Research by the Dutch government indicates that there is space for multiple wind farms in the North Sea, including northwards of the Dutch Wadden Islands. These offshore wind farms will produce both electricity and hydrogen. These wind farms can generate significant amounts of renewable energy. However, in order to use this energy, it must be transported to the mainland through high voltage electricity cable systems (hereinafter: cable systems) or hydrogen pipelines (hereinafter: pipelines).

The program 'Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven' (PAWOZ or 'Offshore Wind Connection Program - Eemshaven' in English), investigates potential routes in order to transfer energy produced in offshore wind farms to the mainland, more specifically to the Eemshaven. These potential routes not only cross the North Sea and the mainland, but also the UNESCO World Heritage site the Wadden Sea.

1.2 World Heritage in Dutch law

Since 2009, the Wadden Sea has been recognized as a UNESCO Natural World Heritage Site under the World Heritage Convention (1972). This designation entails a commitment to safeguarding the Wadden Sea's Outstanding Universal Value (OUV), encompassing its geomorphological processes, ecological dynamics, and rich biodiversity. Dutch national legislation pertaining to activities that could impact World Heritage is addressed within the framework of the 'Omgevingswet' (Environmental law), more specifically within the 'Besluit activiteiten leefomgeving' (Bal) (Environmental activities decree) and the 'Besluit kwaliteit leefomgeving' (Bkl) (Quality of the living environment decree).

Article 5.131 of the Bkl mandates an 'Omgevingsplan' (Environmental plan) must consider the preservation of the OUV of World Heritage. Furthermore, article 9.2 of the Bkl stipulates that the Minister of Climate Policy and Green Growth is prohibited from issuing a 'Projectbesluit' (project decision) if a project poses a threat to any OUVs. Chapter 14 of the Bal delineates national regulations concerning activities that directly or indirectly affect World Heritage. Specifically, article 14.7 of the Bal mandates safeguarding of World Heritage properties to prevent its damage or destruction (Cultural Heritage Agency of the Netherlands, et al., 2024, p.8).

The initiator of an activity is obliged to take all necessary measures to prevent any adverse effects on the OUV of the World Heritage Site. This duty of care is fundamental to the protection of World Heritage. However, the assessment of activities against the OUV of the Wadden Sea is not sufficiently ensured in the Nature Conservation Act nor in the Environmental Planning Act system. The geological and ecological processes, biodiversity values, and the integrity of the Wadden Sea are not covered by the Natura 2000 conservation objectives for the Wadden Sea, nor is there any other provision for assessing activities and projects against these components of the OUV (Bastmeijer and Philippart, 2024). Therefore, a Heritage

Impact Assessment (HIA) is needed in the case of PAWOZ, which will be further detailed in the following paragraph.

The site manager (the organization appointed as the custodian responsible for managing the relevant World Heritage Site) has a duty to promptly inform the Minister of Education, Culture, and Science of any planned activities that may impact the OUV of the World Heritage Site (article 10.49 Omgevingsbesluit).

1.3 PAWOZ in Heritage Impact Assessment

The areas in which the potential routes are projected host a variety of users and functions. On the mainland, there are extensive areas of fertile agricultural land, industry, onshore windfarms and the port of Eemshaven. At sea, navigation, fishing- and tourist activities are common, and diverse marine life thrives within. Given the potential implications of the routes for both society and environment, an Environmental Impact Assessment (EIA) and Integrated Impact Assessment (IIA) were conducted. These assessments were carried out to clarify the environmental impact of each potential route.

Considering that the potential routes intersect with the UNESCO World Heritage site the Wadden Sea, this HIA was conducted concurrently with the EIA and IIA. The HIA ensures timely evaluation of the potential impact on the OUV of the Wadden Sea. The HIA assessment is based on findings in the EIA sub-reports Nature and Seabed (In Dutch: MER sub-rapporten Natuur en Bodem op Zee). In line with the EIA, this HIA only assesses the effects of the installation of one cable system or one pipeline per year. The HIA assessment is conducted after technical and spatial optimization and effect mitigation of the routes. The findings of this HIA serve as a crucial component of decision-making information in determining the preferred solution.

1.4 Method

This research report employs the Heritage Impact Assessment (HIA) method, jointly developed by UNESCO and the advisory bodies to the World Heritage Committee, ICCROM, ICOMOS, and IUCN. The HIA methodology was created to foster cross-sectoral, multidisciplinary collaboration to identify solutions for protecting World Heritage properties and its appropriate adaptation to societal developments.

The Guidance and Toolkit for Impact Assessment in a World Heritage Context (UNESCO, et al., 2022) (from now referred to as: HIA Guideline) elucidates how HIAs help to gain insight in how project-related proposed activities may impact the OUV of World Heritage properties.

HIAs are conducted at the outset of project planning to identify any potential conflicts between proposed activities and the OUV of a particular site. Activities that jeopardize the OUV should be avoided. Given the irreplaceable nature of World Heritage, any necessary activities should prioritize minimizing impacts.

Based on the standard HIA method, but applied to the context of the Wadden Sea, this HIA research process involves five key steps:

1 Methodology description (Chapter 2).
2 Baseline and assessment method of the conservation values (OUVs) of the World Heritage property the Wadden Sea (Chapter 3).
3 Description of the proposed action, optimization and mitigation measures (Chapter 4).
4 Evaluation of the impacts of the proposed action on the OUVs of the World Heritage property (Chapter 5) and cumulative effects (Chapter 6).
5 Conclusion, compensation measures and recommendations for further HIAs of the Wadden Sea (Chapter 7).

Throughout the HIA process, engaging site holders of the relevant World Heritage Site is crucial. These

participatory engagements aim to proactively explore mitigating measures to minimize impacts on the site's core qualities. The participatory process of PAWOZ is detailed in the sub-report Stakeholder Management Plan (PAWOZ deelrapport Omgeving).

2

HIA METHODOLOGY

The rich diversity of heritage sites worldwide underscores the varying impacts they can experience. In order to comprehend the ramifications of activities on UNESCO sites, UNESCO has developed the HIA method. The HIA method involves conducting research to assess the impacts of proposed activities on the OUV of a World Heritage Site. The principal focus lies in safeguarding the integrity and authenticity of these heritage sites, thereby preventing and mitigating adverse effects. This chapter sets out the HIA methodology as outlined by UNESCO advisory bodies. In Section 3.3 the methodology of the HIA applied to the Wadden Sea is specified.

2.1 World Heritage Convention and Statement of Outstanding Universal Value

The World Heritage Convention is an international treaty adopted by the United Nations (UN) in 1972. The treaty establishes that cultural and natural sites, due to their OUV, should be protected in the future. These sites are included on the UNESCO World Heritage list. The Netherlands has signed the treaty and is therefore bound by its provisions.

The UNESCO Statement of Outstanding Universal Value includes the criteria of world heritage that constitute the OUV of a site. The ten criteria established by UNESCO (Annex I) describe aspects that make heritage of exceptional significance and of international importance for current and future generations, thus requiring permanent protection (UNESCO, 2023).

2.1.1 Outstanding Universal Value (OUV)

A HIA assesses the effects of project-related proposed activities on the OUV of the respective World Heritage. The OUV consists of the cultural and natural qualities that characterize the World Heritage. Heritage that meets at least one of the ten criteria for OUV (Annex I), and the conditions for integrity, protection and management (and in the case of *cultural* World Heritage also authenticity), is deemed 'of Outstanding Universal Value' and is thus eligible for the World Heritage List (UNESCO, 2023).

Integrity

Integrity is a measure of the wholeness and intactness of the natural and/or cultural heritage and its attributes:

- The extent to which the World Heritage Site includes all elements necessary to express its OUV.
- Whether it is of adequate size to ensure the complete representation of the features and processes which convey the World Heritage Site's significance.
- Whether it has been protected from adverse effects of development and/or neglect.

Authenticity is not considered a criterion for natural heritage and therefore not included in this assessment.

Protection and management

Protection and management relate to how a World Heritage Site's OUV, including its integrity and/or authenticity, are sustained and enhanced over time.

2.2 Assessment alternatives and impact on the World Heritage site

A critical part of the HIA-method is identifying, predicting, and subsequently evaluating impacts.

2.2.1 Identifying impacts

The aim of the impact identification is to determine what would happen to the attributes of a World Heritage Site if a proposed action took place. Attributes are the elements of a World Heritage site that convey its OUV and make them understandable. They can be physical, tangible features, but can also be intangible aspects such as social arrangements or cultural practices. An impact is the interaction of the proposed action with an attribute of the World Heritage Site. The impact assessment distinguishes three types of impact.

Direct impact
Direct impacts destroy or change the OUV of a World Heritage site as an immediate consequence of the proposed action. They are usually spatially close to the activity that causes them. For example, significant increase in noise levels at a natural heritage site reduces the quality of bird habitats.

Indirect impact
Indirect impacts are the effects that affect the OUV of a World Heritage site that are not immediately caused by the proposed action itself but occur as a result of the direct impacts. They are secondary consequences that are usually spatially removed from the initial activity and occur in the wider setting of the site. For example, changes in natural water flow downstream of a new dam affecting the OUV of a heritage site dependent on natural water fluctuation patterns.

Cumulative impact
Cumulative impact is the accumulation of multiple (small) disturbances to the OUV of the heritage site. These impacts consider the aggregate effect of past, present and reasonably foreseeable future actions and how they interact with each other. For example, multiple projects leading to progressive loss of natural habitat and associated animal species (UNESCO, et al., 2022).

2.2.2 Predicting impacts

Once impacts are identified, the likely scale and nature of these impacts are predicted. Impact prediction compares the current situation of the World Heritage Site (Chapter 3.1) with the situation in which the proposed action takes place (Chapter 4). Predictions of potential impacts can include a range of characteristics (Table 2.1).

Table 2.1 Characteristics of potential impacts and prompt questions as part of an impact assessment.

Impact characteristic	Prompt question
Magnitude	What change will occur?
Type	Is the impact positive or negative?
Extent	Which area will be affected by the impact?
Duration	How long will the impact last?
Frequency	How often will this impact occur?
Reversibility	Can this impact be reversed? If yes, is it easy to reverse?
Likelihood	How likely is it that this impact will occur?

2.2.3 Evaluating impacts

Impact evaluation determines whether the predicted effects of the proposed action are significant or not. This evaluation (Chapter 5) is conducted by scoring the impact of the proposed action/alternative on individual attributes that convey the Wadden Sea's OUV. This score ranges from 'major positive' to 'major negative' impact, in line with the HIA Guideline (UNESCO, et al., 2022).

Based on individual evaluations of the attribute per OUV (Chapter 5), the proposed action/alternative's overall impact on the OUV is concluded (Chapter 6). According to the HIA methodology, the impact evaluation results in conclusions regarding the extent to which the proposed action is acceptable in regard to the OUV. The possible conclusions as stated in the HIA Guideline (UNESCO, et al., 2022) are listed below.

If the proposed action has a negative effect on the OUV, three conclusions are distinguished:
- The negative effect is negligible and of no concern.
- The negative effect is significant but acceptable after mitigating measures are taken.
- The negative effect is significant and cannot be reduced by mitigating measures: the proposed action should not take place. However, within the context of PAWOZ, which is deemed crucial for achieving climate goals, compensation measures are being investigated before concluding that the proposed action should not proceed (see further explanation in Chapter 7.3).

If the proposed action has a positive effect on the OUV, three conclusions are distinguished:
- The positive effect is beneficial for the World Heritage and of no concern.
- A positive effect is indirect and can be achieved through a specific alternative or modifying the proposed action.
- The objective of the proposed action will not achieve the positive effect and therefore should not take place.

However, this HIA is based on the planEIA which means that further research is still needed to assess all effects. Therefore, the scoring of the alternatives in this HIA includes *possible* significant effects that *cannot be ruled out*. Also, the reduction of effects by mitigation is not yet evaluated in this phase of the program. Therefore, in this HIA, as in the planEIA, the assessment is based on *the prospect of* mitigation or compensation (See further elaboration in Chapter 3.3.1). In the conclusion (Chapter 7), recommendations for further data collection and further development of a Wadden Sea specific HIA method needed for improved evaluation is given. Only after the projectEIA is confirmed, in which preferred alternatives are further developed, conclusions can be drawn regarding the *acceptability* of the proposed action regarding the OUV of the Wadden Sea.

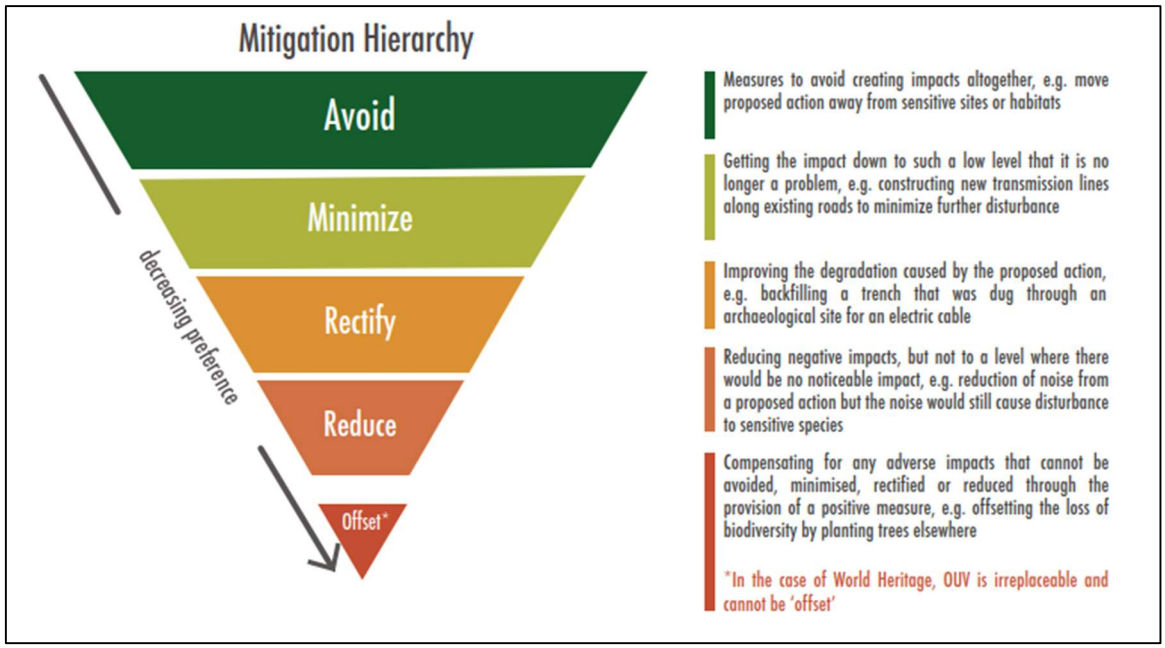
Impact assessment table

The HIA Tool 3 is an impact assessment table from the HIA Guideline (UNESCO, et al., 2022). This tool is used to present the evaluation of potential impacts of the proposed activities (see Annex II).

2.3 Mitigating negative impacts

If the proposed action has a negative impact on the OUV, mitigation should be considered to avoid or minimize any negative impacts. A 'mitigation hierarchy' is used in the HIA Guideline (UNESCO, et al., 2022), ranging from the preferred 'avoidance', through 'minimize', 'rectify', 'reduce' and 'offset' (see Figure 2.1). In the case of World Heritage, the OUV is irreplaceable and cannot be 'offset'. The best outcome for the World Heritage is to avoid negative impacts entirely. This includes the dismissal of the proposed action, or its relocation away from the World Heritage Site. However, as mentioned before, compensation measures are being investigated within the context of PAWOZ before concluding that the proposed action should not proceed (see further explanation in Chapter 7.3).

Figure 2.1 The World Heritage 'Mitigation hierarchy' from the HIA Guideline

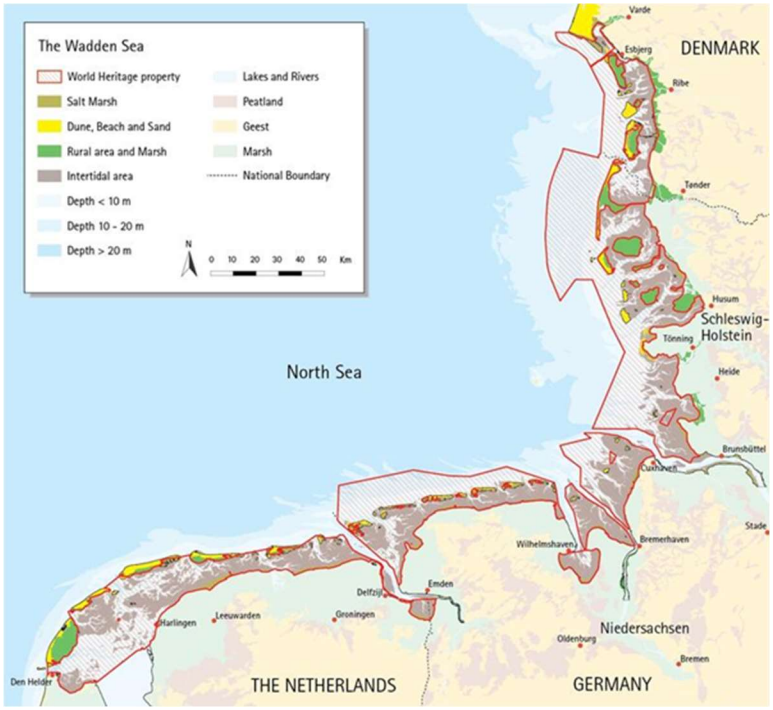


3

HIA OF THE WADDEN SEA

The Wadden Sea is an UNESCO world (natural) heritage site since 2009 because of its unique geological and ecological conservation values. It includes property in The Netherlands, Germany and Denmark, of which 4000 km^2 is located in The Netherlands (Figure 3.1).

Figure 3.1 Map of the World Heritage Site Wadden Sea and its major habitats (Common Wadden Sea Secretariat, retrieved 12-09-2024).



The Wadden Sea is a relatively shallow sea that extends from the province of North Holland in the Netherlands to Germany and Denmark. It is the world's largest intertidal ecosystem, covering almost 15.000 km^2. The tidal cycle is the driving factor of the natural processes in the Wadden Sea. The Wadden Sea contains a large number of transition zones between land, sea, fresh water and salt water, shallow and deep. Subtidal channels, tidal flats, seagrass meadows, mussel beds, sandbanks, mudflats, salt marshes, beaches, and dunes provide a habitat for a great diversity of plant and animal species, including marine mammals. Additionally, the Wadden Sea serves as an important nursery ground for juvenile fish and serves as a breeding and wintering ground for 10 to 12 million migratory birds each year (UNESCO, accessed 2024).

3.1 Current situation

3.1.1 Geological processes

The unique tidal system of the Wadden Sea has been shaped in the past 7000 years. Its morphology is influenced by natural processes including tides and sediment exchange. It is also affected by human interventions such as the closure of the Zuiderzee (1932) and Lauwersmeer (1969) and land reclamation efforts. Human interventions have reduced water retention and altered sedimentation and erosion patterns (Deltares, 2019).

Hydrodynamics

The Wadden Sea area is influenced by river discharge from the Rijn, Maas, Schelde, and Eems, leading to significant fluctuations in temperature and salinity. The tidal system ensures a continuous exchange of water between the Wadden Sea and the North Sea, with approximately 300 million m^3 of water flowing in and out during each tidal cycle. At low tide, 60 % to 80 % of the Wadden Sea is exposed, and water current speeds are highest in the channels. Waves in the Wadden Sea are lower than in the North Sea due to the shelter provided by the barrier islands.

Freshwater flows into the Wadden Sea from the IJsselmeer, the Ems, Lauwersmeer, and several smaller inlets. The salinity of the Wadden Sea water varies greatly, with average values ranging from 20 to 30 psu. The water is turbid due to the influx of silt, and sediment concentrations range from 5 to 100 mg/l, increasing during storms. In the Ems estuary, sediment concentrations are much higher and aggravated by continuous dredging operations. Since the 1950s, sediment concentrations in the Eems River have increased tenfold due to channel deepening.

Morphology and seabed dynamics

The Dutch part of the UNESCO Wadden Sea site is defined by its natural intertidal and subtidal areas. The seabed morphology of the Wadden Sea is primarily driven by tidal processes. Large volumes of water and sediment flow in and out of the Wadden Sea each tidal cycle, creating a dynamic pattern of channels and tidal flats. Sediment is continuously exchanged between channels, flats, and the outer delta. Silt and fine sand are mainly transported as suspended sediment, contributing to natural turbidity, while the transport of (coarser) sand occurs close to the seabed. Vegetated salt marshes and pioneer salt marshes along the edges of the Wadden Sea trap sediment.

The Wadden Sea consists of several tidal basins (or sea inlet systems), which are basins behind a sea inlet between two Wadden Islands that alternately fill and empty under the influence of tidal currents. Channels in such areas are connected to this sea inlet. Shallow areas called ‘tidal divides’ form at the boundaries between tidal basins, where fine sand and silt settle due to relatively low hydrodynamic energy. In the main channels with strong tidal currents, silt cannot settle, resulting in a sandy seabed.

Coastal foundation

The coastal foundation lies in the zone between the land and the NAP -20 m bed level contour, entirely within the Wadden Sea area. In 1990, the dynamic maintenance of the coastline was adopted, establishing the base coastline. The Dutch coast, including the Wadden Islands is eroding. When the coastline structurally lies behind the base coastline, it is locally replenished with sand via beach nourishments. This does not apply to the eastern ends of the Wadden Islands Ameland and Schiermonnikoog, where structural erosion is accepted as a natural process, affecting the required burial depth of cable systems and pipelines in these coastal zones. The base coastline has been adjusted several times since its establishment. Sand nourishments are also performed to allow the coastal foundation (up to NAP -20 m) to rise with the sea level.

Soil quality and composition

The seabed of the Wadden Sea mainly consists of sand, with finer sediment on the tidal flats compared to the channels. Approximately 10 % of the seabed material is silt, primarily originating from the cliffs along the French and English coasts, the Atlantic Ocean, and the Flemish Banks. This silt mainly settles on the landward side of the tidal flats and in the salt marshes, where the highest concentrations are found. The Wadden area

also contains clay layers in the subsurface, particularly in the Ems estuary, where erosion-resistant layers such as pot clay and old tidal clay significantly influence the development of channels and flats.

No seabed contamination is known in the Wadden Sea area (PAWOZ EIA sub-report Seabed).

3.1.2 Ecological processes and biodiversity

Natural dynamics and ecotopes

The Wadden Sea consists of a complex network of deep channels and shallow waters with sand and silt banks of which large parts are exposed during low tide. These banks are intersected by a finely branched system of channels. The almost undisturbed natural dynamic of water and sediment flows, creates a varied landscape with smooth natural transitions between deep and shallow waters, sandy and silty sediments, salt and fresh waters and from land to sea. Natural processes ensure the maintenance and development of characteristic ecotopes and habitats, and the boundaries between land and water constantly change. Each ecotope has a characteristic combination of abiotic factors that provides a unique habitat for certain species.

Food web

The availability of light and nutrients is the precondition for life in the Wadden Sea. Single-celled algae in the water column (phytoplankton) and on the surfaces of tidal flats (microphytobenthos) form the basis of the food web. Bottom-dwelling animals such as shellfish (mussels, oysters, Baltic tellins, and cockles) live off these algae and in turn serve as food for birds, fish and crustaceans. In the water column, the food chain is driven by zooplankton, small aquatic animals that live off algae and decomposed plant and animal material (detritus). Zooplankton is consumed by small fish, which are the prey of fish-eating bird species and mammals. Fish eating marine mammals, the harbour porpoise, common and grey seal are currently at the top of the food web in the Wadden Sea.

Biodiversity

As an estuary, at the border of land and sea, the Wadden Sea is a diverse ecosystem with many different habitats that provide foraging, resting and/or reproductive grounds for many species. An unmistakable link in any marine ecosystem, including the Wadden Sea, are bio engineers such as mussels, oysters, eelgrass, tubeworms, and pioneer plants on the salt marshes. By forming physical structures (reefs, fields, beds), they can influence wave action, water and sediment storms and therefore locally modify the physical environment. These structures also provide shelter against predators, attachment substrate and foraging opportunities. Bio engineers are therefore an attractive habitat for a wide range of organisms and an essential part of the biodiversity in the Wadden Sea.

Migratory species

The Wadden Sea is not only important for its permanent inhabitants, but also has an essential role for migratory species. Millions of migratory birds use the rich foraging grounds of the Wadden Sea to refuel before continuing their routes to their breeding or wintering grounds. Similarly, migratory fish use the Wadden Sea to reach fresh water in the hinterland or salty offshore seas to complete their life cycles. In this way, the Wadden Sea is of global importance both for the international flyway of migratory birds and for the swimway and life cycle of fish (PAWOZ sub-report Nature).

3.1.3 Management and protection

The Wadden Sea and surrounding areas play a crucial role in the protection of various habitat types and species, supported by national and international protection regimes such as Natura 2000, OSPAR, Water Framework Directive (KRW in Dutch), and the National Ecological Network.

The following paragraphs are a summary from the PAWOZ EIA sub-report Nature in the Wadden Sea.

Natura 2000

The Wadden Sea and surrounding areas are recognized as Natura 2000 sites with specific goals for the conservation of natural values such as habitat types, animal and plant species. The Wadden Sea (including the Eems-Dollard) is designated as a Bird Directive and Habitat Directive site covering 271,771 hectares, aimed at conserving 15 habitat types, 9 habitat directive species, 13 breeding bird species, and 39 non-breeding bird species.

To protect natural values in Natura 2000 areas, measures have been taken to prevent disturbances of especially birds and seals. This is done through access restriction decisions (TBB), where areas are permanently or temporary restricted for human activities (Ministerie van LNV, 2020). These restrictions are detailed in the 'Omgevingswet', Environmental Act in English, (Article 2.45, paragraph 1). The boundaries and periods of closure for these areas are annually adjusted based on the dynamics of the area.

OSPAR

The Wadden Sea includes various habitats such as mussel and oyster beds that are protected under the OSPAR Convention. Species like the harbour porpoise and the kittiwake are also protected under OSPAR.

Water Framework Directive

The Water Framework Directive focuses on achieving good ecological and chemical status of the waters in the Wadden Sea and adjacent coastal areas. It also encompasses biological elements such as phytoplankton, macrofauna, fish and vegetation (seagrass and saltmarsh) as part of the ecological water quality.

National Ecological Network and bird areas

The Wadden Sea and surrounding areas fall under various protection regimes such as the National Ecological Network (NNN). These areas contain important management types such as salt marshes, tidal flats, and dune landscapes, which are crucial for the conservation of meadow birds, farmland birds, and geese. Additionally, there are specific areas designated throughout the study area for the protection of meadow birds, farmland birds, and geese. These areas are crucial for maintaining biodiversity and provide important resting and feeding places for many bird species.

3.2 Outstanding Universal Value of the Wadden Sea

The Wadden Sea World Heritage Outstanding Universal Value (OUV) consists of three components: criteria, integrity, and protection and management.

3.2.1 Criteria

The Statement of Outstanding Universal Value (SOUV) for the Wadden Sea (see Annex III) specifies how the heritage site meets three criteria for OUV that refer to natural characteristics (see overview of overall criteria Annex I):

1. Outstanding geological processes (criterion viii): 'The Wadden Sea is a depositional coastline of unparalleled scale and diversity. It is distinctive in being almost entirely a tidal flat and barrier system with only minor river influences, and an outstanding example of the large-scale development of an intricate and complex temperate-climate sandy barrier coast under conditions of rising sea-level. Highly dynamic natural processes are uninterrupted across the vast majority of the property, creating a variety of different barrier islands, channels, flats, gullies, saltmarshes and other coastal and sedimentary features (UNESCO, accessed 2024).'

2. Ongoing ecological and biological processes (criterion ix): 'The Wadden Sea includes some of the last remaining natural large-scale intertidal ecosystems where natural processes continue to function largely undisturbed. Its geological and geomorphologic features are closely entwined with biophysical processes and provide an invaluable record of the ongoing dynamic adaptation of coastal environments to global change. There are a multitude of transitional zones between land, sea and freshwater that are the basis for

the species richness of the property. The productivity of biomass in the Wadden Sea is one of the highest in the world, most significantly demonstrated in the numbers of fish, shellfish and birds supported by the property. The property is a key site for migratory birds and its ecosystems sustain wildlife populations well beyond its borders (UNESCO, accessed 2024).'

3. Vital habitats for in-situ biodiversity conservation (criterion x): 'Coastal wetlands are not always the richest sites in relation to faunal diversity; however, this is not the case for the Wadden Sea. The salt marshes host around 2,300 species of flora and fauna, and the marine and brackish areas a further 2,700 species, and 30 species of breeding birds. The clearest indicator of the importance of the property is the support it provides to migratory birds as a staging, moulting and wintering area. Up to 6.1 million birds can be present at the same time, and an average of 10-12 million each year pass through the property. The availability of food and a low level of disturbance are essential factors that contribute to the key role of the property in supporting the survival of migratory species. The property is the essential stopover that enables the functioning of the East Atlantic and African-Eurasian migratory flyways. Biodiversity on a worldwide scale is reliant on the Wadden Sea (UNESCO, accessed 2024).'

The SOUV also details the fulfilment of integrity, and protection and management requirements for the Wadden Sea. The subsequent section presents these descriptions.

Integrity

The protected area of the Wadden Sea World Heritage site encompasses all ecosystem components and features (species, habitats, ecological processes) that form a natural and dynamic Wadden Sea area. The area is of sufficient size to maintain its typical ecosystems. Important features and values are protected from threats such as fishery, tourism, construction of energy infrastructure, commercial activities, extraction of natural resources and impacts of climate change by a management and monitoring system (UNESCO, accessed 2024).

Protection and Management

The maintenance of hydrological and ecological processes of the contiguous tidal flat system of the Wadden Sea is carried out through protection and management by local regimes and a Trilateral cooperation between the Netherlands, Germany, and Denmark. Human influences are regulated, and activities or developments are strictly controlled or even prohibited. An ecosystem approach is applied, ensuring that management and protection measures are integrated with other important activities, including fisheries, shipping, and tourism (UNESCO, accessed 2024).

3.2.2 Substantiating the OUV of the Wadden Sea into attributes

The OUV of the Wadden Sea is linked to geological, ecological and biological processes (although ecological and biological processes are distinct, they will hereafter be referred to as 'ecological processes' for readability), as well as biodiversity. It is also linked to the integrity and protection of these conservation values, for example, by preserving the adequate size of the heritage site and ensuring good management.

Attributes

The Wadden Sea Academy is an interdisciplinary research initiative dedicated to studying the Wadden Sea and its surrounding coastal areas. The academy supports scientific research to understand the complex ecological, environmental, and social dynamics of the Wadden Sea region. Bastmeijer and Philippart (2024) wrote a Memo in which a first list of attributes is proposed to assess the OUV of the Wadden Sea. The list of attributes from the Memo has been chosen in this HIA as the baseline for this assessment because it is more comprehensive, even though it largely aligns with the attributes used in The Integrated Management Plan for One Wadden Sea World Heritage (The SIMP) (Common Wadden Sea Secretariat, 2023).

The list of attributes identified by the Wadden Sea Academy is provided below, categorized according to the three OUV-criteria:

1. Outstanding geological processes (criterion viii):

1 Size of the area where sediment is deposited.
2 Amount of river discharge.
3 Surface area of regions with salt gradients.
4 Rate of sea level rise.
5 Size of islands, sandbanks, channels, mudflats, and salt marshes.

2. Ongoing ecological processes (criterion ix):

6 Primary production (production by plants).
7 Production by animals, from shellfish to marine mammals.
8 Numbers of fish, shellfish, and birds.
9 Food availability for fish, shellfish, and birds.

3. Vital habitats for in-situ biodiversity conservation (criterion x):

10 Number of species (plants and animals) present in the salt marsh.
11 Number of species (plants and animals) in salt and brackish water areas.
12 Number of breeding bird species.
13 Fattening areas for migratory birds.
14 Roosting areas for migratory birds.
15 Wintering areas for migratory birds (km2).
16 Food supply for migratory birds.
17 Tranquility for migratory birds.
18 Numbers of birds and migratory birds.
19 Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds.
20 Biodiversity.

The potential impacts on these attributes will be assessed based on the characteristics of the impact including type of impact and its extent, duration, frequency, reversibility and likelihood, as shown before in Chapter 2, Table 2.1.

3.3 Wadden Sea specific HIA assessment method

Chapter 2 describes the general HIA methodology. This paragraph specifies the HIA methodology for the Wadden Sea.

3.3.1 Relationship HIA and EIA

The HIA is based on the Environmental Impact Reports conducted for PAWOZ, specifically:

- PAWOZ EIA sub-report Seabed.
- PAWOZ EIA sub-report Nature.

Table 3.1 provides an overview of the OUV-criteria, attributes (based on the Memo from the Wadden Academy), and the related components assessed in the EIA (Environmental Impact Assessment, Seabed and Nature sub-reports), and the effects of the activities as presented in the EIA. Below the table the approach is explained in more detail.

Table 3.1 Overview of the OUVs and attributes that are assessed in this HIA based on related components and effects of PAWOZ as presented in the EIA (Nature and Seabed sub-reports). * Habitat type includes the typical species of intertidal flats (Natura 2000 habitat type H1140) and submerged sandbanks (Natura 2000 habitat type H1110). These typical species are fish, shellfish and other benthos species (species living in or on the sediment). ** Habitat type includes the typical species of salt marsh habitat types (Natura 2000 habitat type H1330, H1320 and H1310). These typical species involve saltmarsh vegetation. *** In the HIA only migratory birds with a strong Wadden Sea dependency are evaluated (see explanation below the table).

OUV-criteria	Attribute	EIA	Effects of PAWOZ that could affect the attribute
viii) geological processes	Size of the area where sediment is deposited	Natural morphodynamic and hydrodynamic processes	- Sedimentation and erosion; - Change in seabed levels; - Change in waves and current dynamics
	Quantity of river discharge	Hydrology	- Change in current dynamics; - Change in salt gradients
	Surface of areas with salt gradients	Natural morphodynamic and hydrodynamic processes	- Change in fresh water inflow from rivers and canals; - Change in current dynamics
	Rate of sea level rise	Global and regional scale consequence of climate change	- Sedimentation and erosion
	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats, and salt marshes	Natural morphodynamic and hydrodynamic processes	- Sedimentation and erosion; - Change in substrate dynamics; - Change in seabed levels; - Change in waves and current dynamics
ix) ecological processes	Primary production	Primary production	- Increase in turbidity
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Habitat type (typical species) * Marine mammals Birds (all) Fish	- Increase in turbidity; - Increase in sedimentation; - Change in substrate dynamics
	Numbers of fish, shellfish and birds	Fish Habitat type (typical species) * Birds (all)	- Increase in underwater sound and vibrations; - Increase in optical disturbance and light; - Increase in turbidity; - Change in substrate dynamics; - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in sedimentation; - Presence of electromagnetic fields (only applicable for cable systems)
	Food availability for fish, shellfish and birds	Primary production Habitat type (typical species) * Fish Birds (all)	- Increase in sedimentation; - Change in substrate dynamics; - Increase in underwater sound and vibrations; - Increase in turbidity
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Habitat type (typical species) ** Breeding birds Birds (all)	- Increase in above water sound and vibrations; - Increase in optical disturbance and light

OUV-criteria	Attribute	EIA	Effects of PAWOZ that could affect the attribute
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Marine mammals Fish Habitat type (typical species) * Birds (all)	- Increase in sedimentation; - Increase in turbidity; - Change in substrate dynamics; - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in optical disturbance and light; - Presence of electromagnetic fields; - Increase in underwater sound and vibrations
	Number of species of breeding birds	Breeding birds	- Increase in above water sound and vibrations; - Increase in optical disturbance and light; - Increase in turbidity
	Fattening areas for migratory birds (foraging area)	Non-breeding birds Habitat type (typical species) *	- Change in substrate dynamics; - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in optical disturbance and light; - Incrase in turbidity; - Increse in sedimentation; - Increase in underwater sound and vibrations
	Roosting areas migratory birds (High-tide refuge areas)	Non-breeding birds	- Increase in optical disturbance and light; - Increase in above water sound and vibrations
	Wintering areas for migratory birds		Not scored, as it is overarching for Fattening areas for migratory birds and Roosting areas for migratory birds
	Food supply migratory birds	Habitat type (typical species) * Fish	- Change in substrate dynamics; - Increase in underwater sound and vibrations; - Increase in turbidity
	Tranquility for migratory birds	Non-breeding birds	- Increase in optical disturbance and light; - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in underwater sound and vibrations
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Non-breeding birds***	- - - Change in sediment dynamics - Increase in optical disturbance and light; - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in turbidity; - Increase in sedimentation; - Increase in underwater sound and vibrations
	Biodiversity		Not scored, as it is overarching with the 'Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh' and the 'Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas'.

Scoring the attribute 'relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds'

The attribute 'relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds' was scored as follows. First, based on the Wadden Sea Quality Status report 'East Atlantic Flyway' (Roomen et al., 2022) a list of bird species with strong Wadden Sea dependency was made.[1] Second, per route it was assessed whether these bird species would be affected by the activities of PAWOZ, with the aid of the appropriate assessment that is conducted for PAWOZ.

[1] These are the bird species in Appendix 1 of Roomen et al. (2022) that scored '1' in the last column 'Wadden Sea dependency' , indicating strong Wadden Sea dependency for their flyway.

Motivation of unscored effects

Effects of heating of cables have not been considered in both the EIA and HIA. This is because the cable systems in PAWOZ are buried at such depths that they do not cause any effect on benthic organisms living in the sediment or phytoplankton living in the water column. A literature review by National Grid Viking Link (2017) indicates, that when cables are buried more than 0.75 m deep, the sediment in the upper 20 cm will not heat up with more than 2° C. The cable systems in PAWOZ are buried at depths ranging between 1 and 24 m in the Wadden Sea and North Sea and most of the benthic organisms in the Wadden Sea typically inhabit the upper few (10 cm) of the sediment (Reise, 1985). The magnitude of any effect of heating would therefore to be negligible.

Motivation of unscored attributes

Two attributes have not been assessed in this HIA. These attributes relate to the OUV biodiversity x). These attributes are not further assessed because they are overarching multiple attributes that have already been assessed (see Table 3.1). The attributes are:

- Wintering areas for migratory birds.
- Biodiversity.

Relating attributes to components

One OUV attribute often includes multiple components of the EIA (see Table 3.1). When this is the case, the 'worst case' scenario is followed. This means that the attribute will receive the score of the component that scored the most negative. For example, the attribute 'Number of fish, shellfish, and birds,' composes three EIA components: fish, birds, and habitat types (typical species). If the effect on fish and birds is marked as neutral in the EIA, but the effect on habitat type (typical species) is scored as negative, then the attribute will be scored negative in the HIA.

Evaluation of effects

To evaluate the effects on the attributes, a number of basic principles is followed:

Evaluation after optimization measures and mitigation prospects

The HIA assessment is drafted after technical and spatial optimization of the routes. Based on the results of the phase 1 planEIA impact assessment, the routes have been optimized (see further elaboration in the PAWOZ EIA main report). Optimization can involve:

- A design change, such as widening a corridor or distributing dredged material elsewhere.
- A condition in the program for a potential future project-EIA procedure, such as distributing sediment exclusively within the dredged channel and not beyond it.

For the optimized routes, a reassessment was conducted to determine if the optimization prevents the effects described in the impact assessment of the PAWOZ EIA sub-report Nature. The optimized routes were then re-evaluated. Subsequently, for all routes (optimized routes and routes that could not be optimized), possible mitigating measures to prevent significant effects were proposed (see section 16.1.2 in the PAWOZ EIA sub-report Nature). The effects of these mitigation measures have not been evaluated in the planEIA. This will be part of the next phase of the project (projectEIA). That is why the prospect of mitigation measures is considered in this HIA evaluation, but the effects of mitigation measures have not yet been evaluated in this HIA.

The available and possible mitigating measures related to effects on geological processes for the installation of cable systems and pipelines along the different routes directly relate to the design (for example, limiting burial depth) or the installation methodology (for example, limiting the required dimensions for access trenches or adjusting spreading locations). Therefore, these optimizations have been developed jointly with the technical route design track within PAWOZ. The mitigating measures (optimizations) that are considered technically feasible have been included in the design of the route alternatives and are therefore part of this HIA assessment.

In Chapter 4 the optimization and prospected mitigation measures of the routes are listed.

Evaluation of one cable system or pipeline

In the sub-reports on Nature and Seabed in the EIA, the impact assessment is based on the installation of one cable system or pipeline per route per year, so this approach is also used in this HIA.

Evaluation of installation and operational phase

Effects of both the installation/removal phase and the operational phase are evaluated. The majority of the effects concern the installation phase. As in the EIA, this HIA assigns the same impactscore to effects of activities during the removal phase as the effects of the installation phase. The underlying assumption is that the activities required to remove cable systems or pipelines at the end of their lifecycle will have equal or lesser impact than the initial installation activities. It is also assumed that cable systems and pipelines will be left in the seabed at the end of their lifecycle if this can be shown to have fewer negative effects than removal. In the operational phase, for cable systems, it only concerns the effects of electromagnetic fields, which have been included in this HIA evaluation. For pipelines, no effects in the operational phase were included. However, more effects in the operational phase can be expected, especially for the tunnel system (X: Tunnel route). The exact effects will only become clear in the project EIA (see section 2.2.1).

Evaluation follows an identical scoring scale of the EIA and HIA

The evaluation of effects is scored based on the scale used in the EIA (Table 3.2), which is to a large extent comparable with the HIA impact assessment table (see Annex II, and paragraph 2.2.3). However, in the EIA there are only two positive scores identified, while in the HIA three graduations of positive scores are possible. In the PAWOZ EIA sub-report Nature, scores range between 0 and ---. This is the same for this HIA.

Table 3.2 Comparison of scoring scales for the EIA and HIA

Score in the EIA	Description of score in EIA	Score in the HIA	Description of score in HIA (UNESCO et al., 2022, p.44)
- - -	Strong negative effect compared to the reference situation. A significant effect cannot be ruled out. No prospect of mitigation measures.	Major negative impact	The negative effect is possibly significant and cannot be reduced by mitigation measures: the proposed action should not take place.
- -	Negative effect compared to the reference situation. For now, significant effects cannot be ruled out, but there is sufficient prospect of mitigation measures.	Moderate negative impact	The negative effect is possibly significant but acceptable when mitigation measures will be taken.
-	Small negative effect compared to the reference situation. For now, significant effects can be ruled out by the prospect of mitigation measures.	Minor negative impact	The negative effect is negligible and of no concern.
0	Neutral compared to the reference situation. These are effects that do not make a difference compared to the reference situation.	Neutral	No change is expected to occur to the attribute.
+	Positive effect compared to the reference situation. These are effects that can lead to an improvement of the reference situation.	Minor positive impact	"The positive impact does not reach objectives set for the proposed action (e.g. flood defences would not be effective against predicted flooding events), so the proposed action (or that dimension of the proposed action) should not proceed."

Score in the EIA	Description of score in EIA	Score in the HIA	Description of score in HIA (UNESCO et al., 2022, p.44)
Not applicable in EIA method.	*Not applicable in EIA method.*	Moderate positive impact	A positive effect is indirect and a more positive impact can be achieved through selecting a specific alternative or modifying the action.
+ +	Strong positive effect compared to the reference situation. These are effects that can lead to a strong improvement of the reference situation.	Major positive impact	The positive effect is beneficial for the World Heritage and raises no concerns.

Hereby it is important to note that in the PAWOZ EIA sub-report Nature the scope of the Wadden Sea area (Waddengebied) also includes the North Sea coastal zone, while in the HIA this is not the case (only if effects in the North Sea coastal zone will also be noticeable within the Wadden Sea world heritage boundary which is further explained in Chapter 4.1). Moreover, the EIA sup-report Nature is based on Natura 2000 conservation values which does not fully cover the scope of OUV conservation values. Therefore, scores in the EIA and HIA are not always 1:1 comparable.

Annex IV includes the HIA assessment table applied to the setting of the Wadden Sea which is used in Chapter 5 to present the impact assessment of proposed activities of PAWOZ.

Evaluation of integrity

Integrity is a component of the OUV of the Wadden Sea (as described in Chapter 2.1). The UNESCO Operational Guidelines specifies what integrity means for natural heritage sites with Wadden Sea specific examples. The table below (Table 3.3) outlines the questions discussed in this HIA to assess the impact of proposed activities on the integrity of the heritage site.

Table 3.3 Specification of integrity assessment in this HIA

OUV-criteria	Operational Guidelines UNESCO (2023)	HIA
viii) geological processes	'Properties proposed under criterion viii) should contain all or most of the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships (note 5, paragraph 93).'	Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?
ix) ecological processes	'Properties proposed under criterion ix) should have sufficient size and contain the necessary elements to demonstrate the key aspects of processes that are essential for the long-term conservation of the ecosystems and the biological diversity they contain (note 5, paragraph 94).'	Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?
x) biodiversity	'Properties proposed under criterion x) "should contain habitats for maintaining the most diverse fauna and flora characteristic of the biogeographic province and ecosystems under consideration (note 5, paragraph 95)." Wadden Sea specific example mentioned: "a property containing wide ranging species should be large enough to include the most critical habitats essential to ensure the survival of viable populations of those species; for an area containing migratory species, seasonal breeding and nesting sites, and migratory routes,	Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds? Does the route affect breeding areas?

OUV-criteria	Operational Guidelines UNESCO (2023)	HIA
	wherever they are located, should be adequately protected (note 5, paragraph 95).'	

In Chapter 5 the integrity is discussed and scored per OUV using the HIA scoring scale (Table 3.2) as a guideline. All possible effects are discussed from neutral to major negative impact, thereby following the results of the HIA impact table that is conducted per route. Also here, we assume the worst-case scenario. So when one of the attributes scores as a 'major negative impact', this will also count for the integrity of that route.

Evaluating the impacts of nitrogen deposition

Exact calculations of nitrogen deposition have not been made at this stage of the project due to uncertainty about the installation phase of the proposed activities. In the EIA, only a rough risk estimate has been made based on distance to determine which habitats on which routes are sensitive to nitrogen deposition. This mainly concerns dune and salt marsh habitats, as nitrogen can positively influence the succession of certain plant species, while other (typical) species can be suppressed and overgrown. This process can also affect the habitat of target species of Natura 2000 sites. What the exact nitrogen deposition on which habitat and route is will be determined in the next phase of the project. Therefore, effects of nitrogen are not part of the impact assessment of the HIA.

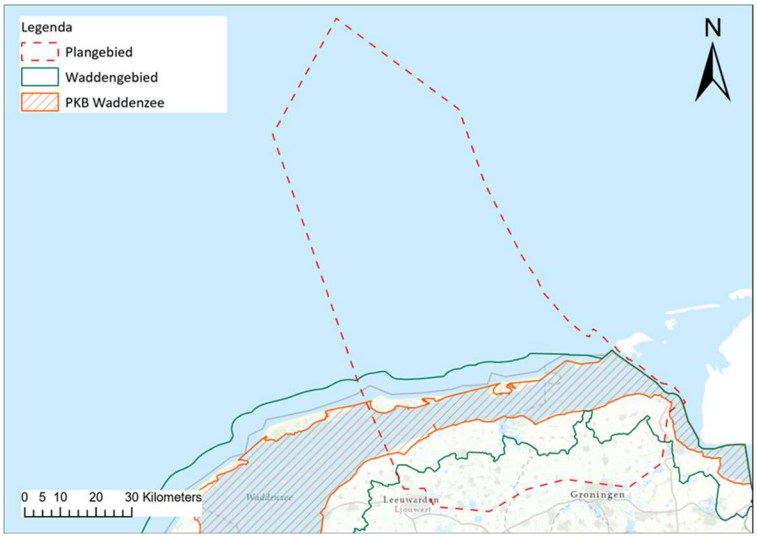
4

THE PROPOSED ACTION IN THE WADDEN SEA

4.1 Scope: Distinction World Heritage site, buffer zone and wider setting

The scope of this HIA is part of the heritage site in The Netherlands and on the border with Germany in which actions are proposed for the installation of cable systems and pipelines (marked in orange) and within the plan area (red dotted), see Figure 4.1.

Figure 4.1 Plan area of PAWOZ that includes part of the World Heritage Site Wadden Sea in The Netherlands and Germany



In some cases, a buffer zone of the World Heritage site is also designated. The buffer zone serves as protection to prevent negative impacts on the heritage site. In the case of the Wadden Sea there is no official buffer zone designated. However, there are proposed actions that take place within the planning area outside the heritage boundary such as Horizontal Directional Drilling (HDD) to cross primary dikes that can have an impact on the natural heritage site. The impact of these activities will therefore also be considered in this HIA, because even if a proposed action occurs outside the heritage boundary, within its buffer zone or wider setting, there is a possibility that it can have a negative impact on the natural heritage site.

4.2 The proposed action

The proposed action for PAWOZ is to establish infrastructure to transport energy from wind farms in the North Sea to the national high-voltage grid in the Eemshaven and the Dutch hydrogen network nearby the Eemshaven. These include the wind farm Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW, 700 Megawatts) and the wind farm Doordewind (DDW, 4 Gigawatts). More wind parks may be added in the future for a maximum of 10.7 GW for electricity and 36-42 GW for hydrogen. The energy generated by these wind farms must be transported to the national high-voltage grid of TenneT or the Hydrogen Network Netherlands of Gasunie,

located near Eemshaven on the mainland. This can be done through electricity cable systems or, if the electricity is converted to hydrogen, via pipelines. The goal of PAWOZ is to investigate where there is sufficient space to install cable systems, pipelines, and the associated stations in the North Sea, the Wadden region, and on land (Figure 4.2). Potential routes are investigated. These routes cross the heritage site the Wadden Sea. In the EIA and IIA it is investigated how much space is needed for cable and pipeline systems per route, since for each route there are different users and regulations as well as configuration options for cable systems and pipelines (see Table 4.1). Also, an investigation is being conducted into whether a multi-tube tunnel system between the Ballonplaat, located in the North Sea, and the Eemshaven can be used to bundle cable systems and pipelines, thereby minimizing the impact of crossing the Wadden Sea (PAWOZ EIA main report).

Figure 4.2 Plan area PAWOZ: two wind farms (DDW and TNW) in the North Sea are connected to the mainland, crossing the heritage site the Wadden Sea

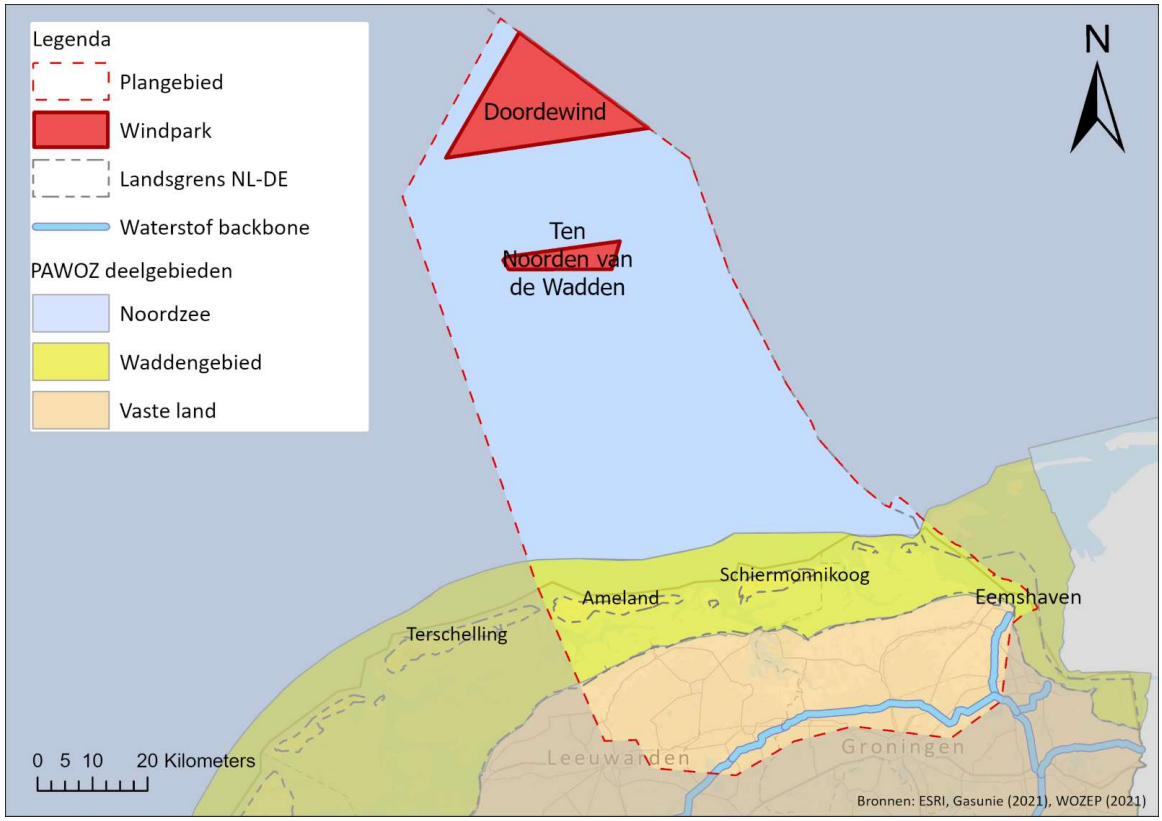


Table 4.1 Investigated configuration of the routes through the Wadden Sea

Route	Route Name	Variant	Maximum Technically Feasible Configuration to be Investigated	Corridor (width)
II	Oude Westereems route	A, A1 for cable systems, 1 pipeline variant	6 cable systems or 3 cable system or 1 cable system and 3 pipelines or 2 cable systems and 1 pipeline	800 m (for cable systems) 500 m (for pipeline)
V	Boschgat route	A, A1, A2	1 cable system	130 m
VII	Schiermonnikoog Wantij route	A, A1 for cable systems, 1 pipeline variant	7 cable systems and 3 pipelines	1500 m (for cable systems) 2000 m (for pipelines)
VIII	Ameland Wantij route		3 pipelines	2000 m
IX	Zoutkamperlaag route	A, A1, A2	3 pipelines	200 m

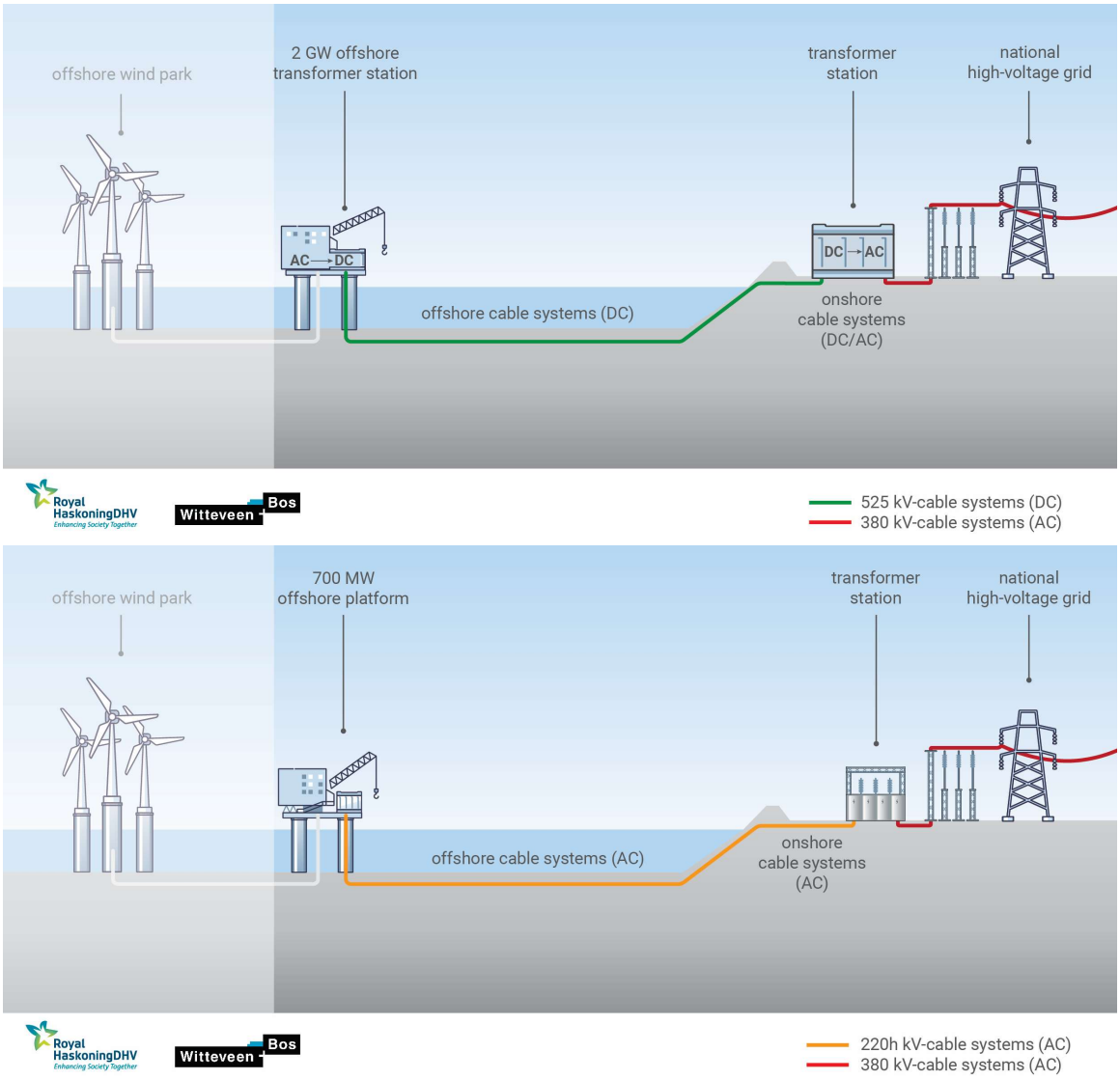
X	Tunnel route	multi-tube* (multiple tunnel tubes)	5 (DC) cable systems and 2 pipelines	160 m

* With one energy carrier per tunnel tube.

4.2.1 Electrical connection network at sea and on land

PAWOZ is investigating space for transporting electricity with 525 kV (2 GW) direct current (DC-)cable systems and 220 kV (350 MW) alternating current (AC-)cable systems. In both the DC- and AC-cable systems, the generated electricity is transported from a sea platform through cable systems in the seabed to the mainland. Subsequently, the electricity is led to a transformer station (for AC) or converter station (for DC) via onshore cable systems. There, the voltage level is converted to 380 kV. Finally, the electricity is transported to a 380 kV high-voltage station where it is connected to the national high-voltage grid. For every cable system, the components of electrical connections are depicted in (Figure 4.3) (PAWOZ EIA main report). The cables will be buried at least 1.0 m depth in the sediment, but at many sections the burial depth is much larger.

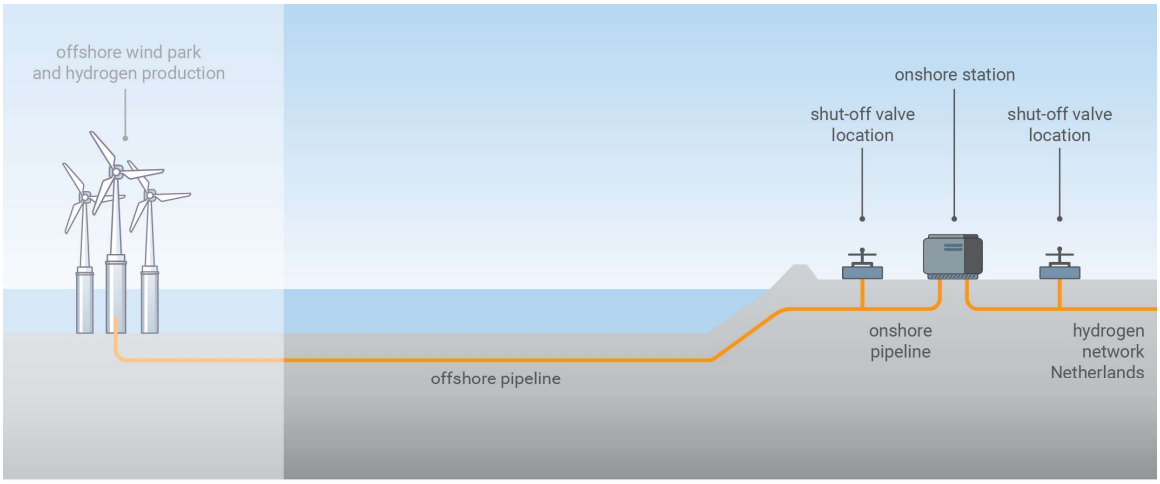
Figure 4.3 Schematic illustration of an electricity network (upper: direct current, lower: alternating current)



4.2.2 Hydrogen connection network at sea and on land

The proposed action for the hydrogen connection network consists of pipelines for transporting hydrogen and other components (see Figure 4.4). The hydrogen pipelines at sea facilitate the transport of hydrogen from offshore platforms (where hydrogen is produced) to the mainland. The area where the pipes come ashore is the landing zone. The hydrogen pipelines on land continue the transport of hydrogen across the mainland until they connect to the Dutch hydrogen network that is being developed by Hynetwork (100 % subsidiary of Gasunie, www.hynetwork.nl). Positioned between the offshore and onshore hydrogen pipelines are valve locations. These valves can close the pipelines to stop the flow of hydrogen. Additionally, a valve location is situated at the point of connection to the Dutch hydrogen network. Situated between the valve locations is a hydrogen landing station. This station serves various functions, including pressure measurement within pipelines and monitoring the quality of the hydrogen (PAWOZ EIA main report).

Figure 4.4 Schematic illustration of a hydrogen connection (source: Gasunie)



4.2.3 Tunnel system

As an alternative to the electricity grid and hydrogen network described in the previous paragraphs, it has been investigated whether cable systems or pipelines can be installed in a drilled multi-tube tunnel system below the Wadden Sea. Within the framework of PAWOZ, this tunnel system is one of the potential routes (see paragraph 4.3.6), the X: Tunnel route. The principles of this alternative differ from the ones of the other routes.

For the development of the tunnel system an entry point in the North Sea and an exit point on land in or near the Eemshaven are needed. The entry point in the North Sea is situated on the Ballonplaat. For the exit point search areas in and near the Eemshaven are used. The tunnel system comprises multiple tunnel tubes which accommodate the cable systems and pipelines. From the entry point as well as the exit point cable systems and pipelines go to respectively the wind farms and point of connections on land using conventional construction methods. The cable systems link to the national high-voltage grid, while the pipelines integrate with the Dutch hydrogen network (PAWOZ EIA main report).

4.2.4 Installation techniques for cable systems and pipelines at sea and land

There are various cable system and pipeline installation techniques used at sea. For the installation of cable systems and pipelines in the Wadden Sea, the principle of 'bury and would like to forget' is applied. This

principle aims to bury cable systems and pipelines deep enough, so they do not become exposed over time. The burial depth is determined based on a burial depth study. Installation vessels are used to bury cable systems and pipelines. Dredging may be necessary to achieve sufficient water depth for installation vessels or to achieve the required burial depth. HDD is used for crossing coastlines and islands. The duration of cable system and pipeline installation work at sea depends on factors such as the installation technique, cable system or pipeline length, and route. PAWOZ operates under the premise that a maximum of one cable system or pipeline is installed per year. The installation of the tunnel system includes the construction of an entry point in the North Sea through dredging and sand spraying and the construction of shafts for installing tunnel tubes. Annex 5 gives an elaborate overview of different installation techniques (PAWOZ EIA main report).

4.3 Investigated alternatives

PAWOZ investigates various routes for energy infrastructure. There are routes crossing the North Sea and mainland, but this HIA focusses only on the routes that cross the UNESCO heritage site the Wadden Sea. Among the routes under investigation, six traverse the Wadden Sea. Several of these routes offer variants, i.e. when part of the route differs from the main route. Table 4.2 names the routes that are evaluated in this HIA.

Table 4.2 Routes within the Wadden Sea heritage site of which effects are evaluated in this HIA

Route	Route name
II	Oude Westereems route - cable system (variant A and A1)
II	Oude Westereems route - pipeline
V	Boschgat route - cable system (variant A, A1 and A2)
VII	Schiermonnikoog Wantij route - cable system (variant A and A1)
VII	Schiermonnikoog Wantij route - pipeline
VIII	Ameland Wantij route - pipeline
IX	Zoutkamperlaag route - pipeline (variant A1 and A2)
X	Tunnel route - cable system and pipeline

The naming of the routes is not sequential (I, II, III etc.), because several routes have been eliminated in earlier phases of the project for various reasons, for example because the route was expected to cause significant negative impact on geomorphology and ecology. The location of the routes is presented in Figure 4.5. The map shows route numbers (such as A, II, etc.) in combination with the accompanying variants (A, A1, etc.). For example II-A is the II: Oude Westereems (land)route variant A. In Figure 4.6 the borders of the World Heritage site are marked to show in more detail the location of the routes within the heritage site.

Figure 4.5 The investigated routes within PAWOZ plan area

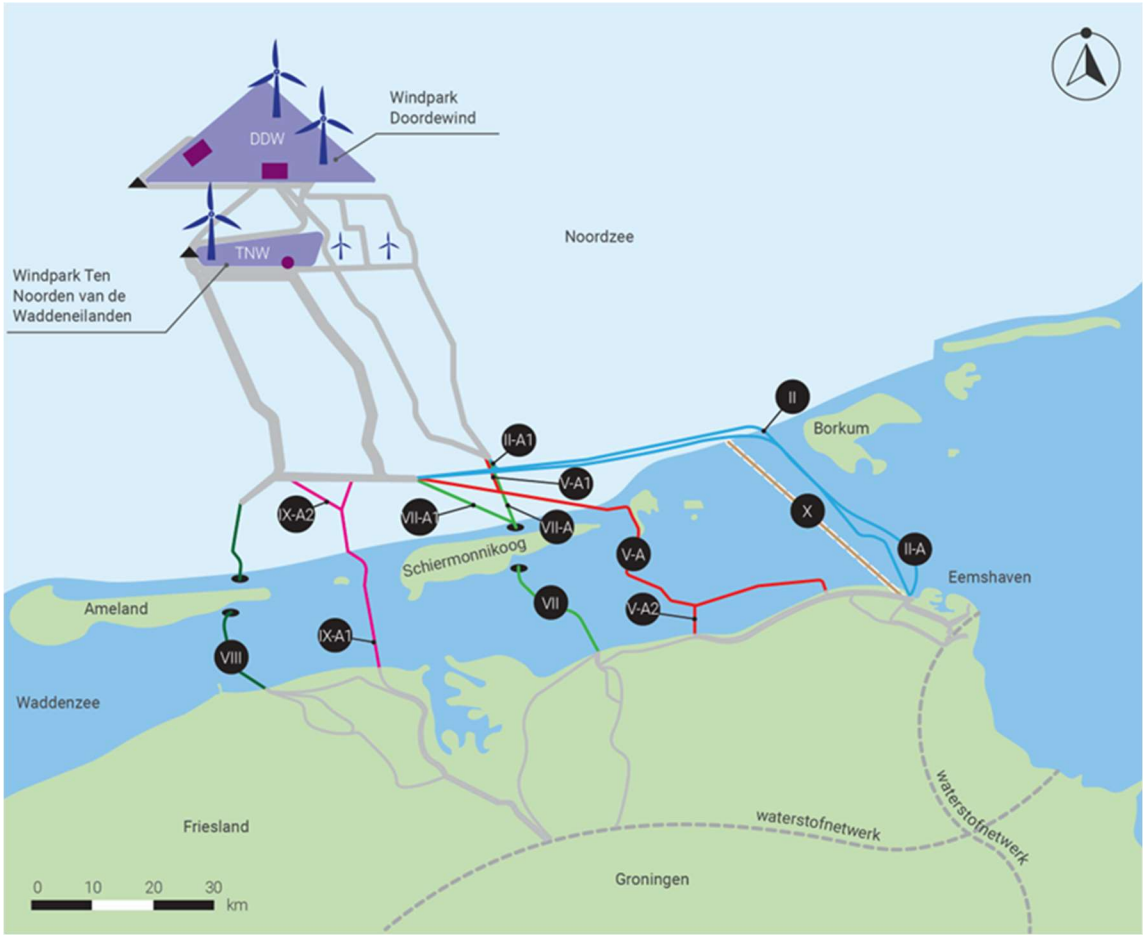
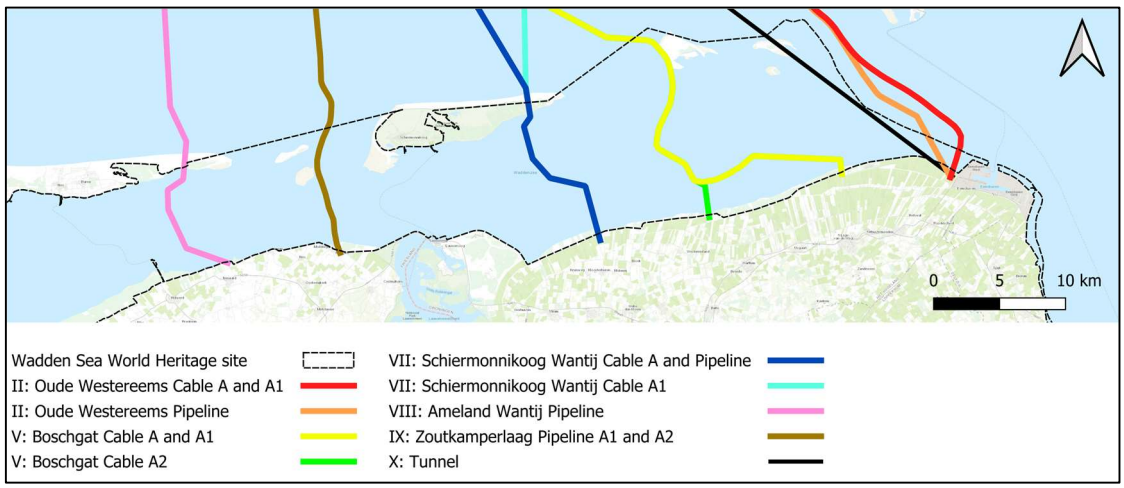


Figure 4.6 The investigated routes within the Wadden Sea World Heritage site



In line with the EIA, this HIA only assesses the effects of the installation of one cable system or one pipeline per year.

The HIA methodology prescribes to also discuss the necessity of the proposed action, or in other words, the alternative in which no action is taken. For PAWOZ, the alternative in which the proposed action does not take place is not considered a realistic option. Without constructing electricity and hydrogen connections, the energy generated by the wind farms cannot be used on land to meet Dutch energy demand and climate

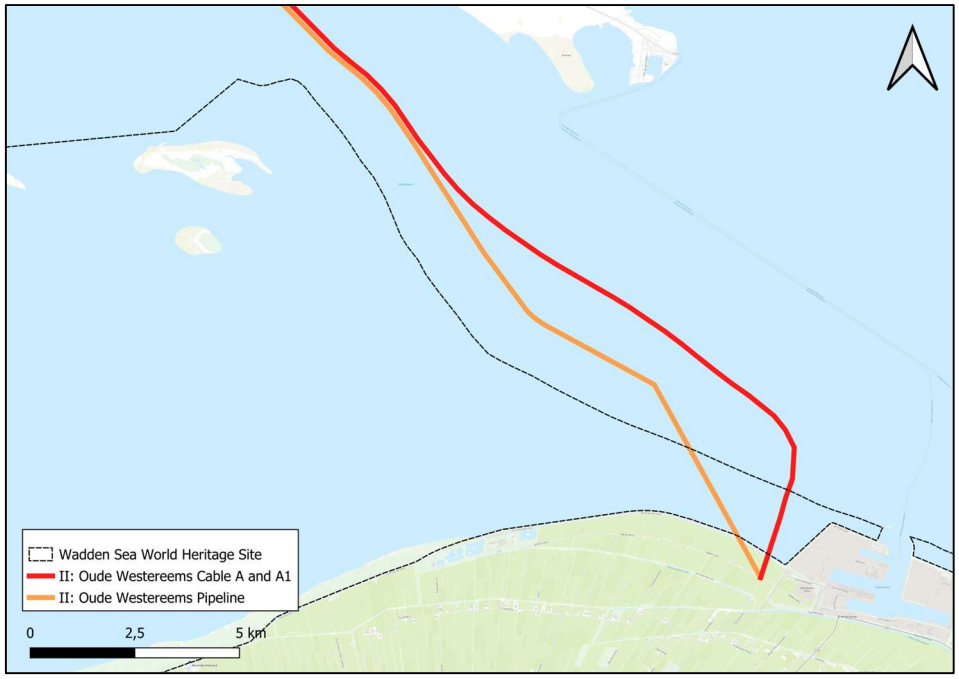
goals. Energy supply is recognized as an imperative reason of public interest and is considered a matter of public safety according to the Emergency Ordinance. The importance of this project is explained in the PAWOZ Program Document.

4.3.1 II: Oude Westereems route

The II: Oude Westereems route (Figure 4.7) is being considered for the installation of a pipeline and a cable system. Its routing strategy involves tracing morphologically stable deep sections within the Ems Estuary, potentially reducing burial depth. Departing from the mainland, the route intersects the primary dike at Eemshaven-West before curving north-westward to track the Oude Westereems channel.

This route encompasses three distinct variants: one tailored for a pipeline and two designed for a cable system. The cable system variants begin to diverge approximately 10 kilometers north of Schiermonnikoog, outside the Wadden Sea. Within the boundaries of the Wadden Sea World Heritage site, both cable system variants adhere to the same trajectory and will be assessed in the same way in the HIA. Even though this route is largely located outside of the heritage site, all effects of activities along the route are evaluated because they can impact the nearby heritage site.

Figure 4.7 Location of the II: Oude Westereems route



Installation method of the cable system

The cable system is installed along most of the route using a vertical injector or a trencher. Localized dredging is required to achieve sufficient water depth for installation vessels. The route crosses the primary dike and existing cable systems along the coast with an HDD.

Installation method of the pipeline

The pipeline is installed by using a pipelaying vessel and trenching equipment (S-lay). On the route through the Ems channel, preparatory dredging work is necessary to achieve the desired burial depth. The route crosses the primary dike and existing cable systems along the coast with a drilled segment tunnel approximately 6 km long.

Optimization measures

This HIA assesses the effects of activities on this route after optimization. This means the route has already been optimized before this assessment was made with the following measures:

- During the installation of pipelines over the 6 km long section of the pipeline route between the COBRA-cable and the actual location of the Eemsgeul, obstruction in the Eemsgeul itself will be avoided.
- Widening of the corridor from 500 m to a minimum of 700 m and a maximum of 1,300 m for the cable system.
- Widening of the corridor from 500 m to a minimum of 500 m and a maximum of 700 m for the pipeline.
- Dredging activities for the installation of the pipeline will be limited, and the material will be spread elsewhere to minimize permanent changes in the seabed dynamics and the occurrence of a turbidity plume due to the dispersal of dredged material.

Mitigation measures for II: Oude Westereems route cable system

For this route the following mitigation measures are in prospect:

- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (locations with high ecological value (hotspots) and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A). Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of underwater sound and vibrations on marine mammals:* Keep subtidal channels for foraging near haul-out sites (for resting, moulting and breeding) accessible for seals during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:* No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on seals:* Avoid seals at haul-out sites (keep at least 1500 m distance) during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.

Mitigation measures for II: Oude Westereems route pipeline

For this optimized route the following mitigation measures are in prospect:

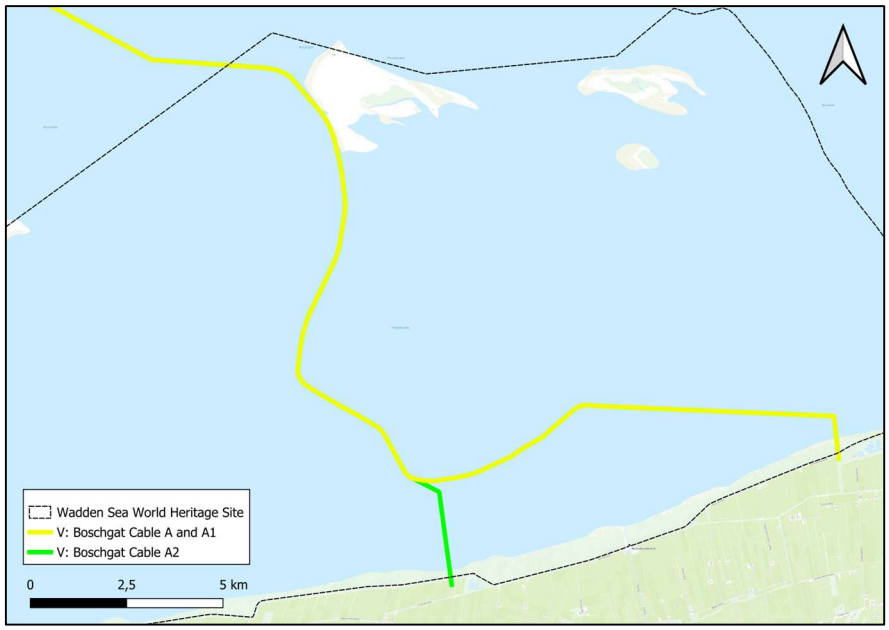
- *To limit effects of turbidity on non-breeding birds:* Ensure a limited increase in turbidity (maximum 20 %) from January until and including March in the Wadden Sea.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:* No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.

4.3.2 V: Boschgat route

The V: Boschgat route (Figure 4.8) is only being considered for one cable system. The route crosses the primary dike in Groningen at the Uithuizen location (variants A and A1). Variant A2 crosses the primary dike more westwards. All variants pass through the tidal flats towards the Southeast Lauwers channel. It then follows the Southeast Lauwers and Boschgat channels before heading northwards. At the most westerly point of Rottumerplaat, the route continues in a northwesterly direction.

Variants A and A1 diverge approximately 7,5 kilometer north of Schiermonnikoog, in the North Sea. Within the boundaries of the Wadden Sea World Heritage site, these variants adhere to the same trajectory.

Figure 4.8 Location of the V: Boschgat route



Installation method of the cable system

On the tidal flats, a tidal flat trencher is used. In subtidal channels, floating equipment with a vertical injector or trencher is employed. The route crosses the primary dike and existing cable systems using HDD.

Optimization measures

This HIA assesses the effects of activities on this route after optimization. This means the route has already been optimized before this assessment was made with the following measure:

- Dredging activities will be limited, and the material will be spread elsewhere to minimize permanent changes in the seabed dynamics and the occurrence of a turbidity plume due to the dispersal of dredged material.

Mitigation measures

For this optimized route the following mitigation measures are in prospect:

- *To limit effects of turbidity on non-breeding birds:* Ensure a limited increase in turbidity (maximum 20 %) from January until and including March in the Wadden Sea.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (hotspots and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A). Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on non-breeding birds:* Avoid essential food hotspots for relevant non-breeding bird species. The importance and exact location of food hotspots per bird species is not yet known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:* No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on open water:*
  - No working activities from November until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (in regard to the common goldeneye).

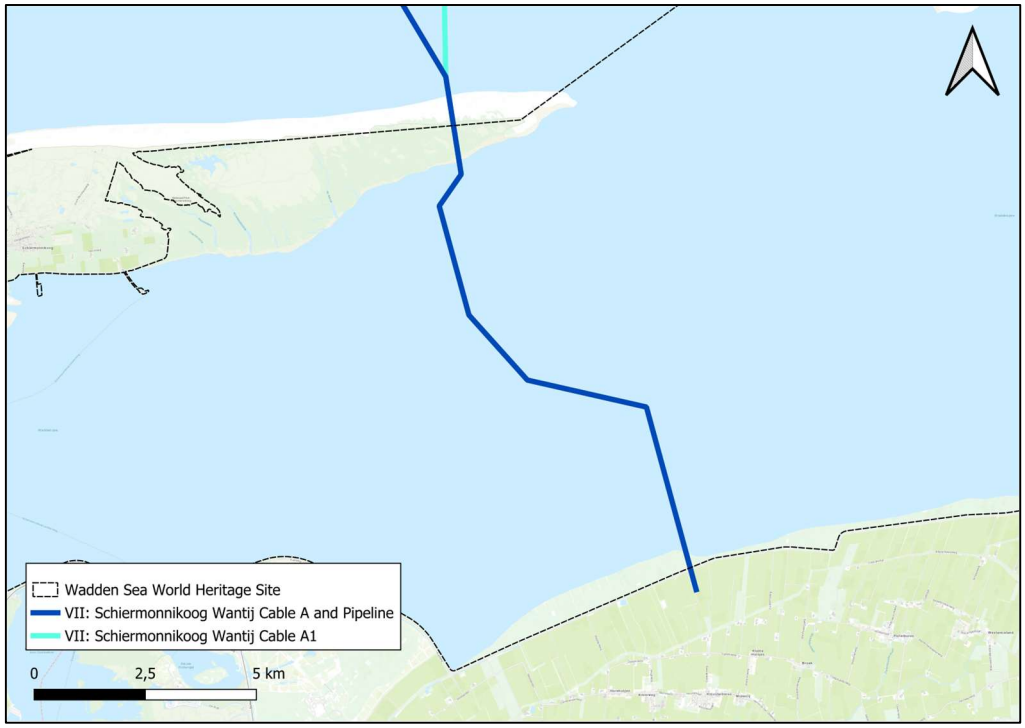
- No working activities from January until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (in regard to the common merganser).

4.3.3 VII: Schiermonnikoog Wantij route

The VII: Schiermonnikoog Wantij route (Figure 4.9) is being considered for both a cable system and a pipeline. The route crosses the primary dike at the coast of Groningen near Kloosterburen and then follows the tidal flat towards Schiermonnikoog. Subsequently, the route crosses Schiermonnikoog and continues northwards through the North Sea coastal zone.

This route encompasses three variants: two for a cable system and one for a pipeline. Within the confines of the Wadden Sea World Heritage site, all variants overlap and will not be assessed individually.

Figure 4.9 Location of the VII: Schiermonnikoog Wantij route



Installation method of the cable system

On the tidal flats, a tidal flat trencher is used to install the cable system. The cable system is drilled underneath the primary dike and the island of Schiermonnikoog using HDD. North of Schiermonnikoog, the cable system is buried using a trencher or a vertical injector. Preparatory dredging work is required because the area is otherwise too shallow for the installation vessels.

Installation method of the pipeline

The tidal flat between Groningen and Schiermonnikoog, as well as the island of Schiermonnikoog itself, will be crossed using a series of consecutive HDD operations. The pipeline will pass under the island of Schiermonnikoog using HDD. North of Schiermonnikoog, an open excavation will be made in the surf zone using a cofferdam to bury the pipeline at depth. Subsequently, the pipeline will be installed using the 'S-Lay' technique. In deeper waters, a pipelaying vessel with trenching equipment will be utilized.

Optimization measures

This HIA assesses the effects of activities on this route after optimization. This means the route has already been optimized before this assessment was made with the following measures:

- Widening of the corridor from 1,500 m to a minimum of 1,500 m and a maximum of 4,000 m for the cable system.
- Widening of the corridor from 2,000 m to a minimum of 2,000 m and a maximum of 4,000 m for the pipeline.

Mitigation measures for VII: Schiermonnikoog Wantij route cable system

For this optimized route the following mitigation measures are in prospect:

- *To limit effects of sedimentation of typical species*:
  - Prevention of sedimentation of shellfish banks in the Wadden Sea.
  - Prevention of sedimentation of seagrass beds in the Wadden Sea.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (hotspots and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A). Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on non-breeding birds:* Avoid essential food hotspots for relevant non-breeding bird species. The importance and exact location of food hotspots per bird species is not yet known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:*
  - No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
  - Disturbance of foraging breeding birds will be avoided as much as possible during the breeding period. The exact foraging locations per species are not known yet. Research needs to be conducted to identify these locations.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on open water:*
  - No working activities from November until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (regarding the common goldeneye).
  - No working activities from January until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (regarding the common merganser).
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on tidal flats:* No working activities from July until and including September near the moulting and foraging area of the spoonbill at Lutjewad and above Westpolder (regarding the spoonbill).
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on seals:* Avoid seals at haul-out sites (keep of at least 1500 m distance) during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.

Mitigation measures for VII: Schiermonnikoog Wantij pipeline

For this optimized route the following mitigation measures are in prospect:

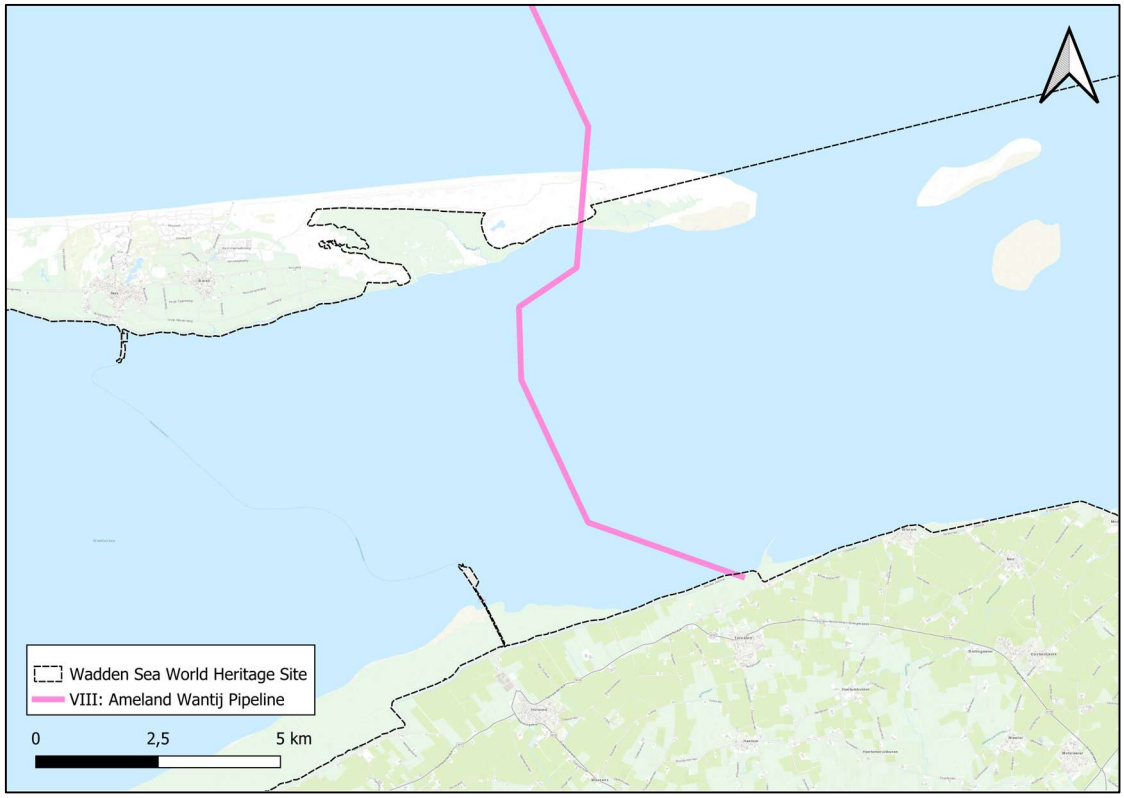
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (hotspots and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A). Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on non-breeding birds:* Avoid essential food hotspots for relevant non-breeding bird species. The importance and exact location of food hotspots per bird species is not yet known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:*
  - No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
  - Disturbance of foraging breeding birds will be avoided as much as possible during the breeding period. The exact foraging locations per species are not known yet. Research needs to be conducted to identify these locations.

- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on open water:*
  - No working activities from November until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (regarding the common goldeneye).
  - No working activities from January until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (regarding the common merganser).
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on tidal flats:* No working activities from July until and including September near the moulting and foraging area of the spoonbill at Lutjewad and above Westpolder (regarding the spoonbill).

4.3.4 VIII: Ameland Wantij route

The VIII: Ameland Wantij route (Figure 4.10) is the most western route and is only considered for a pipeline. The basis of this route is to follow the tidal flats between the Frisian coast (around Ternaard) and Ameland. The route crosses the primary dike near Ternaard and then follows the tidal channel towards Ameland. Subsequently, the route crosses the eastern part of Ameland and continues northward through the North Sea coastal zone.

Figure 4.10 Location of the VIII: Ameland Wantij route



Installation method of the pipeline

The tidal flat will be crossed using a series of consecutive HDD operations. Pipelines will be drilled under the eastern part of Ameland using HDD. North of Ameland, an open excavation will be created in the surf zone using a cofferdam to bury the pipeline at depth. The pipeline will then be installed using the 'S-Lay' technique. In deeper waters, a pipelaying vessel with trenching equipment will be used for burial.

Optimization measures

There are no optimization measures for this route.

Mitigation measures

For this route the following mitigation measures are in prospect:

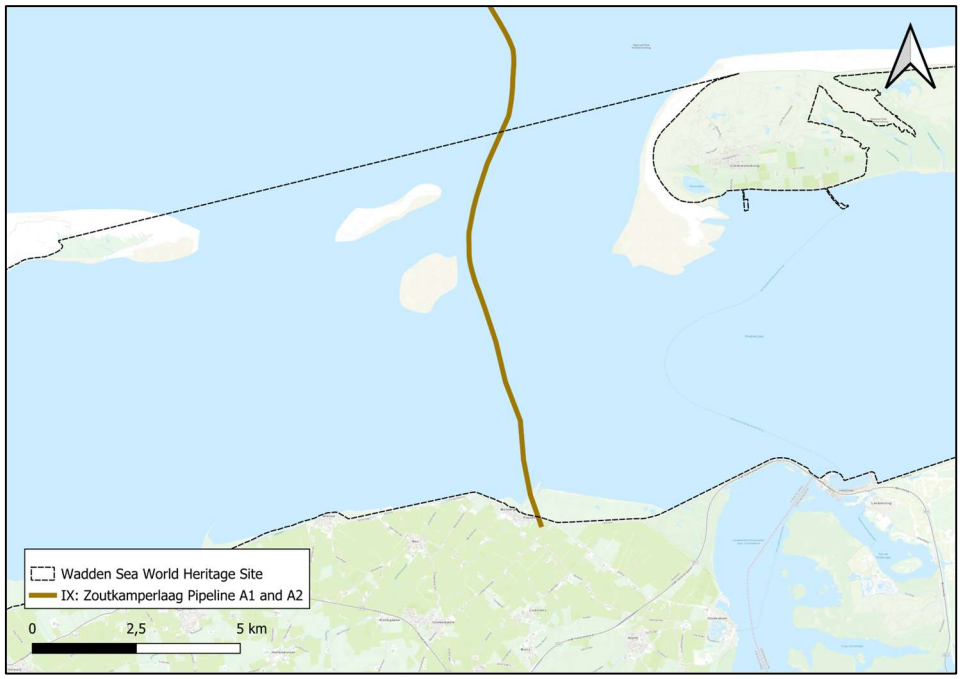
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (hotspots and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A) Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on non-breeding birds:* Avoid essential food hotspots for relevant non-breeding bird species. The importance and exact location of food hotspots per bird species is not yet known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:*
  - No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
  - Disturbance of foraging breeding birds will be avoided as much as possible during the breeding period. The exact foraging locations per species are not known yet. Research needs to be conducted to identify these locations.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on open water:* No working activities from January until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (regarding the common merganser).
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on seals:* Avoid seals at haul-out sites (keep of at least 1500 m distance) during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.

4.3.5 IX: Zoutkamperlaag route

The IX: Zoutkamperlaag route (Figure 4.11) is only considered for a pipeline. The route crosses the primary dike from the Frisian mainland (west of Lauwersmeer). The route follows the subtidal channels of the tidal basin Zoutkamperlaag between Het Rif and Schiermonnikoog and west of the 'Gronden van het Plaatgat' and continues in a northern direction towards the North Sea.

This route encompasses two variants. These diverge approximately 10 kilometres northwest of Schiermonnikoog. Within the boundaries of the Wadden Sea World Heritage site, the variants overlap and will therefore not be assessed individually.

Figure 4.11 Location of the IX: Zoutkamperlaag route



Installation method of the pipeline

Both variant crosses the primary dike using HDD. In the channel, the pipeline is placed to depth by using a pipelaying vessel with burial equipment (post-trenching), and S-lay technique is applied over a short segment.

Optimization measures

This HIA assesses the effects of activities on this route after optimization. This means the route has already been optimized before this assessment was made with the following measures:

- (Western variant) dredging activities will be limited, and the material will be spread elsewhere to minimize permanent changes in the seabed dynamics and the occurrence of a turbidity plume due to the dispersal of dredged material.

Mitigation measures

For this optimized route the following mitigation measures are in prospect:

- *To limit effects of turbidity on breeding birds and typical species:* No working activities in the growing season of primary production and in the breeding period (half March with and until August) or ascertain at most a limited increase of turbidity in the aforementioned period in the Wadden Sea (max. 20 %).
- *To limit effects of turbidity on non-breeding birds:* Ensure a limited increase in turbidity (maximum 20 %) from January until and including March in the Wadden Sea.
- *To limit effects of sedimentation on mammals:* Distribute dredged sediment in the dredged slot.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (hotspots and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A) Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of underwater sound and vibrations on mammals:* Keep subtidal channels for foraging near haul-out sites accessible for seals during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:* No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.

- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on open water:*
  - No working activities fin January in the Wadden Sea (in regard to the common eider).
  - No working activities from January until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (in regard to the common merganser).
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on seals:* Avoid seals at haul-out sites (keep of at least 1500 m distance) during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.

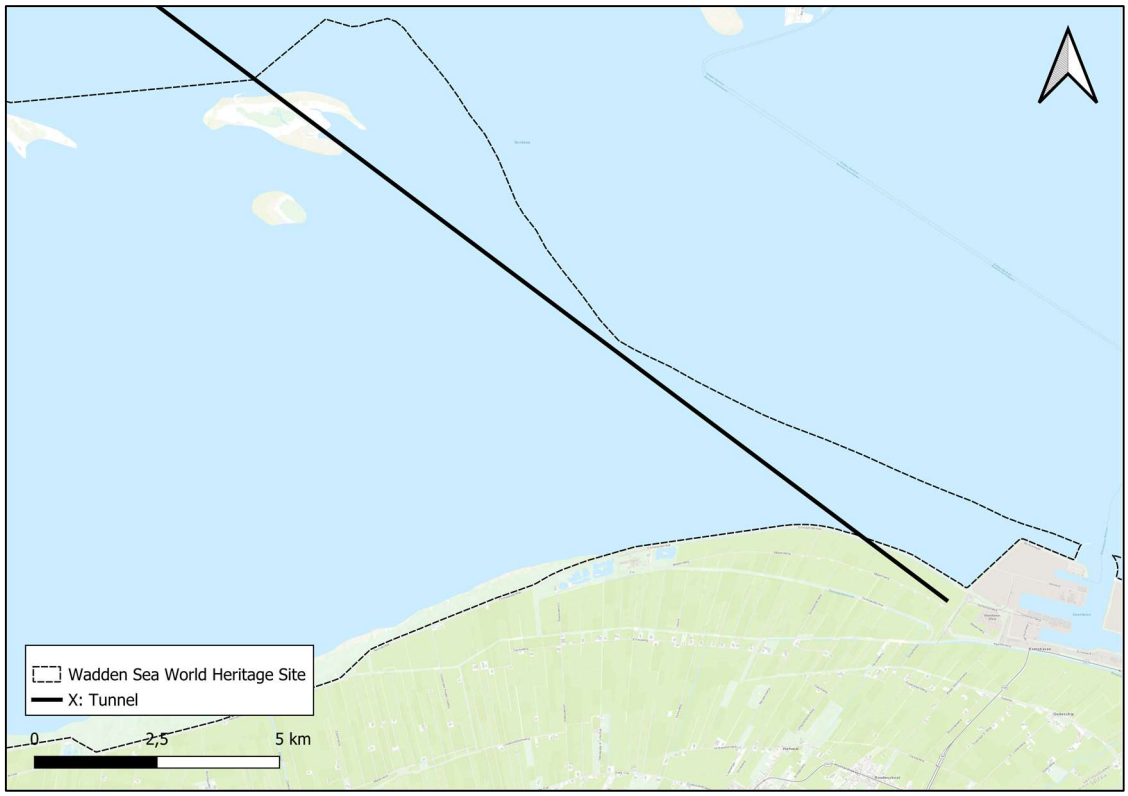
4.3.6 X: Tunnel route

The X: Tunnel route (Figure 4.12) has a length of approximately 26 km. The X: Tunnel route starts at the entry point in the North Sea and ends at the exit point onshore. The onshore exit point is planned in the vicinity of the Eemshaven. The offshore entry point is located in the Ems-Dollard treaty area, approximately 12 km west of Borkum on the Ballonplaat.

From the entry point North Sea, heading westwards, the cable systems and pipelines will follow the II: Oude Westereems route deep below the seabed. Towards the mainland a maximum of seven tunnel tubes are directed in a straight line from the entry point North Sea to the exit point near the Eemshaven. The tunnels descend deep into the seabed (approximately 35 to 45 meters below NAP, or Amsterdam Ordnance Datum in English). On the mainland near the Eemshaven, the tunnels emerge onto land, from where the cable systems and pipelines follow the II: Oude Westereems landroute (onshore) to the points of connection on land.

The offshore entry point, the Eemshaven exit point, and the multi-tube tunnel system itself must be accessible for management, maintenance, and the installation of (additional) cable systems and pipelines throughout the tunnel system's lifespan. Additionally, the entry and exit points of the tunnel are used for the management and maintenance of the tunnel itself, its installations, and the cable systems/pipelines within the tunnels. Therefore, they must remain accessible and available throughout the lifespan of the tunnel system.

Figure 4.12 Location of the X: Tunnel route



Installation method of the tunnel system

The activities for the construction of the North Sea entry point consist of the following steps: dredging of an access channel, constructing a sea wall, spraying sand, building breakwaters, constructing a quay, and dredging a harbour basin.

Once the entry point is completed, two shafts with combi-walls will be built for the first three tunnel tubes. From these shafts, tunnel tubes can be drilled at depth. Subsequently, the next two shafts and four tunnel tubes can be constructed. The shafts at the exit point onshore near the Eemshaven are similar to the shafts at the North Sea entry point. The tunnel tubes will be drilled from both sides: from the entry point and the exit point.

Next, in each tunnel tube, a cable system or pipeline will be installed separately. Cable systems will be pulled into the tunnel tubes using a monorail. Pipelines will be driven into the tunnel tubes in segments on a rail and then welded together

Optimization measures

There are no optimization measures for this route.

Mitigation measures

For this route there are no mitigation measures in prospect.

5

IMPACT ASSESSMENT OF PAWOZ ROUTES ON THE OUV OF THE WADDEN SEA

This chapter discusses per route the effects of proposed actions on the attributes that sustain the OUV of the Wadden Sea. The impact on the integrity of the heritage site is also discussed.

5.1.1 II: Oude Westereems route - cable system (variant A and A1)

This route offers two variants for a cable system, A and A1. These two variants for cable systems have not been assessed separately because the effects of activities in the Wadden Sea are the same as the route diverges outside the heritage site, in the North Sea coastal zone.

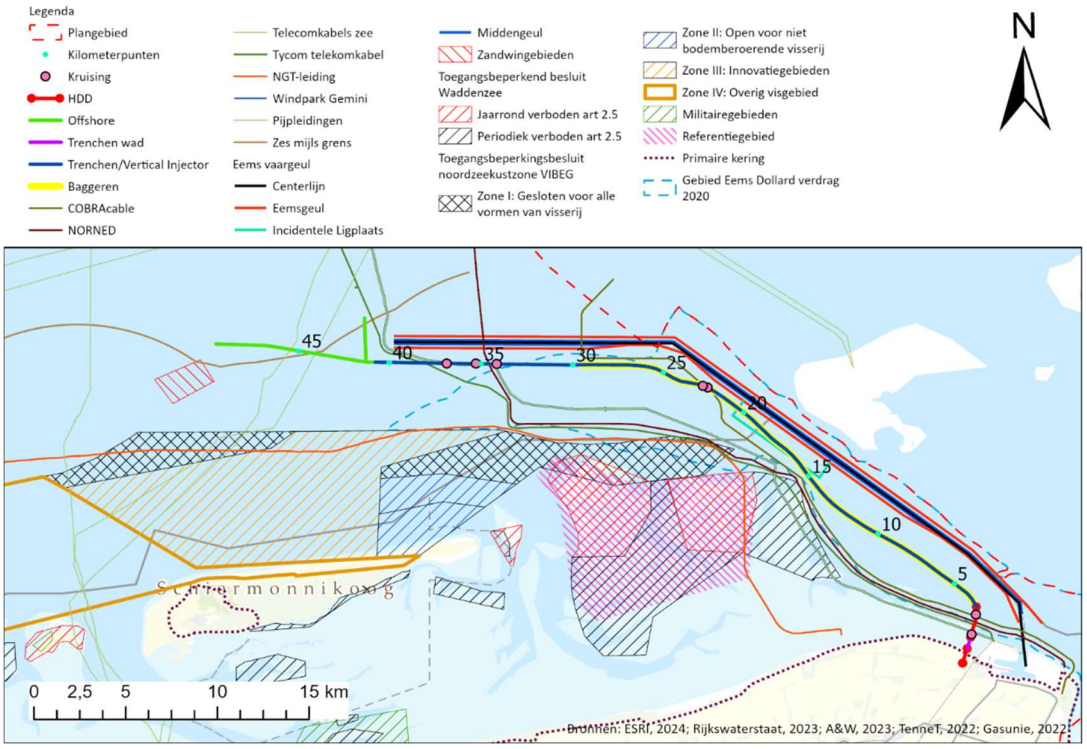
Activities

The activities occurring along II: Oude Westereems route for variant A and A1 are (see Figure 5.1):

- Installation of the cable system with vertical injector/trencher.
- Localized dredging (to create access trenches for installation vessels).
- HDD to cross the primary dike and existing cable systems along the coast.
- And installation of entry points for the HDD.

Over the whole trajectory (Wadden Sea and North Sea) cable systems are buried in the sediment at depths between 1 m and 24 m depending on the exact location.

Figure 5.1 Proposed activities for cable installation on the II: Oude Westereems route



Evaluation of impacts

Table 5.1 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

The effects of the installation of a cable system with vertical injector/trencher on this route are limited. There are local and temporary disturbances of the seabed that will recover quickly because of natural dynamics. Dredging (for access of installation equipment) causes more negative effects because large quantities of sediment are dredged. These dredging works take place mostly in shallow parts. Mainly on the west side of the corridor significant quantities need to be dredged. This will cause disturbance to the seabed. However, recovery will take place because of natural dynamics. Therefore, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *minor negative*.

The installation of the cable system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

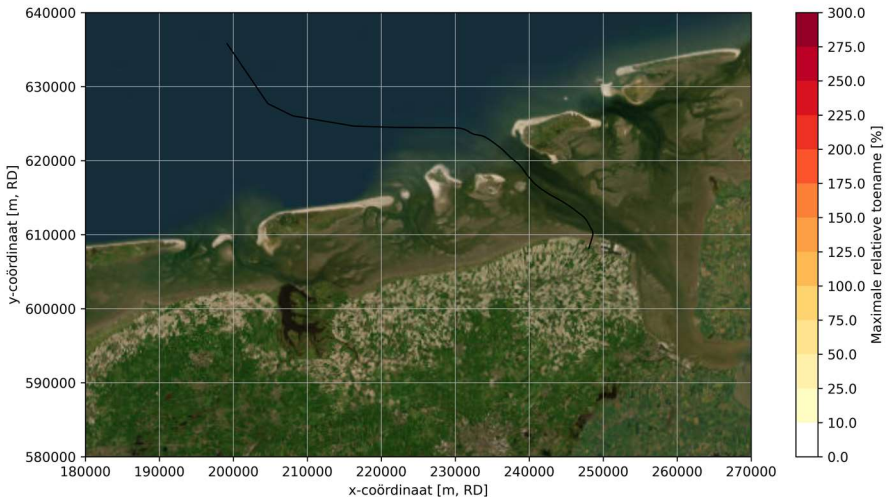
Impact on OUV ix) ecological processes

Within the UNESCO area, HDD is used to install the cable system underneath the salt marsh. It is still unclear where the exit point of the HDD will exactly be located. The HDD is crossing a potential sea grass area and benthic diversity hotspots (locations with many different species living in and on top of the seafloor). Seagrasses and benthic organisms are very sensitive to changes in sediment dynamics. Depending on the exact location, the activities could affect the primary and secondary production in this area (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010). However, it is possible to avoid seagrass

locations and benthos diversity hotspots via mitigation measures (see Chapter 4.3.1). Therefore, the impact of this activity via a change in sediment dynamics is scored as a *moderative negative impact*.

Outside the UNESCO boundary, the cable system (approximately 25 km) is installed by dredging and burying it underneath the sediment. Approximately 7.800 m^3 silt will be dredged during a total of 41 days. The surface area that is affected, however, is small, and the increase of turbidity will not exceed >5 mg/L (absolute numbers). The sediment plume is therefore not visible in Figure 5.2. Primary production by phytoplankton, shellfish and visual hunting birds and fish will therefore not be hampered. Additionally, the dredged sediment will be deposited at a licensed location (P3) and will also not cause an impact. Therefore, the impact off this activity via sedimentation and turbidity is scored as *neutral*.

Figure 5.2 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the cable system in the II: Oude Westereems route. The sediment plume is not visible as the surface area is small and the concentrations relatively low (Mustafa & van Engelen, 2024)



The activities and associated shipping traffic cause an increase in underwater sound and vibrations. Fish and fish-eating birds typically demonstrate avoidance behaviour as result of continuous sound (Weilgart et al., 2018; Anderson Hansen et al., 2020). while the settlement and growth of invertebrates can be negatively affected by this kind of disturbance. Therefore, underwater sound and vibrations as a result of the activities has a *minor negative impact*.

The use of ships, trencher and HDD cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Two mitigation measures for birds (paragraph 4.3.1) are in prospect that can potentially reduce the disturbance of birds. Therefore, this impact is scored *moderate negative*.

Impact on OUV x) biodiversity

Dredging on this route does not cause effects via turbidity and sedimentation on shellfish, birds, and fish living in marine and brackish areas (see impact on OUV ix) ecological processes for an explanation). Therefore, the impact of this activity via sedimentation and turbidity on biodiversity attributes is scored as *neutral*.

The HDD and trencher can affect seagrass and benthos via a change in sediment dynamics (see impact on OUV ix) ecological processes for an explanation). Therefore, this activity has a *moderate negative impact* on the number of species in marine and brackish water areas. Fattening areas of birds are evaluated as *neutral* by this effect, because the amount of suitable bird food available is low and therefore there will be no

impact. This also accounts for migratory bird species with a strong dependence on the Wadden Sea.

Dredging and the sound of ship engines generate underwater sound and vibrations that can negatively affect marine mammals, such as seals and harbour porpoises by continuous and impulse sounds (Erbe et al., 2019). Marine mammals are extremely sensitive for underwater sound and vibrations (Mikkelsen et al., 2019; Schaffeld et al., 2022). Additionally, resting seals suffer from above water sound and vibrations, optical disturbance and light (Erbe et al., 2019). The route crosses an area that is very important for seals. There is a prospect of mitigation measures for seals (paragraph 4.3.1). Therefore, the impact of under and above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on mammals living in marine and brackish water areas are evaluated as *moderative negative*.

The use of ships, trencher and HDD cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. This can affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency on the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002) ringed plover, grey lag goose, common greenshank, northern pingtail and Eurasian curlew use the high tide roost in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that especially for the European oyster, pied avocet and ringed plover mitigation measures need to be taken to prevent significant effects. There are prospective mitigation measures for breeding and non-breeding birds (paragraph 4.3.1). Therefore, this impact is scored as a *moderate negative*.

During the operational phase, electromagnetic fields of cable systems can cause behavioural changes in fish, especially elasmobranch species (Bedore & Kajiura, 2013; Taormina, et al., 2018). The tope shark uses the Wadden Sea as nursery ground. Also shark behaviour can be affected by electromagnetic fields. Therefore, this is considered to cause *minor negative impact* for species living in marine and brackish areas.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes are directly, temporarily impacted by proposed installation techniques for cable systems. This has a *minor negative impact* on the integrity of the heritage site as it will not permanently alter the size of the heritage site nor the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

Direct negative effects of installation activities on intertidal species (benthos and seagrass) can be avoided by a prospective mitigation measure. Subtidal species (fish and mammals) can be affected by underwater sound and vibrations produced by additional shipping activities. In addition, electromagnetic fields can affect the swimway of some fish species which are sensitive to this (Nyqvist et al., 2020; Hutchison et al., 2020a; Hermans & Schilt, 2024, in prep.). To limit the effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light, mitigation measures are in prospect to reduce the effects on birds and seals. Regarding ecological processes, the effects of dredging on primary production will be small, as the increase in turbidity will not exceed >5 mg/L (absolute numbers). During the operational phase, electromagnetic field of the cable system can have an impact on the habitat of fish species. Depending on the fish species, this can lead to behavioural changes such as attraction or avoidance of the cable system, however this does not have a major impact. Regarding the effects on species, habitats and processes, impact on the integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will not severely be affected by the activities. The amount of suitable bird food in this area is already small. Above water sound and vibrations, and optical disturbance and light can affect resting migratory birds on high tide roosts. There is a mitigation measure in sight to reduce these effects (paragraph 4.3.1.). Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?
Breeding birds are not hampered by turbidity. However, above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). There is a mitigation measure in prospect that can reduce these effects. Regarding breeding birds, the impact on integrity of Wadden Sea heritage site is *moderate negative for* this route.

Table 5.1 Evaluation of the impact of the II: Oude Westereems route - cable system

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative effect
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Presence of electromagnetic fields	Once	Long-term	Reversible	Reversible	Permanent	Some change	Negative	Minor negative impact
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Minor negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Moderate negative impact
		Effects on migratory path of birds								Moderate negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Moderate negative impact

5.1.2 II: Oude Westereems route - pipeline

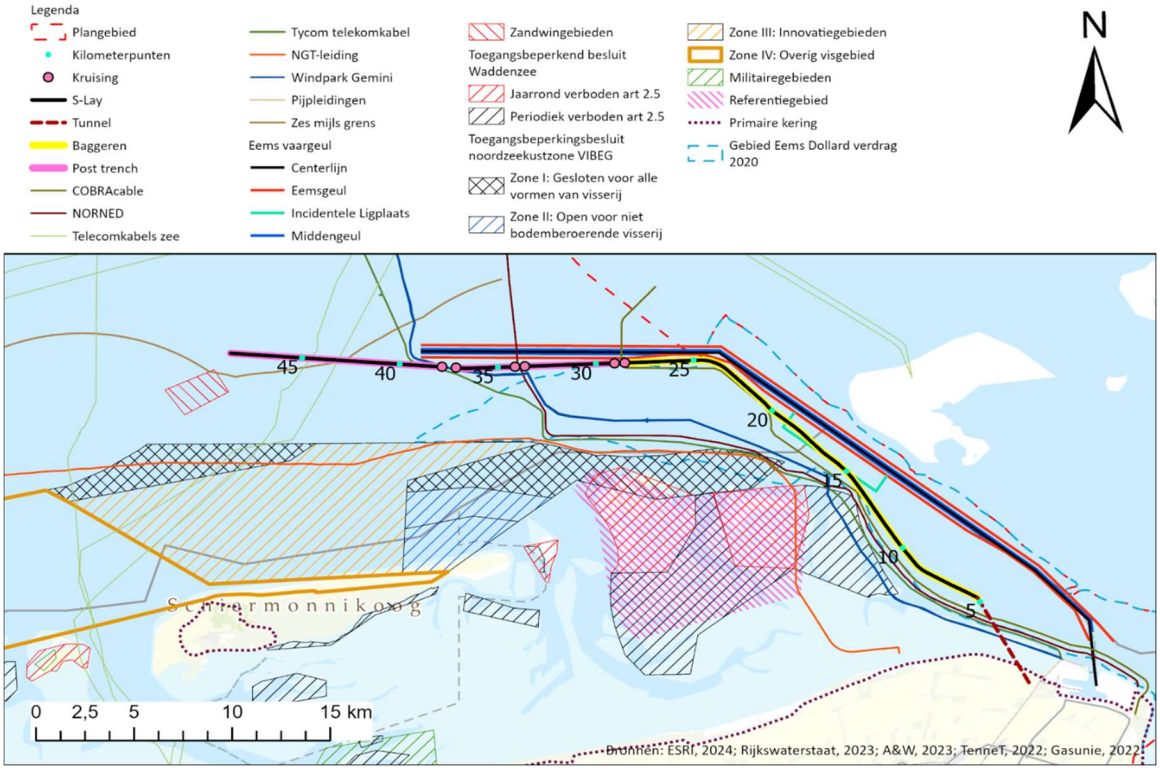
This route concerns the installation of a pipeline.

Activities

The activities occurring along the II: Oude Westereems route for installing a pipeline are (see Figure 5.3):

- Installation of pipeline with pipelaying vessel and trenching equipment (S-lay and post-trench).
- Localized dredging (to make access trench for installation vessels); and dredging in the Eems-Dollard (outside UNESCO area).
- Drilled segment tunnel of 6 km to cross primary dike and existing cables along the coast and underneath the seagrass field and saltmarsh.

Figure 5.3 Proposed activities for pipeline installation on the II: Oude Westereems route



Evaluation of impacts

Table 5.2 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

For the installation of a pipeline larger quantities need to be dredged compared to for a cable system, which causes larger negative effects. These effects will recover naturally over time but are deemed moderately negative due to the large dredging volumes. A drilled segment tunnel is used to cross the primary dike and existing cable systems along the coast. Access pits of limited size are being dug and filled up after usage. This has minor negative effects, that are negligible. Overall, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *moderate negative*.

The installation of the pipeline does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt

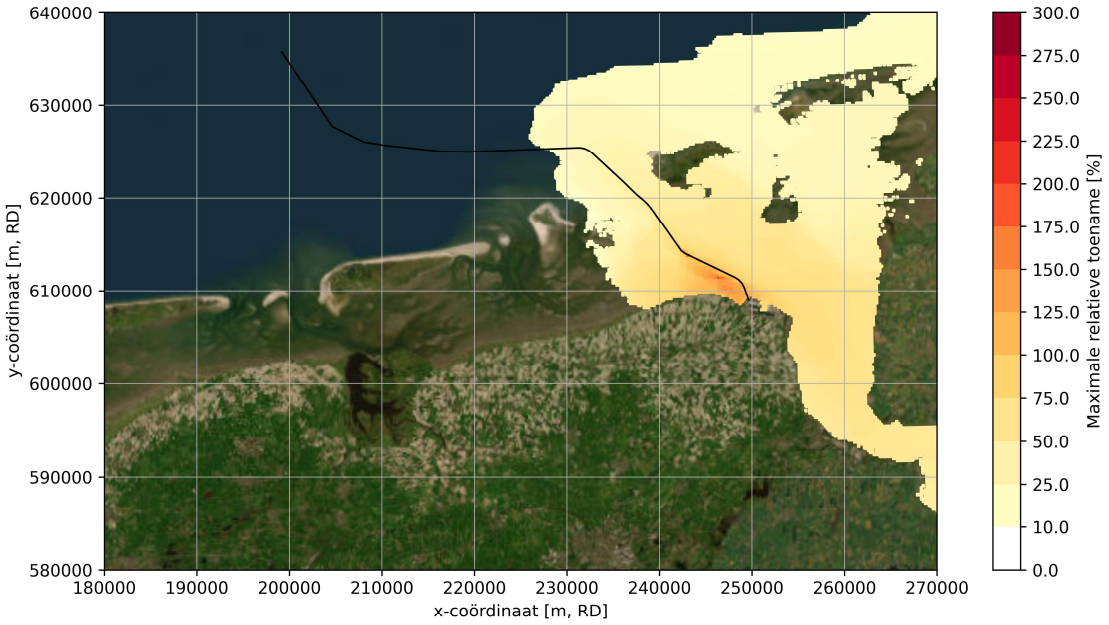
gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

For the installation of the pipeline a segment tunnel will be used from the mainland. Organisms living in or on the seafloor (benthos) will therefore not be affected. Consequently, the food source for benthos-feeding fish and birds will not be changed by the activity. Therefore, the impact of this activity via a change in sediment dynamics is scored as *neutral*.

The majority of the pipeline is installed by dredging and burying it underneath the sediment. Approximately 414.700 m^3 silt will be dredged during a total of 128 days. The surface area that is affected is large and the increase of turbidity will exceed 5 mg/L (absolute numbers) for more than 200 days, of which 130 days have an absolute increase of >50 mg/L and 12 days have an absolute increase of 250 mg/L (Figure 5.4). This has a strong negative effect on primary production, typical species (like shellfish living in and on the sea floor) and fish Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010). Mitigation measures are not in sight in this stage of the program. Therefore, the impact of this activity via turbidity is scored as a *major negative impact*.

Figure 5.4 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the pipeline on the II: Oude Westereems route (Mustafa & van Engelen, 2024)



Dredged sediment will be deposited in the dredged slot after the laying of the pipeline. Therefore, surrounding habitat (submerged sandbanks) will largely stay intact. However, small effects on (typical) species living in or on the seafloor cannot be totally ruled out. Therefore, the impact of this activity via sedimentation is scored as a *minor negative impact*.

The activities and associated shipping traffic cause an increase in underwater sound and vibrations. Fish and fish-eating birds typically demonstrate avoidance behaviour as result of continuous sound, (Weilgart et al., 2018; Anderson Hansen et al., 2020) while the settlement and growth of invertebrates can be negatively

affected by this kind of disturbance although evidence is rare (Cervello et al., 2023; Olivier et al., 2023). Therefore, underwater sound and vibrations as a result of the activities has a *minor negative impact*.

The use of ships, dredging and drilling cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Mitigation measures for breeding birds and non-breeding birds are in prospect (paragraph 4.3.1). Therefore, this impact is scored as a *minor negative impact*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in or on top of tidal flats will not be affected by a change of sediment dynamics, as the segment tunnel will pass below the tidal flats. Consequently, the food supply for birds living on tidal flats and fattening areas for migratory birds will not be directly negatively affected. The impact via a change in sediment dynamics is therefore scored as *neutral*.

Dredging causes effects via turbidity on shellfish (Compton et al.,(2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), and fish (Tulp et al., 2022), living in marine and brackish areas (see impact on OUV ix) ecological processes for an explanation). This also has a negative effect on the fattening areas and food supply of migratory birds. Therefore, the impact of this activity via turbidity on associated biodiversity attributes is scored as a *major negative impact*. For non-breeding birds (including migratory species with a strong dependence on the Wadden Sea) there is a mitigation measure in prospect. Therefore, turbidity has a *moderate negative impact* on the attributes relevant to migratory birds.

Dredged sediment will be deposited in the dredged slot after laying of the pipeline. Small effects on (typical) species living in or on the seafloor cannot be totally ruled out (Rozemeijer & Smith, 2017). In addition, the II: Oude Westereems route is passing seal haul-outs from where seals are swimming to the deeper channel (where the pipeline is installed) to forage. However, this gully is relatively large and very dynamic. The deposited sediment will spread relatively fast and the effect on seals is limited. Therefore, the impact of this activity via sedimentation is scored as a *minor negative impact*.

Dredging, drilling and the sound of ship engines generates underwater and above sound and vibrations that can negatively affect marine mammals, such as seals and harbour porpoises by continuous and impulse sounds (Erbe et al., 2019) .Mammals are extremely sensitive for underwater sound and vibrations (Mikkelsen et al., 2019; Schaffeld et al., 2022). The route crosses an area that is very important for seals. Currently, there are no mitigation measures in prospect to reduce these effects. Therefore, the effects of underwater and above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on mammals living in marine and brackish water areas are evaluated to have a *major negative impact*. For breeding and non-breeding birds, two mitigation measures are in prospect resulting in *minor negative impact* on the attributes that involve birds. For details on the affected migratory species *see* Chapter 5.1.1.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Dredging causes most negative impacts on geological processes, especially dredging for the installation of the pipeline as this requires dredging of larger quantities. This has a temporary, *moderate negative impact* on the integrity of the heritage site because the natural dynamics are disturbed. The dredging works will not permanently alter the size of the heritage site. The key interrelated and interdependent elements in their natural relationships will be restored by natural processes on a timescale of years.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

Benthos species living on the tidal flats will not directly be affected as a segment tunnel from the mainland is used. However, the enormous amount of dredged sediment will lead to a significant increase in turbidity. This negatively impacts primary production in the area because sunlight is obscured, which can limit algae growth (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010).
As a result, primary production (biomass from algae) and secondary production (biomass created by benthic organisms) are affected. As the base of the food web is negatively impacted, it also has consequences for higher levels in the food web (fish, birds, marine mammals). Because the dredged sediment will be deposited in the dredged slot, only minor effects on the habitat of subtidal species

(benthos, fish, seals) are expected. Sound and vibrations, light and optical disturbance associated with the activities will cause negative effects on especially seals (Erbe *et al.*, 2019). Currently, there are no mitigation measures in sight to limit disturbance of seals. For birds, mitigation measures are in sight. Regarding the effects on species, habitats and processes, impacts on the integrity of the Wadden Sea heritage site are *major negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?
Fattening areas of migratory birds will be especially affected by the dredging activities. Visual hunting birds (e.g., species of ducks and terns) may find it harder to locate and catch prey (Compton et al. (2017), but a mitigation measure is in prospect to limit these effects. Underwater and above water sound and vibrations can also affect foraging fish-eating migratory birds or birds resting on high tide roosts. However, mitigating measures are in prospect to limit effects on breeding and non-breeding birds. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Waden Sea heritage is *major negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?
Turbidity can hamper the ability of visually hunting birds to track and catch prey below water. Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld *et al.*, 2022). A mitigation measure is in prospect that can limit these effects, this is also the case for the effects of turbidity on migrating birds, therefore the impact of turbidity on migrating birds is moderate negative for this route. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *major negative* for this route.

Table 5.2 Evaluation of the impact of the II: Oude Westereems route - pipeline

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals)	Sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	occurring in marine and brackish water areas									
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change n substrate dynam ics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Moderate negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Major negative impact
		Effects on migratory path of birds								Major negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Major negative impact

5.1.3 V: Boschgat route- cable system (variant A and A1 together)

This route offers three variants (A, A1, A2) for installing a cable system. Here we present the effects on variant A and A1 together as the route diverges outside of the heritage site (route A diverges to the left, A1 diverges to the right). Route A2 has a different exit point on the mainland (lands at the left point).

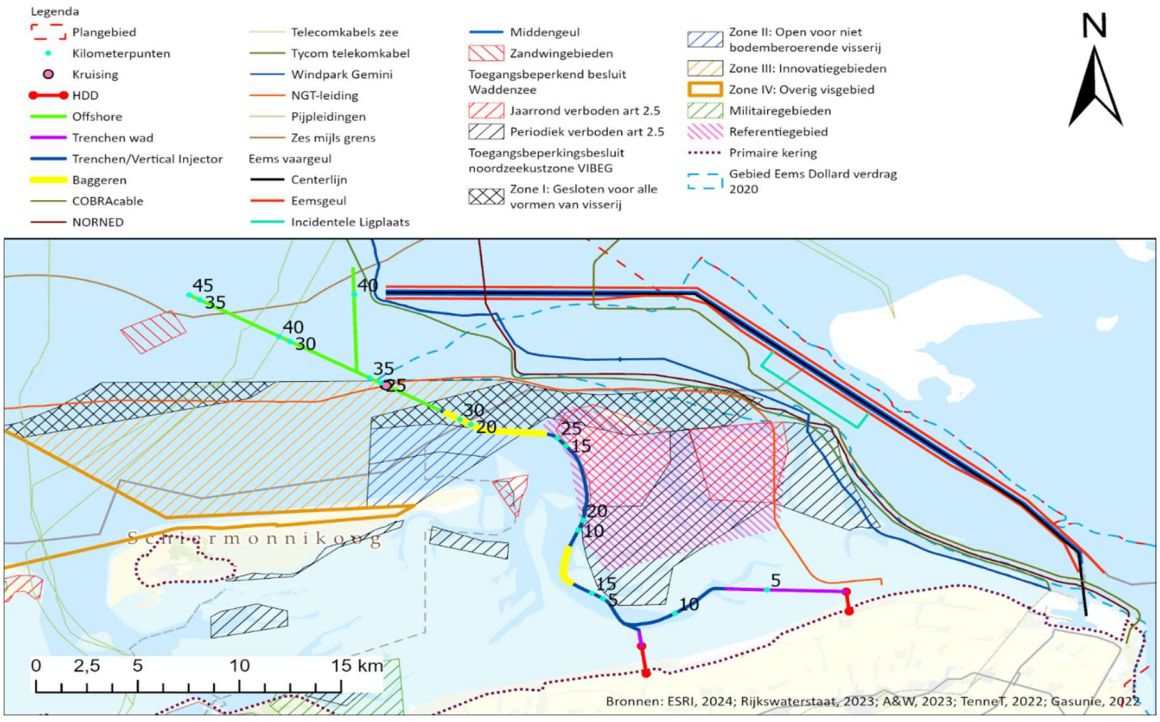
Activities

The activities for the V: Boschgat route variants A/A1/A2 are (see Figure 5.6):

- Installation of cable system with vertical injector/trencher (on shallow tidal flats).
- Installation of cable system with floating equipment with vertical injector/trencher (in the deeper subtidal channels).
- HDD to cross primary dike and existing cables along the coast; and installation of entry points for the HDD.
- Dredging (to make access trench for installation vessels).
- Increased number of ships and ship movements during installation.

Over the whole trajectory (Wadden Sea and North Sea) cable systems are buried in the sediment at depths between 1 m and 16 m depending on the exact location.

Figure 5.6 Proposed activities for cable system installation on V: Boschgat route



Evaluation of impacts

Table 5.3 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. There are no differences between among variants. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

Installation of cable systems with a tidal flat trencher on shallow mud flats and floating equipment with vertical injector/trencher in the subtidal channels cause localized and temporary negative effect on mudflats. The impact is neutral as the mudflats will likely recover relatively fast. HDD to cross primary dike and existing cable systems along the coast causes negligible impact because access pits are filled up after usage.

to widen the natural channel causes moderate negative impact as it causes local and temporary disturbance to tidal channels. Dredged material is spread directly after burial of cable systems and as much as possible within the channel, so not on a mudflat, which would cause more negative effects. However, the amount of sediment deposited into the channel is very large, almost completely filling up the channel. Therefore, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *moderate negative*.

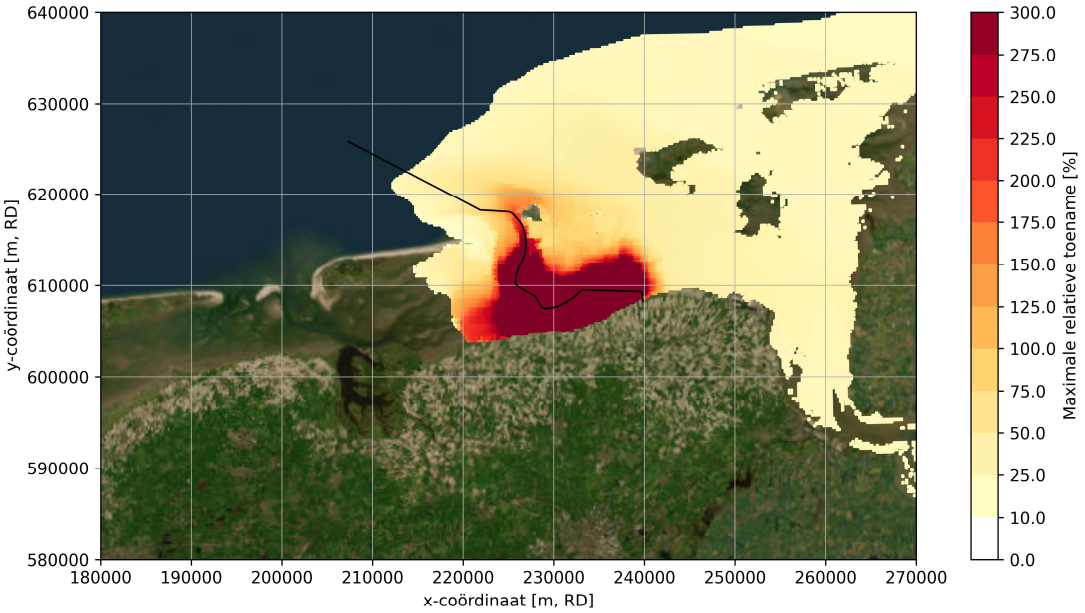
The installation of the cable system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

For all variants the installation of the cable system a HDD will be used from the mainland to cross the primary dike and salt marsh, where it emerges onto the mudflat. The presence of the exit point causes local destruction of benthic live. From the exit point a trencher will be used to bury the cable system in the intertidal flats. The trencher is crossing areas with a high number of species living in or on top of the mudflats, like sea grass and shellfish banks. These mudflats are also important foraging areas for birds (Soudijn *et al.*, 2022). Two mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Therefore, the effect is scored as a *moderate negative impact*.

For some areas on the route dredging is necessary. For variant A/A1 approximately 268.000 m^3 silt will be dredged during a total of 152 days. The surface area that is affected is large (Figure 5.7) and the increase of turbidity will exceed >5 mg/L (absolute numbers) for more than 200 days, of which 135 days have an absolute increase of >50 mg/L and 18 days have an increase of 250 mg/L. For variant A2 approximately 323.600 m m^3 silt will be dredged during a total of 181 days. The surface area that is affected is large and the increase of turbidity will exceed 5 mg/L (absolute numbers) for more than 200 days, of which 169 days have an absolute increase of >50 mg/L and 31 days have an absolute increase of 250 mg/L. The turbidity effects of variant A2 are stronger than the effects of variant A/A1. However, both routes have significant negative effects on primary production, typical species (like shellfish living on the sea floor) and visual hunting birds and fish. There are no mitigation measures in sight to reduce these effects. Therefore, the effect of this activity via turbidity is scored as a major negative impact.

Figure 5.7 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the cable system on the V: Boschgat route variant A/A1 (Mustafa & van Engelen, 2024)



As a result of the dredging activities, sedimentation will take place in nearby gullies. The sediment layer will have a thickness between 3.3- 7.5 m for all variants. Because of the relatively large surface area at some locations, typical species (Baltic tallin, sea grass, cockle, mussel) could be smothered and not survive (Rozemeijer & Smith, 2017), and the habitat of fish is negatively affected. The effects of sedimentation cannot be mitigated. Therefore, the effects of sedimentation are scored as a *major negative impact*.

The activities and associated shipping traffic cause an increase in underwater sound and vibrations. Fish and fish-eating birds typically demonstrate avoidance behaviour as a result of continuous sound, (Weilgart et al., 2018; Anderson Hansen et al., 2020), while the settlement and growth of invertebrates can be negatively affected by this kind of disturbance (Cervello et al., 2023; Olivier et al., 2023). Therefore, underwater sound and vibrations as a result of the activities has a *minor negative impact*.

The use of ships, dredging and drilling causes above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Mitigation measures are in prospect that can potentially reduce these effects for breeding and non-breeding birds (paragraph 4.3.1). Therefore, this impact is scored as a *moderate negative impact*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in on or top of the tidal flats (benthos and sea grass) will be negatively affected by the change of sediment dynamics as a result of the HDD-exit point and trenching (van der Heide et al., 2007; Rozemeijer & Smith, 2017). Consequently, the food supply for birds living on the tidal flats and fattening areas for migratory birds will be affected (Soudijn et al., 2022). This counts for example for the ringed plover, dunlin, red knot, ruddy turnstone, common redshank, Eurasian curlew, grey plover and spotted redshank which have a strong dependency on the Wadden Sea. Mitigation measures are in prospect to limit these effects. Therefore, these effects via change in substrate dynamics are scored as a *moderate negative impact*.

Dredging causes effects via turbidity on shellfish (Compton et al., 2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022),and fish (Tulp et al., 2022), living in marine and brackish areas (see impact on OUV ix) ecological processes for an explanation). There is a mitigation measure in sight to reduce the effects of turbidity. Therefore, effects of turbidity are scored as *moderate negative* effects.

In addition, dredged sediment will be deposited on gullies, the large amount of sediment will almost fill the gullies, smothering potential species that live on the seafloor, and restricting the flow of water in the gullies on low tide. This also negative effects on the habitat of mammals and fish. Therefore, effects of turbidity and sedimentation on associated biodiversity attributes are scored as *a major negative impact* for most attributes. However, there are is a mitigation measures in sight for non-breeding birds. Therefore, for non-breeding (migratory) birds the effect of turbidity is scored as a *moderate negative impact*.

Dredging, drilling and the sound of ship engines generates underwater sound and vibrations that can negatively affect marine mammals, such as seals and harbour porpoises (Erbe et al., 2019). Mammals are extremely sensitive for underwater sound and vibrations (Mikkelsen et al., 2019; Schaffeld et al., 2022). Additionally, resting seals suffer from above water sound and vibrations, optical disturbance and light (Erbe et al., 2019). The route crosses an area that is very important for seals. Currently, there are no mitigation measures in prospect to reduce these effects. Therefore, the impact of under and above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on mammals living in marine and brackish water areas are evaluated as *major negative*. negatively affect marine mammals, such as seals and harbour porpoises (Erbe et al., 2019). Mammals are extremely sensitive for underwater sound and vibrations (Mikkelsen et al., 2019; Schaffeld et al., 2022). Additionally, resting seals suffer from above water sound and vibrations, optical disturbance and light (Erbe et al., 2019). The route crosses an area that is very important for seals. Currently, there are no mitigation measures in prospect to reduce these effects. Therefore, the impact of under and above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on mammals living in marine and brackish water areas are evaluated as *major negative*.

he above menstioned effects affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency of the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002) multiple species use the high tide roosts in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that mitigation measures are needed to avoid disturbance of pied avocet, eider, ringed plover, lesser black-backed gull. common tern, Eurasian curlew and spotted redshank. To reduce the effects of above water sound and vibrations, light and optical disturbance multiple mitigation measures are in prospect for birds. Therefore, these effects are scores *as moderative negative impacts* for attributes including birds.

During the operational phase, electromagnetic fields of cable systems can cause behavioural changes in fish, especially elasmobranch species (Bedore & Kajiura, 2013; Taormina, et al., 2018). The tope shark uses the Wadden Sea as nursery ground. Also shark behaviour can be affected by electromagnetic fields. Therefore, this is considered a *minor negative effect* for species living in marine and brackish areas.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes are directly, temporarily impacted by proposed installation techniques for the cable system. This has a *moderate negative impact* on the integrity of the heritage site as it will not permanently alter the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

The negative effects of trenching on seagrass, benthic species and bird habitat (foraging grounds) can be potentially mitigated by avoiding locations with high ecological value (hotspots). Turbidity and sedimentation as a result of dredging activities have the largest impact on species, habitats and processes (Candolin & Rahman 2023; Rippen et al., 2020; Royal HaskoningDHV, 2021). The enormous amount of dredged sediment will lead to a significant increase in turbidity in all variants. This negatively impacts primary production in the area because sunlight is obscured, which can limit algae growth. This affects primary production (biomass from algae) and secondary production (biomass created by benthic organisms). As the base of the food web is negatively impacted, it also has consequences for higher levels in the food web (fish, birds, marine mammals). Dredged sediment will be deposited on nearby gullies, with a high risk of smothering typical species. In addition, the habitat of mammals is negatively affected by the thick layer of sediment. Sound (above and below water), light and optical disturbance associated with the activities will

cause negative effects on especially seals. Currently, there are no mitigation measures in sight to reduce these effects. In addition, electromagnetic fields can affect the swimway of some fish species who are sensitive to this (Nyqvist et al., 2020; Hutchison et al., 2020a; Hermans & Schilt, 2024, in prep.). For birds, mitigation measures are prospected. Regarding the effects on species, habitats and processes, impacts on the integrity of the Wadden Sea heritage site are *major negative* on this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?
Fattening areas of migratory birds will be especially affected by the dredging activities. Visual hunting birds (e.g., species of ducks and terns) may find it harder to locate and catch prey (Tulp et al., 2022). To reduce the effects of turbidity on non-breeding birds a mitigation measure is in prospect. Shellfish growth and survival can be hampered in high turbid waters (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020), especially when turbidity levels are relatively high during a long period of time. This might lead to local food reductions for birds, while this area is known for its rich foraging grounds. However, a mitigation measure is in prospect to reduce these effects. Above water sound and vibrations, light and optical disturbance can also affect foraging and resting migrating birds (Kleijn, 2008). However, multiple mitigation measures are in prospect that can reduce these effects. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Waden Sea heritage is *major negative* on this route.

Does the route affect breeding areas?
Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). A mitigation measure is in sight to reduce these effects. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *major negative* on this route.

Table 5.3 Evaluation of the impact of the V: Boschgat route variants A/A1/A2

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and salt-marshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Major negative impact
		Presence of electromagnetic fields	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Electromagnetic fields	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Minor negative impact
	Relative importance of	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Minor negative impact
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Moderate negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Major negative impact
		Effects on migratory path of birds								Major negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Major negative impact

5.1.4 VII: Schiermonnikoog Wantij route - cable system (variant A and A1)

This route offers two variants for a cable system and one for a pipeline. This paragraph sets out the effects of a cable system on this route. The VII: Schiermonnikoog Wantij route A and A1 for a cable system diverges outside the heritage site, so they are not assessed separately in this report.

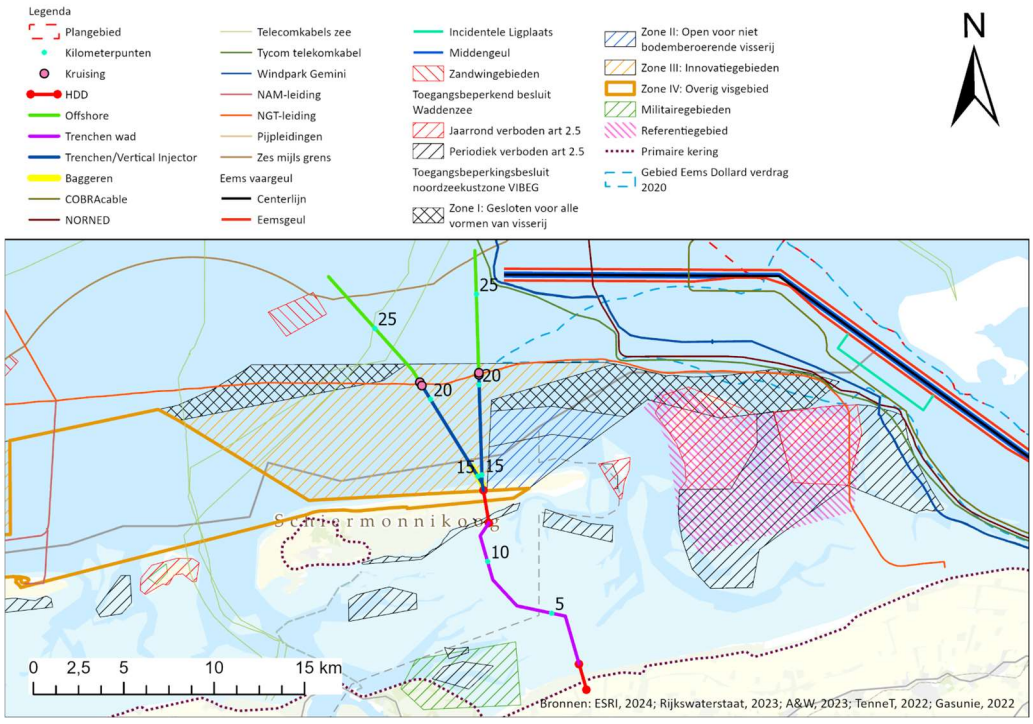
Activities

The activities taking place at the VII: Schiermonnikoog Wantij route for cable system variant A and A1 are (see Figure 5.8)

- HDD (under the primary dike and the island of Schiermonnikoog); and installation of entry points for the HDD.
- Installation of cable system using a tidal flat trencher (on shallow tidal flats).
- Installation of cable system with floating equipment and trencher/vertical injector (outside of UNESCO site, north of Schiermonnikoog).
- Dredging (to make access trench for installation vessels).
- Increased number of ships and ship movements during installation.

Over the whole trajectory (North Sea and Wadden Sea) cable systems are buried in the sediment at depths between 1 m and 12 m depending on the exact location.

Figure 5.8 Proposed activities for cable system installation on the VII: Schiermonnikoog Wantij route



Evaluation of impacts

Table 5.4 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

A wad trencher is used to install the cable system on shallow tidal flats. This has minor negative impact because the impacted area is small and will recover fast because of natural dynamics. HDD is used to install the cable system under the primary dike and the island of Schiermonnikoog. An access pit is being dug on a mudflat. The pit is of limited size and will be filled up after usage. This has negligible impact on the quality of

the mudflat. A trencher/vertical injector is used to install the cable system north of Schiermonnikoog. North of Schiermonnikoog, an access channel will be dredged so that the cable system installation vessel can arrive in closer vicinity to the coast. This will remain visible for several years before the trench is naturally filled up. So, North of Schiermonnikoog, the effects are relatively long-lasting, but these effects only affect a small portion of the overall route. Therefore, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *minor negative*.

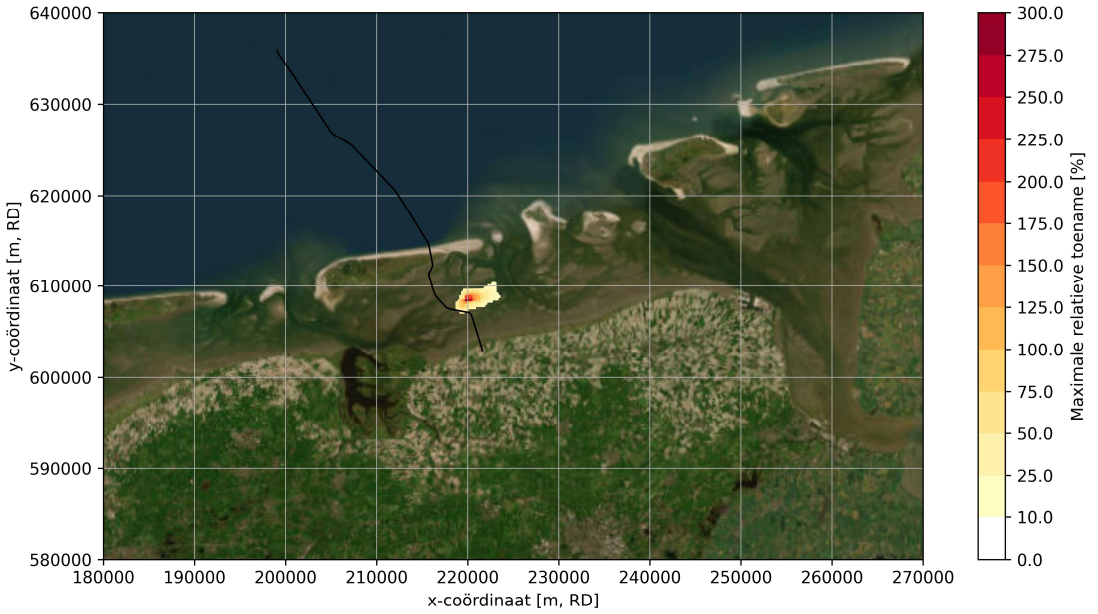
The installation of the cable system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

For the installation of the cable system a HDD will be used from the mainland to cross the primary dike and salt marsh, where it emerges onto the mudflat. In addition, HDD will be used to lead the cable system underneath Schiermonnikoog. The entry and exit points need to be excavated and causes changes in sediment dynamics that have a negative impact on local benthic live (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). A trencher will be used to bury the cable system in the intertidal flats. The route over the intertidal flats is crossing areas with a high number of species living in or on top of the mudflats, like sea grass and shellfish. These mudflats are also important foraging areas for birds. Mitigation measures are in prospect to reduce the effects of changes in substrate dynamics (see paragraph 4.3.3.). Therefore, the effect is scored as a *moderate negative impact*.

For some locations on the route dredging is necessary. Approximately 300 m^3 silt will be dredged during a total of 40 days. The surface area that is affected is relatively small (Figure 5.9) and the increase of turbidity will exceed 5 mg/L (absolute numbers) for 42 days, of which 20 days have an absolute increase of >50 mg/L and 7 days have an absolute increase of 250 mg/L. This could potentially affect primary production, benthos (like shellfish living on the sea floor) and visual hunting birds and fish. However, because of the small affected surface area, the short duration of turbidity and the relative low levels of turbidity opposed to the background concentrations, the effect is scored as a *minor negative impact*.

Figure 5.9 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the cable system on the VII: Schiermonnikoog Wantij route. For the installation of this cable system three of these access channels need to be dug, this is the simulation of the average one (Mustafa & van Engelen, 2024)



As a result of the dredging activities, sedimentation will take place in nearby gullies of the Wadden Sea. The sediment layer will have a thickness between 1.7- 2.5 m and will cover a relatively small surface area, where typical species (Baltic tallin, sea grass, cockle, mussel) could be smothered and probably will not survive (Rippen et al., 2020). However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Therefore, the effects of sedimentation are scored as a *moderate negative impact*.

Over the largest part of the route the cable system will be buried during low tide with the trencher. Material will be transported via vessels to accessible gullies. The number of vessels needed is marginal for this route. Consequently, the amount of underwater sound and vibrations that is produced is also minimal. Therefore, underwater sound and vibrations as a result of the activities is scored *as a minor negative impact*.

The use of ships, trenching, dredging and drilling cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Multiple bird species make use of the high tide roosts in the vicinity of the route. Multiple mitigation measures for breeding and non-breeding birds are in prospect to reduce these effects (paragraph 4.3.3). Therefore, this impact was scored as a *moderate negative effect*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in or on top of the tidal flats (benthos and sea grass) will be negatively affected by the change of sediment dynamics as a result of the HDD entry and exit points and trenching. Consequently, the food supply for birds living on the tidal flats and fattening areas for migratory birds will be affected (Candolin & Rahman 2023). This counts for example for the ringed plover, dunlin, red knot, Eurasian oystercatcher, ruddy turnstone, common redshank, Eurasian curlew, grey plover and spotted redshank which have a strong dependency on the Wadden Sea. However, mitigation measures are in sight that can reduce these effects (see paragraph 4.3.3). Therefore, these effects via change in substrate dynamics are scored as a *moderate negative impact*.

Dredging can cause effects via turbidity on shellfish (Compton et al.,2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), fish (Tulp et al., 2022), and mammals living in marine and brackish areas that can cascade down the

food web. However, the amount of dredged and sediment is marginal, the affected surface area is relatively small, and the effects are temporal. Therefore, the impact of dredging via turbidity on associated biodiversity attributes is scored as a *minor negative impact*.

Dredged sediment that is deposited in nearby gullies can smother seagrass, shellfish and other benthic species(Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). Shellfish and benthic species important food sources for birds. However, mitigation measures are in prospect that can reduce these effects. Therefore, the impact of sedimentation is scored as a *moderate negative impact*.

The number of vessels used on this route is limited. Resulting in only a small increase in underwater sound and vibrations, which has a marginal impact on mammals (Erbe et al., 2019), benthos, (Cervello et al., 2023; Olivier et al., 2023). and birds. Therefore, the effect of underwater sound and vibrations is scored as a *minor negative impact*.

Most of the above water sound and vibrations, light and optical disturbance is produced during work activities at low tide (HDD, excavations, etc.). These activities can disturb seals on the haul-out sites. However, the relative importance of this area for seals is low. During the reproductive season and seals' shedding period (sensitive season), it is important that seals are not disturbed (Cremer et al., 2017). However, a mitigation measure is in prospect to reduce these effects. Therefore, the impact of these disturbance effects is scored as a *moderate negative impact*.

The activities also cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. This can affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency of the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002), multiple species use the high tide roosts in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that mitigation measures are needed to avoid disturbance of the pied avocet, lesser black-backed gull, common tern, Eurasian spoonbill, common greenshank, northern pintail, brent geese, common redshank, Eurasian curlew, spotted redshank. These mitigation measures in prospect to limit disturbance of birds. Therefore, disturbance effects for bird attributes have been scored as *moderative negative impacts*.

During the operational phase, electromagnetic fields of cable systems can cause behavioural changes in fish, especially elasmobranch species (Bedore & Kajiura, 2013; Taormina, et al., 2018). The tope shark uses the Wadden Sea as a nursery ground. Also shark behaviour can be affected by electromagnetic fields. Therefore, this is considered a *minor negative impact* for species living in marine and brackish areas.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes are directly, temporarily impacted by proposed installation techniques for the cable system, especially dredging and trenching. This has a *minor negative impact* on the integrity of the heritage site as it will not permanently alter the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

The negative effects of trenching on seagrass, benthic species and bird habitat (foraging grounds) can be reduced by avoiding locations with high ecological value (hotspots). Turbidity as a result of dredging activities has a small impact on species, habitats and processes (Candolin & Rahman 2023; Rippen et al., 2020; Royal HaskoningDHV, 2021). The volume of dredged sediment is relatively small, resulting in a marginal affected area and only temporal turbidity effects, which only very locally can cause minimal effects on primary and secondary production. Dredged sediment is spread in nearby gullies where it can affect the survival of benthic species. However, a mitigation measure is in sight to reduce this effect. Underwater sound and vibrations produced by ships are not substantial on this route and habitats of fish and mammals largely remain undisturbed. Sound, light and optical disturbance associated with the activities will cause negative effects on especially seals and birds. However, various mitigation measures to reduce effects on birds and seals are in prospect. Finally, electromagnetic fields can affect the swimway of

some fish species who are sensitive to this (Nyqvist et al., 2020; Hutchison et al., 2020a; Hermans & Schilt, 2024, in prep.). Regarding the effects on species, habitats and processes, impacts on the integrity of the Wadden Sea heritage site are *moderate negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?
Fattening areas of migratory birds will be mostly affected by trenching, as the route is projected on a valuable foraging area for birds. However, a mitigation measure is in prospect to reduce these effects. HDD drilling and trenching causes above water sound and vibrations, optical and light disturbance that can impact resting and foraging migratory birds. However, various mitigation measures are in prospect that can reduce these disturbance effects. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *moderate negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?
Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). However, a mitigation measure is in sight to reduce these effects. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Table 5.4 Evaluation of the impact of the VII: Schiermonnikoog Wantij route - cable system (variant A and A1)

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Presence of electromagnetic fields	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals)	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	occurring in marine and brackish water areas									
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Presence of electromagnetic fields	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Minor negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Moderate negative impact
		Effects on migratory path of birds								Moderate negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Moderate negative impact

5.1.5 VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline

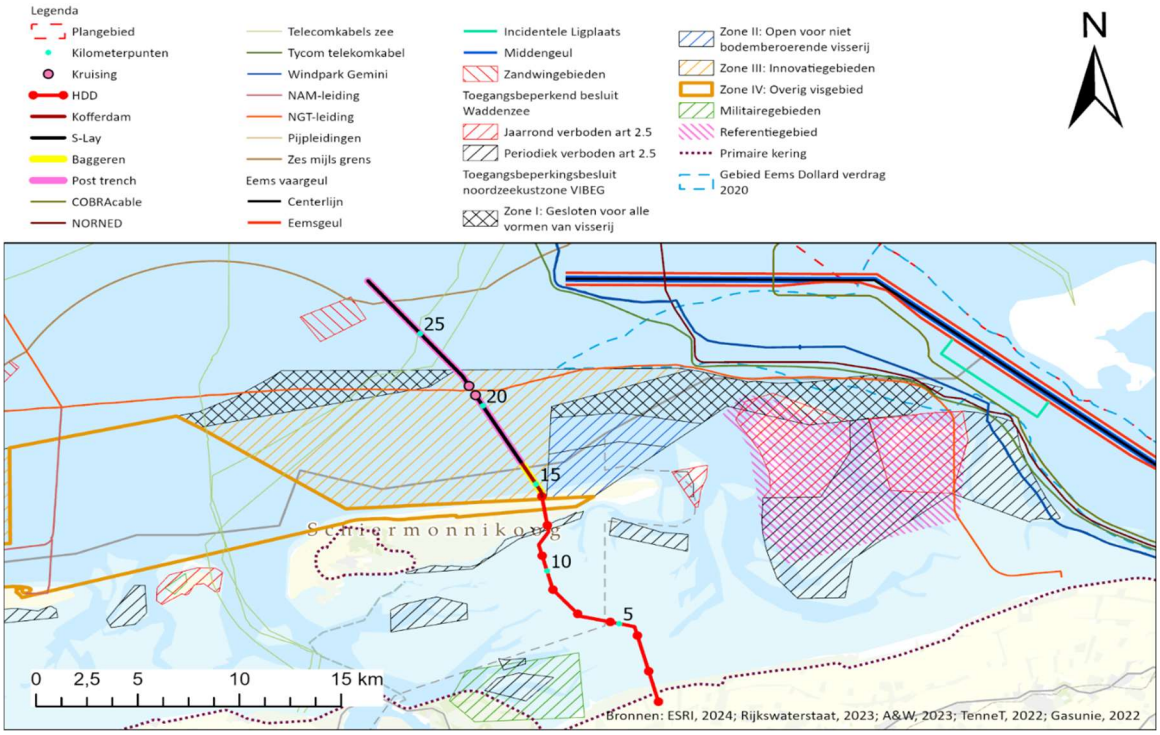
This route concerns the installation of a pipeline.

Activities

The activities taking place along the VII: Schiermonnikoog Wantij route for installing the pipeline are (see Figure 5.10):

- HDD to cross tidal flat between Groningen and Schiermonnikoog and pass under island Schiermonnikoog; including installation of (eight) entry points for the HDD.
- Increased number of movements of vehicles on the tidal flat during low tide, during installation.
- Open excavation and cofferdam to bury the pipeline at depth north of Schiermonnikoog.
- S-lay technique to install the pipeline.
- Dredging to achieve access trench for installation vessels.

Figure 5.10 Proposed activities for pipeline installation on the VII: Schiermonnikoog Wantij route



Evaluation of impacts

Table 5.5 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

Multiple HDDs are used to cross the tidal flat between Groningen and Schiermonnikoog, to pass the pipeline under the island Schiermonnikoog and cross the primary dike at the northern side of Schiermonnikoog. This will be done in sections. In total, eight access pits will be excavated. These pits are small and will be filled up afterwards, so do not alter the size or quality of coastal or sedimentary features. The effect of using HDD for the installation of pipelines on this route is therefore negligible. Open excavation and a cofferdam are used to bury the pipelines at depth north of Schiermonnikoog. Sand will be dredged, and a vessel will be used to lay the pipeline. The presence of the cofferdam is expected to lead to erosion of the coastline on the east side and sedimentation on the west side. During the storm season, sediment will naturally redistribute. The trench will be replenished after the pipeline is installed. Therefore, the impact of these activities via

disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *minor negative*.

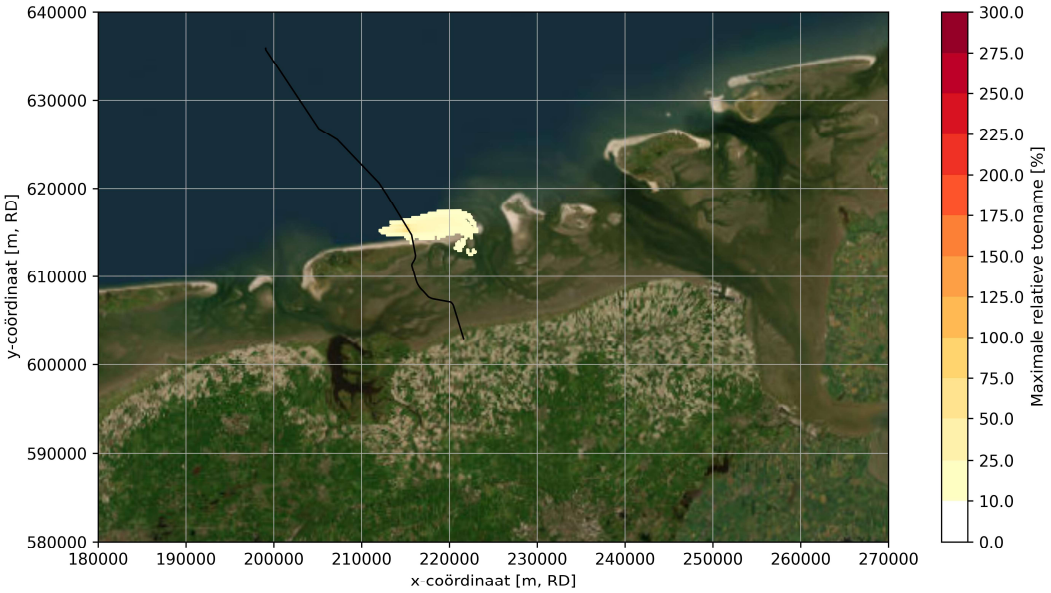
The installation of the pipeline system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

For the installation of the pipeline a series of HDDs will be used from the mainland to the North Sea, crossing the tidal flats and Schiermonnikoog. Eight entry and exit points need to be excavated. The extend of disruption of benthic life depends on the exact location of this HDD entry and exit points. Seagrasses, shellfish beds and typical mudflat species are present in the area, representing a rich foraging ground for birds. Mitigation measures are in prospect to limit effects of changes in substrate dynamics on typical species and non-breeding birds. Therefore, the effect (change in substrate dynamics) is scored as a *moderate negative impact*.

Dredging will be needed for the access of installation vessels. Approximately 2.500 m^3 silt will be dredged during a total of 10 days. The surface area that is affected is relatively small (Figure 5.11) and the increase of turbidity will exceed 5 mg/L (absolute numbers) for 12 days, in which concentrations will not be higher than 50 mg/L. Most of the turbidity will occur in the North Sea coastal zone. Because of the small affected surface area, the short duration of turbidity, the relative low levels of turbidity opposed to the background concentrations, and the location of the turbidity, the effect on primary production, benthos and birds will be small. Therefore, the effect is scored as a *minor negative impact*.

Figure 5.11 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the pipeline on the VII: Schiermonnikoog Wantij route (Mustafa & van Engelen, 2024)



As a result of the dredging activities, sedimentation will take place in the North Sea coastal zone, outside the boundary of the Wadden Sea World Heritage. This could have negative effects on local species, but these fall outside of the spatial scope of this HIA. Therefore, the effect of sedimentation is scored as *neutral*.

The building of HDD entry and exit points in the Wadden Sea will be done during low tide. Therefore, the effects of underwater sound and vibrations are scored as *neutral*. In the North Sea coastal zone also trenching will take place, which produces extra underwater sound and vibrations. However, these effects fall outside the spatial scope of this HIA.

The use of HDD and excavations of entry and exit points cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Multiple bird species make use of the high tide roosts in the vicinity of the route. Multiple mitigation measures are in sight to reduce these effects for breeding and non-breeding birds. Therefore, these effects are scored as a *moderate negative impact*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in or on top of the tidal flats (benthos and sea grass) will be negatively affected by the change of sediment dynamics as a result of the HDD entry and exit points (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). Consequently, the food supply for birds living on the tidal flats and fattening areas for migratory birds will be locally affected (see Chapter 5.1.5). Mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Therefore, these effects via changes in substrate dynamics are scored as a *moderate negative impact*.

Dredging can cause effects via turbidity on shellfish (Compton et al.,2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), fish (Tulp et al., 2022), and mammals living in marine and brackish areas that can cascade down the food web. However, the amount of dredged material and sediment is marginal, the affected surface area is relatively small, the effects are temporal and occur mostly in the North Sea coastal zone. Therefore, the impact of dredging via turbidity on associated biodiversity attributes is scored as a *minor negative impact*.

The dredged sediment is deposited in the North Sea coastal zone, outside the boarder of the Word heritage site. Therefore, the impact of sedimentation is scored as *neutral*.

The number of vessels used on this route is limited, because of the use of HDDs during low tide. As a result, the increase of underwater sound and vibrations is negligible, and the habitat of fish and mammals is not affected in the Wadden Sea. Therefore, the impact of underwater sound and vibrations is scored as *neutral*. The effects of underwater sound are more severe in the North Sea coastal zone, but this area falls outside the boarder of the Wadden Sea World Heritage.

Most of the above water sound and vibrations, light and optical disturbance is produced by the HDD and the trencher during work activities at low tide. These activities can disturb seals on the haul-out sites that are crossed by this route. However, the relative importance of this area for seals is low. During the reproductive season and seals' shedding period (sensitive season), it is important that seals are not disturbed (Cremer et al., 2017). Outside the sensitive season seals can more easily locate to different haul-out sites areas. However, it is not possible to avoid working activities during the sensitive season for seals as there are no mitigation measures in sight. Therefore, the impact of these disturbance effects is scored as a *major negative impact*.

The activities also cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. This can affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency of the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002), multiple species use the high tide roosts in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that mitigation measures are needed to avoid disturbance of the pied avocet, lesser black-backed gull, common tern, Eurasian spoonbill, common greenshank, northern pintail, brent geese, common redshank, Eurasian curlew, spotted redshank. There are mitigation measures in prospect to limit disturbance of birds. Therefore, disturbance effects for bird attributes have been scored as *moderative negative impacts*.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes will be temporarily impacted by proposed installation techniques for the cable system on this route. This has a *minor negative impact* on the integrity of the heritage site as it will not permanently alter the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

Changes in sediments can cause negative effects on seagrass, benthic species and bird habitat (foraging grounds) (Rippen et al., 2020; van der Heide et al., 2007). However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Turbidity as a result of dredging activities has a small impact on species, habitats and processes (Candolin & Rahman 2023; Rippen et al., 2020; Royal HaskoningDHV, 2021). The volume of dredged sediment is relatively small, resulting in a marginal affected area and only temporal turbidity effects, which can only very locally cause minimal effects on primary and secondary production (mostly in the coastal zone). Dredged sediment is spread outside the Wadden Sea heritage site, with no effects on species and habitats in the Wadden Sea. Underwater sound and vibrations produced by HDD is limited, as working activities take place during low tide. Sound, light and optical disturbance associated with the activities will cause negative effects on especially seals (Cremer et al., 2017) and birds (Kleijn, 2008). While various mitigation measures are prospected for birds, disturbance of seals cannot be mitigated. Regarding species, habitats and processes, impacts on the integrity of the Wadden Sea heritage site are *major negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will be mostly affected by HDD entry and exit points, as the route is projected on a valuable foraging area for birds (Soudijn et al., 2022).. However, a mitigation measure is in prospect to reduce these effects. HDD drilling and excavations of entry and exit points cause above water sound and vibrations, optical and light disturbance that can impact resting and foraging areas of migratory birds. However, various mitigation measures are in prospect to reduce these disturbance effects. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *moderate negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?

Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). Two mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route

Table 5.5 Evaluation of the impact of the VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
o		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Minor negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Major negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Effects on migratory path of birds								Moderate negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Moderate negative impact

5.1.6 VIII: Ameland Wantij route - pipeline

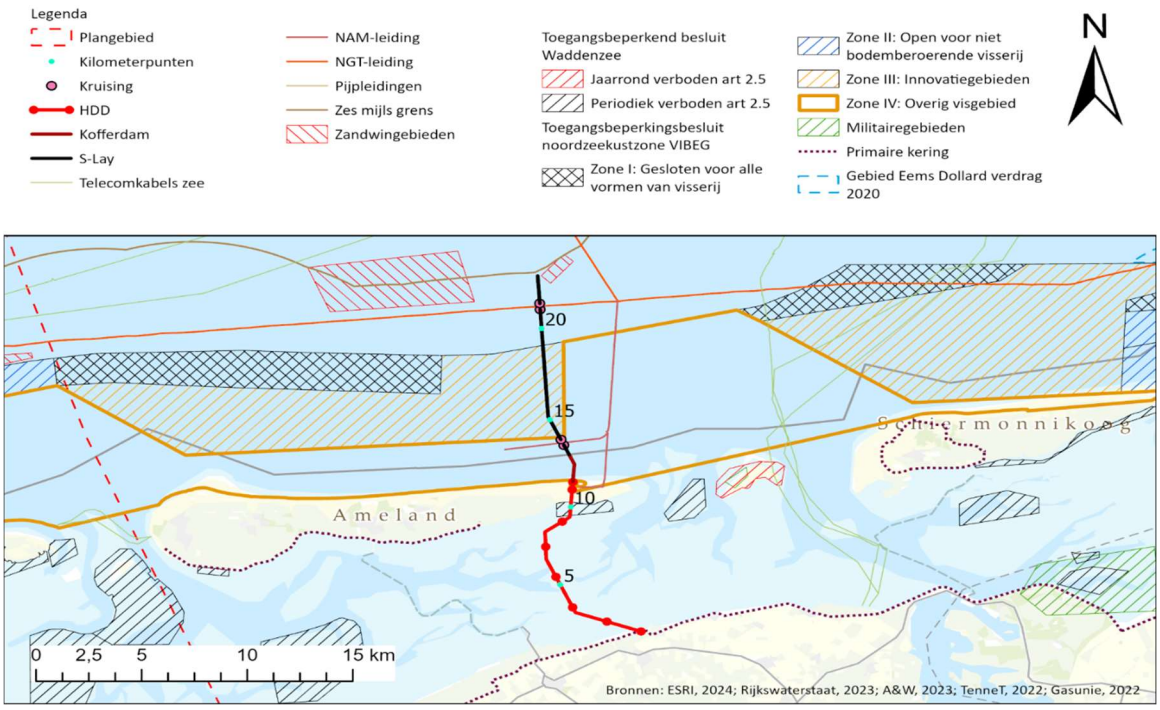
This route concerns the installation of a pipeline.

Activities

The activities taking place at the VIII: Ameland Wantij route for installing pipelines are (see Figure 5.12):

- Installation of a pipeline using HDD to cross tidal flat and pass below the eastern tip of the island of Ameland, including installation of several entry points for the HDD.
- Installation of a pipeline with a pipeline laying vessel with trenching equipment (S-lay technique).
- An open excavation will be created in the surf zone using a cofferdam to bury the pipeline at depth North of Ameland (outside UNESCO site).
- Increased vehicle movements on the tidal flat during low tide, during installation.

Figure 5.12 Proposed activities for pipeline installation on the VIII: Ameland Wantij route



Evaluation of impacts

Table 5.6 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

The difference between this route and the VII: Schiermonnikoog Wantij route are trenching lengths and number of drilled access pits. However, the effects of the proposed actions are comparable. HDD is being used to drill pipelines across tidal flat and under the eastern part of the island Ameland. Drilling will be done in sections. Several access pits will be excavated. These pits are small and will be replenished with sediment after usage, therefore causing a negligible impact on size and quality of tidal flats. An open excavation will be created in the surf zone using a cofferdam to bury the pipeline at depth North of Ameland. Sand will be dredged to allow access to the pipeline installation vessel. The presence of the cofferdam is expected to lead to erosion of the coastline on the east side and sedimentation on the west side. During the storm season, sediment will naturally redistribute. The trench will be replenished after the pipeline is installed. Therefore, the effects of this intervention are expected to be minor negative. A pipeline vessel with trenching equipment (S-lay technique) will be used for burial in deeper waters. Trenching has neutral impact in the deep waters of the North Sea because there are strong waves and strong currents, so because of natural

dynamics the geomorphological system will recover quickly. Therefore, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *minor negative*.

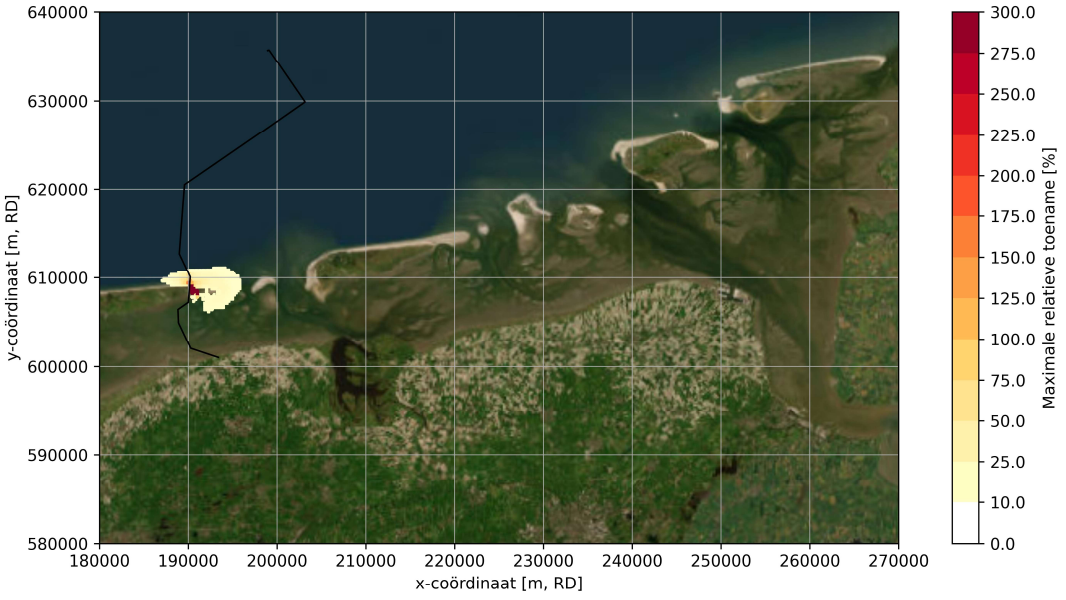
The installation of the pipeline system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

For the installation of the pipeline a series of HDDs will be used from the mainland to the North Sea, crossing the tidal flats and the eastern point of the island of Ameland. Multiple entry and exit points need to be excavated. The extend of disruption of benthic life depends on the exact location of this HDD entry and exit points. Shellfish beds and typical mudflat species are present in the area, although the number of species is lower than the area that the VII: Schiermonnikoog Wantij route is intersecting. Mitigation measures are in prospect to mitigate the effects of changes in substrate dynamics. Therefore, the effect is scored as a *moderate negative impact*.

Dredging will be needed for the access of the pipeline installation vessel. Approximately 3.500 m^3 silt will be dredged during a total of 9 days. The surface area that is affected is relatively small (Figure 5.13) and the absolute increase of turbidity will exceed 5 mg/L for 12 days, of which 11 days concentrations are higher than 50 mg/L and one day concentrations exceed 250 mg/L. Most of the turbidity will occur in the North Sea coastal zone and in the tidal flats (Figure 5.12). Because of the small affected surface area, the short duration of turbidity, the relative low levels of turbidity opposed to the background concentrations, and the location of the turbidity, the effect on primary and secondary production (by benthic organisms) will be small (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010). Therefore, the effect is scored as a minor negative impact.

Figure 5.13 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the pipeline on the VIII: Ameland Wantij route (Mustafa & van Engelen, 2024)



As a result of the dredging activities, sedimentation will take place in the North Sea coastal zone, outside the boundary of the Wadden Sea World Heritage, where it can have effect on typical species occurring there. No sedimentation will occur in the Wadden Sea, because here only HDDs are used. Therefore, the effect of sedimentation is scored as *neutral*.

The building of HDD entry and exit points will be done in the Wadden Sea during low tide. Therefore, the effects of underwater sound and vibrations are scored as *neutral*. In the North Sea coastal zone trenching and the presence of vessels can cause an increase in underwater sound and vibrations, but this effect falls outside the scope of this HIA.

The use of HDD and excavations of entry and exit points cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Multiple bird species make use of the high tide roosts in the vicinity of the route. However, multiple mitigation measures for birds are in prospect that can reduce these effects (paragraph 4.3.4). Therefore, these effects were scored as a *moderate negative impact*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in or on top of the tidal flats (benthos and sea grass) will be negatively affected by the change of sediment dynamics as a result of the HDD entry and exit points (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). Consequently, the food supply for birds living on the tidal flats and fattening areas for migratory birds will be locally affected. However,
mitigation measures are in prospect to reduce these effects of changes in substrate dynamics (see paragraph 4.3.4). Therefore, these effects via change in substrate dynamics are scored as a *moderate negative impact*.

Dredging can cause effects via turbidity on shellfish (Compton et al., 2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), fish (Tulp et al., 2022) and mammals living in marine and brackish areas that can cascade down the food web. However, the amount of dredged material and
sediment is marginal, the affected surface area is relatively small, the effects are temporal and occur mostly in the North Sea coastal zone. Therefore, the impact of dredging via turbidity on associated biodiversity attributes is scored as a *minor negative impact*.

As the dredged sediment is deposited in the North Sea coastal zone and not in the Wadden Sea within the borders of the World Heritage site, the impact of sedimentation is scored as *neutral*.

The number of vessels used on this route is limited, because of the use of HDDs during low tide in the Wadden Sea. As result, the increase of underwater sound and vibrations is negligible, and the habitat of fish and mammals is not affected in the Wadden Sea. Therefore, effect of underwater sound and vibrations is scored as *neutral*. In the North Sea, the effects of underwater sound and vibrations are more severe, but these fall outside the spatial scope of this HIA.

Most of the above water sound and vibrations, light and optical disturbance is produced by the HDD and the trencher during work activities at low tide. These activities can disturb seals on the haul-out sites that are crossed by this route. The relative importance of this area for seals is average. During the reproductive season and seals' shedding period (sensitive season), it is important that seals are not disturbed (Cremer et al., 2017). Outside the sensitive season seals can more easily located to different haul-out sites in different areas. To prevent disturbance of seals during the sensitive period, a mitigation measure is prospected. Therefore, the impact of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on mammals living in marine and brackish water areas are evaluated as moderate *negative*.

Can affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency of the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002), multiple species use the high tide roosts in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that mitigation measures are needed to avoid disturbance of the pied avocet, lesser black-backed gull, common tern, Eurasian spoonbill, eider and common redshank. These mitigation

measures in prospect limit disturbance of birds. Therefore, disturbance effects for bird attributes have been scored as *moderative negative impacts*.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes are directly, temporarily impacted by proposed installation techniques for the pipeline. This has a *minor negative impact* on the integrity of the heritage site as it will not permanently alter the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

This route has negative effects on seagrass, benthic species and bird habitat (foraging grounds) via changes in sediment dynamics caused by excavations of the HDD. Mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Turbidity as a result of dredging activities has a small impact on species, habitats and Processes (Candolin & Rahman 2023; Rippen et al., 2020; Royal HaskoningDHV, 2021). The volume of dredged sediment is relatively small, resulting in a marginal affected area and only temporal turbidity effects, which can only very locally cause minimal effects on primary and secondary production. Dredged sediment is spread outside Wadden Sea heritage site. Underwater sound and vibrations produced by HDD is limited, as working activities take place during low tide. Sound, light and optical disturbance associated with the activities will cause negative effects on especially seals and birds. However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Regarding species, habitats and processes, impacts on the integrity of the Wadden Sea heritage site are *moderate negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will be mostly affected by HDD entry and access points, as the route is crossing a valuable foraging area for birds (Soudijn et al., 2022). However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects. HDD and excavations of entry and exit points cause above water sound and vibrations, optical and light disturbance that can impact resting and foraging migratory birds. However, various mitigation measures are in sight to reduce these disturbance effects. Regarding migratory birds, the impact on the integrity of the Wadden Sea heritage is *moderate negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?

Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). When there are no working activities from April up to and including August near locations (within 600 m) of breeding birds or noise levels will be limited by using barriers (mitigation measure), there will be less effects. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Table 5.6 Evaluation of the impact of the VIII: Ameland Wantij route - pipeline

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Moderate negative impact
		Effects on migratory path of birds								Moderate negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Moderate negative impact

5.1.7 IX: Zoutkamperlaag route - pipeline (variant A1 and A2)

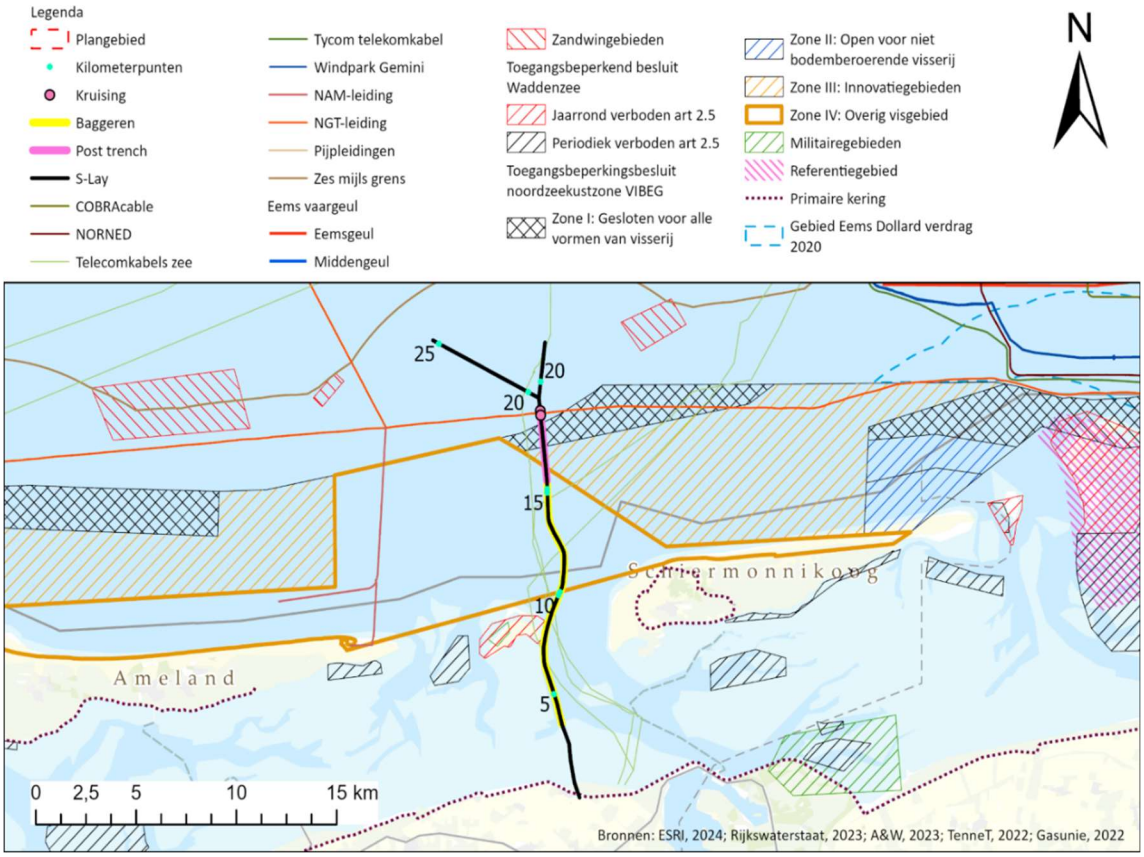
This route offers two variants for a pipeline, A1 and A2. The IX: Zoutkamperlaag route A1 and A2 only diverge outside the heritage site, so they are not assessed separately in this report.

Activities

The activities taking place at the IX: Zoutkamperlaag route for installing a pipeline are (see Figure 5.14):

- HDD to cross primary dike and existing cable systems along the coast.
- Pipelaying vessel with burial equipment is used to lay pipeline at depth (S-lay technique and post trench).
- Preparatory dredging (to achieve access trench for installation vessels) (dredged material is spread out directly in the access trench after burying the pipeline).

Figure 5.14 Proposed activities for pipeline installation on the IX: Zoutkamperlaag route



Evaluation of impacts

Table 5.7 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

The variants of the route differ in the North Sea but have the same evaluation of impacts. For the installation of the pipeline HDD is used to cross primary dike on the mainland. Access pits will be replenished after usage, so its impact is neutral.

A significant volume will be dredged to dig an access channel of two kilometers close to the Wadden Sea coast within the existing deep tidal channel. After the pipeline is installed, the dredged trench will be partially replenished. The sediment dynamics in this area are limited, so it is expected to take several years for the

channel to naturally recover and dispersed volume to be redistributed by natural processes. Therefore, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *moderate negative*.

The installation of the pipeline system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

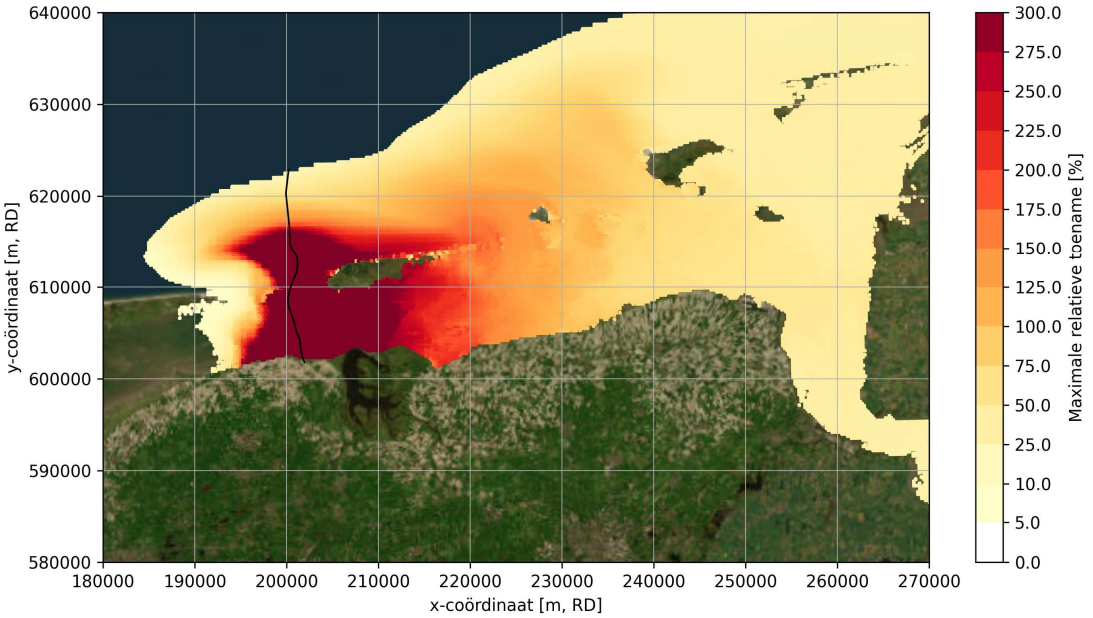
Impact on OUV ix) ecological processes

For installation of the pipeline, a large amount of sediment is dredged. This causes large changes in the dynamics of substrate in the Wadden Sea which has a negative effect on benthic species (e.g. seagrass and shellfish) (Candolin & Rahman 2023; Rippen et al., 2020; Royal HaskoningDHV, 2021). However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects (see paragraph 4.3.5). Therefore, the effect of changes in substrate dynamics is scored as a *moderate negative impact*.

Dredging activities also cause an increase in turbidity. Approximately 640.600 m^3 silt will be dredged during a total of 71 days. The surface area that is affected is large and the increase of turbidity will exceed 5 mg/L (absolute numbers) for more than 200 days, of which 150 days have an absolute increase of >50 mg/L and 65 days have an absolute increase of 250 mg/L (Figure 5.15). This has a negative effect on primary production, benthos (like shellfish living on the sea floor) and visual hunting birds and fish (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010). However, mitigation measures are in prospect to limit effects on typical species, breeding and non-breeding birds. Therefore, the impact of this activity via turbidity is scored as a *moderate negative impact*.

Dredged sediment will be deposited in the dredged slot after the laying of the pipeline. Therefore, surrounding habitat (submerged sandbanks) will largely stay intact. However, small effects on (typical) species living in or on the seafloor and in the gullies (fish and invertebrate species) cannot be totally ruled out (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). Therefore, the impact of this activity via sedimentation is scored as a *minor negative impact*.

Figure 5.15 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the pipeline on the IX: Zoutkamperlaag route (Mustafa & van Engelen, 2024)



The activities and associated shipping traffic cause an increase underwater sound. Fish (Weilgart et al., 2018; Anderson Hansen et al., 2020) and fish-eating birds (Kleijn, 2008) typically demonstrate avoidance behaviour as result of continuous sound, while the settlement and growth of invertebrates can be negatively affected by this kind of disturbance. Therefore, underwater sound has a *minor negative impact*.

The use of ships, dredging and drilling cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Multiple mitigation measures for birds (paragraph 4.3.1) are in prospect that can reduce the disturbance of birds. Therefore, this impact was scored as a *moderate negative impact*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in or on top of the tidal flats (benthos and sea grass) will be negatively affected by the change of sediment dynamics as a result of the dredging (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). However, a mitigation measure is in prospect to mitigate these effects. Therefore, the effect is scored as a *moderate negative impact*. The food supply for birds living on the tidal flats and fattening areas for migratory birds can also be affected by changes in sediment dynamics. However, the route only marginally crosses tidal flats and the majority of the route follows the gullies. Foraging areas of birds are not in close vicinity of the route. Therefore, regarding food availability for birds (Soudijn et al., 2022), the effects of changes in substrate dynamics are scored as a *minor negative impact*.

Dredging causes effects via turbidity on shellfish (Compton et al., 2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), and fish (Tulp et al., 2022), living in marine and brackish areas (see impact on OUV ix) ecological processes for an explanation). This also has a negative effect on the fattening areas and food supply of migratory birds. However, mitigation measures are in prospect to mitigate the effects of turbidity on typical species, breeding and non-breeding birds. Therefore, the impact of this activity via turbidity on associated biodiversity attributes is scored as a *moderate negative impact*.

The effects of sedimentation on typical species, fish and mammals are reduced by optimalization of the route. Therefore, the impact of this activity via sedimentation is scored as a *minor negative impact*.

Dredging and the sound of ship engines generates underwater sound and vibrations that can negatively affect marine mammals, such as seals and harbour porpoises by continuous and impulse sounds (Mikkelsen et al., 2019; Schaffeld et al., 2022). Mammals are extremely sensitive for underwater sound and vibrations (Erbe et al., 2019). A mitigation measure is in prospect to prevent disturbance of mammals (see paragraph 4.3.5). Therefore, the impact of underwater sound and vibrations is scored as a *moderate negative impact* for mammals. The effects on benthos, fish and birds are discussed under the previous section (Impact on OUV ix) ecological processes).

The activities and associated shipping cause above water sound and vibrations, light and optical disturbance. These activities can disturb seals on the haul-out sites that are crossed by this route. The relative importance of this area for seals is average. During the reproductive season and seals' shedding period (sensitive season), it is important that seals are not disturbed (Cremer et al., 2017). Outside the sensitive season seals can more easily locate to different haul-out sites areas. To prevent disturbance of seals during the sensitive season a mitigation measure is in prospect.

The above mentioned effects can also affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency of the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002), multiple species use the high tide roosts in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that mitigation measures are needed to avoid disturbance of the pied avocat, eider duck, Eurasian curlew and spotted redshank (among others). For birds, also various mitigation measures are in prospect. Therefore, for birds and seals, disturbance effects have been scored as *moderative negative impacts*.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Dredging causes most negative impacts on geological processes, especially dredging for the installation of pipelines as this requires dredging of larger quantities. This has a temporary, *moderate negative impact* on the integrity of the heritage site because the natural dynamics are disturbed. The dredging works will not permanently alter the size of the heritage site. The key interrelated and interdependent elements in their natural relationships will be restored by natural processes on a timescale of years.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

The enormous amount of dredged sediment will lead to a significant increase in turbidity. This negatively impacts primary production in the area because sunlight is obscured, which can limit algae growth. This affects primary production (biomass from algae) and secondary production (biomass created by benthic organisms) (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010). As the base of the food web is negatively impacted, it also has consequences for higher levels in the food web (fish, birds, marine mammals). Because the dredged sediment will be deposited in the dredged slot, only minor effects on the habitat of subtidal species (benthos, fish, seals) are expected. Underwater sound and vibrations can affect the quality of habitats of seals, diving birds, fish and benthos, but effects are expected to be minimal. Sound, light and optical disturbance associated with the activities will cause negative effects on especially seals and birds. For birds and seals, mitigation measures are in prospect to reduce these effects (see below). Regarding, species, habitats and processes, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *moderate negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will be especially affected by the dredging activities. Visual hunting birds (e.g., species of ducks and terns) may find it harder to locate and catch prey (Soudijn et al., 2022). Foraging areas on tidal flats are not in the vicinity of the route. Underwater and above water sound and vibrations can also affect foraging fish-eating migratory birds or birds on high tide roosts. However, mitigation measures are in sight to reduce these effects. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *moderate negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?
Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquillity of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). However, a mitigation measure is in prospect to reduce these effects. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Table 5.7 Evaluation of the impact of the IX: Zoutkamperlaag route - pipeline

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and salt-marshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative change	Moderate negative impact
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Tranquility for migratory birds	Optical disturbance and light	Once)	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Moderate negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Moderate negative impact
		Effects on migratory path of birds								Moderate negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Moderate negative impact

5.1.8 X: Tunnel route

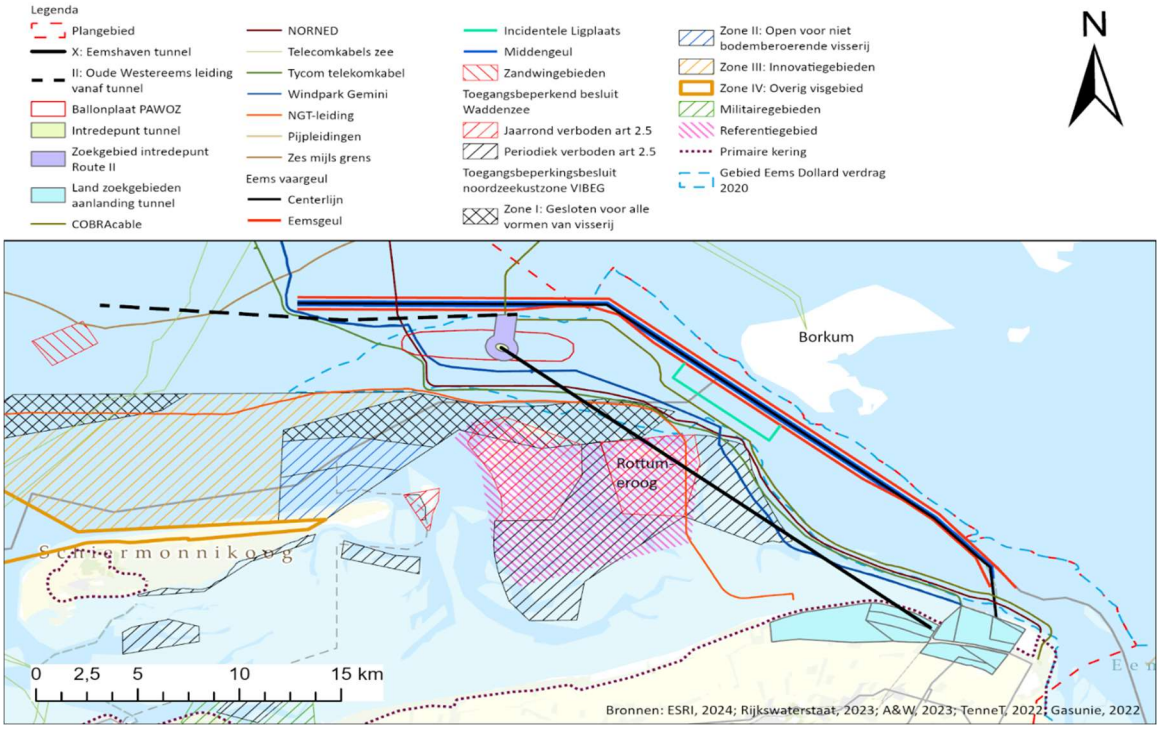
On this route the construction of a tunnel is being assessed.

Activities

The activities taking place at the X: Tunnel route are (see Figure 5.16):

- Construction of the entry point on the Ballonplaat in the North Sea (includes construction of a dike, sand spraying, construction of breakwaters, construction of quay, dredging of basin).
- Construction of shafts at the entry point on the Ballonplaat and drilling of tunnel tubes under the Wadden Sea.
- Construction of shafts at the exit point tunnel near the Eemshaven and drilling of tunnel tubes.
- Management and maintenance of entry point during usage tunnel (yearly dredging to maintain access channel, and several ship movements to transport personnel and (small) materials to and from the entry point for the execution of management and maintenance).

Figure 5.16 Proposed activities for tunnel installation on the X: Tunnel route



Evaluation of impacts

Table 5.8 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

The construction of shafts and drilling of tunnel tubes does not have direct impact on geological processes of the Wadden Sea as the tunnel will start on the mainland and then emerges on the Ballonplaat sandbank, where an island with entry point will be constructed. This island has dimensions of approximately 800 m by 450 m will be accessible in the operational phase by ships through an access channel that needs to be regularly dredged.

The island (entry point) affects water movement (currents and waves) and sediment transport. In the direct vicinity of the island this leads to a permanent influence on the bed levels of the Ballonplaat, which is a

dynamic area by nature. The morphology of the Ballonplaat is expected to change due to the contraction of the current around the entry point, which causes erosion and possibly also gully formation on the north-east and south-west sides of the entry point. Sheltering effects are expected to lead to sedimentation on the north-west and south-east sides.

The effects of the island on water movement and sediment transport are limited in the neighboring reference area and Natura 2000 area south of the island (at the transition between Rottumeroog and Rottumerplaat with Huibertgat). During storms, there are greater changes in sediment transport in these areas. There will be no observable effects on the large-scale currents and sediment transport in the Eems-Dolland channel.

Because the entry point has a permanent effect on the natural morphological processes of neighboring tidal channels and flats (some of which are in Natura 2000 area of reference area) and because regular maintenance dredging works are required for the access channel, the impacts of this variant are scored as *moderate negative*. Although the effects are permanent, the effects are not deemed 'major negative' because the entry point only causes local effects which are small on the scale of the Wadden Sea.

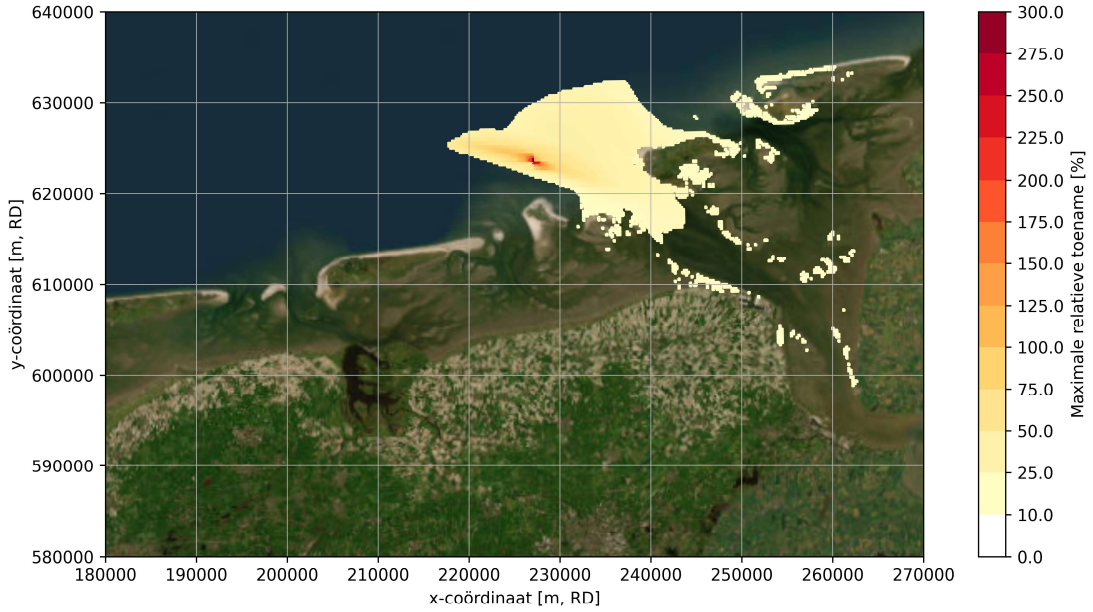
The tunnel and island on the Ballonplaat do not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

The tunnel will transect the Wadden Sea below ground, causing only small effects on attributes in the World Heritage site.

On the entry point of the Ballonplaat a harbour basin and access gully will be realized, causing a marginal increase in turbidity (Figure 5.16). The sediment that is released by the digging of the tunnel, causes a larger increase in turbidity. However, the increase in concentration is relatively low, and the affected areas relatively small, mostly covering area outside the boarders of the Wadden Sea World Heritage. Yet, some effects might be noticeable on primary production, (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010) shellfish beds, seagrasses and birds. Therefore, the effect is scored as a *minor negative impact*.

Figure 5.17 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the construction of the pipeline on the X: Tunnel route (Mustafa & van Engelen, 2024)



Changes in substrate dynamics and sedimentation will be completely absent for this route and therefore indicated as 'not applicable' in Table 5.8.

Within the Wadden Sea area, no vessels will be used for the installation of the tunnel. The entry point is located on the Ballonplaat and the exit point on the mainland. The tunnel will cross the Wadden Sea at great depth below the sea floor. Consequently, no effects of underwater or above water sound and vibrations will occur. Similarly, the presence of light or other forms of optical disturbance are neglectable. These effects are therefore scored as *neutral* for this route in the Wadden Sea.

Impact on OUV x) biodiversity

As described in the previous section (impact on OUV ix) ecological processes) turbidity has a small effect on biodiversity attributes. These effects are scored as a *minor negative impact*.

Changes in substrate dynamics and sedimentation will be completely absent for this route and therefore indicated as 'not applicable' in Table 5.8.

Effects of underwater and above water sound and vibrations, light and optical disturbance do not occur within the borders of the Wadden Sea world heritage and are therefore scored as *neutral*.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes will be directly impacted by proposed installation techniques for the tunnel. The tunnel causes permanent, moderate negative impact on geological processes because the entry point will result in the disappearance of a shallow sandbank and will be accessed due to yearly dredging during the operational phase of the tunnel. This has a *moderate negative impact* on the integrity of the heritage site as it will permanently alter the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

Turbidity has only a small effect on species, habitats and processes. The affected area is relatively small and lays for the most part in the North Sea. Increased concentrations are very low. Therefore, the impact on

primary production, seagrass, shellfish beds, fish and the foraging area is very small. Regarding, species, habitats and processes, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *minor negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?
Only turbidity has minimal effects on the foraging area of non-breeding birds. However, these birds can easily fly over to other areas in the Wadden Sea. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *minor negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?
No effects on breeding areas are expected. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *neutral* for this route.

Table 5.8 Evaluation of the impact of the X: Tunnel route

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes	Permanent but local effect on the natural morphological processes of neighbouring tidal channels and bed disturbance in access channel due to dredging works.	Construction of island: once, maintenance dredging of access channel: frequently (weekly to monthly)	Short-term	Irreversible	Irreversible	Permanent	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Reversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact
		Increase in sedimentation	Not applicable							
		Change in substrate dynamics	Not applicable							
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Natural
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some change	Neutral	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Not applicable							
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in sedimentation	Not applicable							
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Not applicable							
		Change in substrate dynamics	Not applicable							
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Not applicable							

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Not applicable							
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some	Neutral	Neutral
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Not applicable							
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some	Neutral	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact
		Increase in sedimentation	Not applicable							
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some	Neutral	Neutral
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Not applicable							
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some	Neutral	Minor negative change
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some	Neutral	Neutral
		Underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Moderate negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Moderate negative impact
		Effects on migratory path of birds								Minor negative change
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Neutral

6

CUMULATIVE EFFECTS

In this HIA, an evaluation has been made to determine the effects of the installation of one cable system or pipeline per route on the three OUVs of the Wadden Sea (geological processes, ecological processes, and biodiversity). In Chapter 2, the HIA methodology is explained in more detail. The evaluation is based on the scoring method in the EIA, but also differs at some points. This is explained in Chapter 3. The results of the evaluation are presented in Chapter 5 per route.

For most of the routes there are minor and moderate negative effects expected after optimization measures (see Chapter 4 for the optimization measures per route). Hereby, it was taken into account whether mitigation measures are in prospect to reduce the effects. For a minority of the routes, no mitigation measures are in prospect, and major negative effects remain.

Wadden Sea OUVs are not only impacted by these isolated effects of a single activity on each route, but are impacted by the cumulative effects of all activities on the route, across multiple routes and of all the activities in the Wadden Sea. Also, climate change can contribute to the cumulative impact. This can lead to the conclusion that cumulation causes major negative effects on OUVs of the Wadden Sea.

Based on the PAWOZ EIA sub-reports Nature and Seabed, this chapter discusses:

- Effects within a route. To meet PAWOZ' objectives, multiple cable systems/pipelines or a combination of a cable system and a pipeline may be needed per route. In Chapter 6.2, the effects of multiple cable system(s) and/or pipeline(s) are assessed per route, and it has been indicated whether there is a prospect of installing multiple cable systems and/or pipelines on each route.
- Cumulative effects of other plans and projects in the Wadden Sea (including autonomous and future developments, which will be first introduced in the following sections 6.1.1 and 6.1.2). Effects from PAWOZ that are not significant (major negative) may become significant when the effects of all activities are combined. The cumulative effects have been considered on a higher (less detailed) level, appropriate to the level of detail of a planEIA. In the projectEIA, cumulative effects need to be examined in more detail.

6.1.1 Autonomous developments

To determine cumulative effects of the proposed routes on the OUVs of the Wadden Sea, it is necessary to describe autonomous developments and processes related to the heritage site. Autonomous developments result in changes within the planning area, which occur independently of the proposed activity and for which a decision has already been made. For example, when developments are established in a spatial plan and a permit has been granted.

Autonomous processes are inevitable for the future state of the site's characteristics. This includes, for example, sea level rise and other consequences of climate change. Generally, these processes only lead to significant changes over an extended period of time. A summary of most relevant autonomous development and processes as well as other future developments in the Wadden Sea is presented in the tables below (Table 6.1 and Table 6.2) based on the PAWOZ EIA sub-reports Nature and Seabed.

Table 6.1 Autonomous developments in the Wadden Sea related to its OUVs: geological processes, ecological processes, and biodiversity

Autonomous development	Description
Baseline coastline	The Netherlands has a naturally eroding coastline; more sand disappears than is naturally supplied. In 1990, the baseline coastline was established. When the coastline at a location structurally lies behind the baseline coastline, the coast is locally replenished with sand nourishments. This does not apply to the eastern ends of the Wadden Islands, Ameland and Schiermonnikoog, where structural erosion is accepted. This has implications for the required burial depth of cable systems if they transect this part of the islands. The baseline coastline has been adjusted several times since its establishment in 1990. In addition to maintaining the baseline coastline, nourishments are also carried out to allow the coastal foundation (up to NAP -20 meters) to keep up with the rising sea level. In 2024 the nourishment program for 2024-2027 commenced. *The EIA sub-report Seabed examined whether the program has an effect on coastal maintenance (and thus on the required sand extraction). This is not the case. No cumulative effects occur on geomorphology thus neither on the OUV viii) ecological processes.*
Dredging maintenance	In the Wadden Sea, dredging activities are conducted to maintain sufficient depth in channels and harbours for shipping logistics. These dredging activities are appropriately assessed and included as regular maintenance in the Natura 2000 management plan for the Wadden Sea. In the past, some of the sand released during fairway maintenance in the Wadden Sea coastal zone could be extracted for sand trade. In 2016, Rijkswaterstaat initiated a decision-making process to gradually phase out this form of sand extraction from the Wadden Sea starting in 2018. Since 2022, no sand has been extracted from the Wadden Sea. The underlying philosophy is to keep as much sediment in the system as possible. *The principle in PAWOZ is that all sediment excavated in the Wadden Sea is also dispersed within the Wadden Sea. In the EIA sub-report Seabed it was investigated whether the interventions in PAWOZ have an effect on dredging requirements. This is not the case and therefore no cumulative effects occur on geomorphology thus neither on the OUV viii) geological processes. However, this activity is included in section 6.2.2 as it is relevant in the discussion of cumulative effects on the OUVs ecological processes and biodiversity.*
Safe operating space for gas and salt extraction under the Wadden Sea	Gas and salt are extracted below the Wadden Sea. Within the planning area, gas extraction by the Dutch Petroleum Company (NAM) takes place. This gas extraction occurs from land: on Ameland and from Blija since the 1980s and from Moddergat, Lauwersoog, and Vierhuizen since 2006. The 'hand on the tap' principle is applied to prevent nature impacts. This means that it is pre-assessed how much gas and salt can be extracted, so that the subsidence remains within the limits that the Wadden Sea can compensate for based on natural sedimentation of sand and silt. The government sets a safe operating space per subsidence area where gas or salt extraction occurs, within which the subsidence rate must remain. Sea level rise is also considered. The subsidence areas within the planning area for which operating spaces are established are Pinkegat (4.6 mm/year) and Zoutkamperlaag (3.6 mm/year) for the period 2021-2026. Both the actual subsidence and effects on nature are monitored to be able to reduce or stop extractions in time. The operating spaces are updated at least every 5 years. *In the EIA sub-report Seabed, it was investigated whether this program leads to additional subsidence due to erosion. This is not the case, so no accumulation of effects occurs on geomorphology thus neither on the OUV geological processes. However, this activity will be included in section 6.2.2 on cumulative effects on the OUVs ecological processes and biodiversity.*
Gas Extraction near Ternaard	The NAM (Dutch Petroleum Company) wants to extract gas from a yet untapped gas field north of Ternaard. A small part of that gas field is located below the mainland, while the majority lies beneath the Wadden Sea. The draft decisions for this project were available for public

Autonomous development	Description
	inspection in 2021. A final decision on the permit was expected in 2022 but was postponed due to a ruling by the Council of State regarding the construction exemption for nitrogen deposition. A decision on the final project was expected in 2024, but this too has been delayed, as on March 5, 2024, the State Secretary of Mining indicated that gas extraction in Ternaard is provisionally prohibited. *This will be included in chapter 6.2.2 on cumulative effects on the OUVs ecological processes and biodiversity.*
Eems-Dollard 2050 Program (ED2050)	In the Eems-Dollard 2050 Program (ED2050), governments, nature and environmental organizations, and businesses are working together to strengthen the natural and economic value and liveability of the Eems-Dollard. Various pilots are being conducted to reduce turbidity with different measures, for example through sediment extraction. The aim is to scale up in sediment extraction in the future to 1 million m^3 of sediment per year. In addition, the Supplement Natura 2000 Management Plan for the Eems-Dollard, which will be established in 2025, also focuses on research and measures to reduce turbidity. Several ED2050 projects in the second phase of the Eems-Dollard 2050 Program have been implemented since 2021, such as: the pilot for Raising Agricultural Land, IBP-VLOED, MIRT exploration of Eemszijlen, the development and operation of the intermediate area of the Double Dike for sediment capture, nature restoration, and salt-tolerant and wet crop cultivation, the monitoring of the Clay Ripening Facility, the construction of the Broad Green Dike, and the development of the Kleine and Groote Polder. The planning has been further detailed in the 2021-2026 Program Plan for the Eems-Dollard 2050 Program. *This does not influence the impact assessment.*

6.1.2 Future developments

Table 6.2 gives an overview of other future developments in the Wadden Sea related to its OUVs.

Table 6.2 Other future developments in the Wadden Sea related to geological processes, ecological processes, and biodiversity

Other future developments	Description
Restoration of quality of permanently submerged sandbanks (sublittoral) and mudflats and sandflats (littoral)	In the Wadden Sea, Natura 2000 requires to improve the maintenance of permanently submerged sandbanks (Natura 2000 habitat type). To support this goal, the gradual phase-out of bottom-disturbing mussel seed fishing is ongoing, allowing multi-year beds to develop more effectively. There is also a requirement to improve the quality of littoral mudflats and sandbanks (Natura 2000 habitat type). To achieve this, restoration of intertidal mussel banks and seagrass fields is necessary.
Measures to reduce impact of bottom-disturbing activities	The cumulative effect of seabed-disturbing activities such as fishing, channel maintenance, and replenishment works in the Wadden Sea and the North Sea coastal zone has been investigated on behalf of Rijkswaterstaat, the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, and the Wadden Nature Coalition. Rijkswaterstaat will discuss the next steps with the involved parties, including further research. This will also take into account the recommendations of the Wadden Academy, which reviewed the report.
Programmatic Approach to Large Waters (PAGW)	The Programmatic Approach for Large Waters (PAGW) provides measures for the Wadden Sea to restore habitats and soften hard edges of the Wadden Sea by restoring gradual transitions between land and water, fresh and salt water. In the third phase of the PAGW

Other future developments	Description
	(2022), 15 million euro has been reserved for the Underwater Nature Wadden Sea project, which aims to improve fish populations and the food web, provide hard substrate for underwater nature restoration, and work on improving seagrass fields and habitats for fish.
Restoration of biogenic structures	The quality of the exposed flats and food availability for birds has declined due to mechanical shellfish fishing in the past. The Pacific oyster has been able to expand significantly on the flats. Today, most of the banks consist of mixed beds of Pacific oysters and mussels. As a result, the carrying capacity for shellfish-eating birds such as the oystercatcher and eider has permanently decreased. In recent years, research has been conducted in the Wadden Sea on the restoration of mussel beds. However, experiments aimed at restoring the beds have been largely unsuccessful, resulting in no significant improvement and no concrete management measures being implemented. In addition, the area of seagrass beds in the Dutch Wadden Sea has significantly decreased. Consequently, the total number of biogenic structures on the exposed flats is lower than optimal. In recent years, there has been considerable experimentation with seagrass restoration in the Wadden Sea, which has proven particularly successful at Griend. In the coming years, further experiments will be conducted on seagrass restoration. Since the restoration has only taken place locally so far, there has not yet been any substantial improvement in quality.
Climate Change	In the past century, the Wadden Sea has been a net importer of sand. This has so far compensated for the effects of sea-level rise and subsidence in the area. It is expected that this balance will hold for the coming decades as well. The western part of the Wadden Sea has been mostly impacted by the construction of the Afsluitdijk, resulting in deeper water and higher sensitivity to sea-level rise compared to the eastern Wadden Sea (Deltares, 2019). The long-term evolution depends on the climate scenario and the associated rate of sea-level rise. The effects of climate change on ecology are already noticeable in the Wadden Sea area and can increase in the future. It is still difficult to foresee the exact consequences because it is a current topic of research. The effects are currently most evident in marine habitats. Higher sea water temperatures have reduced the nursery function of the Wadden Sea for plaice and flounder. Drought and high summer temperatures lead to massive mortality of cockles, in particular. The cockle population has also declined due to higher water temperatures. High winter water temperatures lead to reduced shellfish spawning, preventing the stocks from recovering. In addition, high winter water temperatures lead to increased survival rates of crabs and shrimps. They can therefore predate more on shellfish larvae, resulting in a reduction of shellfish population (Beukema, J. J., Dekker, R., 2020). For coastal breeding birds, the risk of flooding has already increased in recent decades, sometimes with devastating effects and poor breeding results. Sea level rise will aggravate this, making especially breeding areas on salt marshes, higher susceptible to floodings. This will also affect other habitat types in the Wadden Sea that will increase or decrease in surface area.

6.2 Cumulative effects

This section discusses cumulative effects on the OUVs of the Wadden Sea based on the PAWOZ EIA sub-reports Nature and Seabed. In these sub-reports there is insight into the recovery time of various

species and habitat types. To determine all cumulative effects, it is important to also take into account the extent of the impact and the recovery time of the impact. This consideration requires a higher level of detail then is used in the EIA's sub-reports. Also, at this stage, the cumulative effects of nitrogen deposition (eutrophication) have not been considered in the EIA sub-reports, as only a risk assessment of the effects has been conducted. In the project EIA, cumulative effects therefore need to be investigated in more detail, which can in turn be used to assess cumulative effects on the OUVs of the Wadden Sea.

6.2.1 Cumulative effects on geological processes

Effects within a route

The effects of installing cable systems or pipelines on the seabed are independent of previously installed cable systems or pipelines. For each proposed cable system or pipeline, the necessary work to achieve installation has been detailed, and the impacts have been assessed. Similar work is required for subsequent cable systems or pipelines. For example, an access channel needs to be created again, but at a different location. If a second cable system or pipeline is installed simultaneously with the first, the total effects will be (nearly) twice as large. If there is a long period between the first and second installation, the effects will occur twice, thereby almost doubling the duration period of the impacts. However, this does not apply to dredged access channels to provide access for installation equipment. If there is overlap between the required access channels for different cable systems or pipelines and they are installed simultaneously or shortly after one another, the dredging volume needed to create the second channel can be reduced. This could potentially make the summation of effects of the access channels smaller than the sum of the individual effects.

In conclusion, **the summation of negative effects on the OUV geological processes of the installation of multiple cable systems or pipelines within a route or within multiple routes can be expected to be larger than the effects of only one cable system or pipeline per route and also the recovery time of impacts will be longer.**

Cumulative effects of other projects and activities

It has also been considered whether a cumulation of effects occurs on the seabed with autonomous developments in the project area (see Table 6.1 and Table 6.2). **PAWOZ does not lead to cumulative effects on the seabed with autonomous developments, thus neither on the OUV geological processes** (PAWOZ EIA sub-report Seabed).

6.2.2 Cumulative effects on ecological processes and biodiversity

As there is a lot of overlap between the attributes of the two ecological OUVs iv) ecological processes and x) biodiversity, the cumulative effects on the two OUVs are discussed in general.

Whether cumulative effects are present depends on the following factors (find a more elaborate explanation of these factors in PAWOZ EIA sub-report Nature Chapter 17.6.1):

- Recovery time of benthic animals. The most sensitive species (shellfish) have a recovery time of 5–10 years, while the least sensitive species (worms) have a recovery time of approximately 1 year (Rippen et al., 2020). In general, the shorter the disturbance, the faster the recovery of certain benthic species. After a disturbance, mobile species such as nematodes and worms can return relatively quickly (within 1–6 months) (Dittmann et al., 1999). However, the recovery of total biomass, in particular, can take several years (>3 years). Complete recovery of large individuals of long-lived shellfish species can also take
- several years (>4 years). Since larger shellfish generally do not relocate, it may take more than 10 years for all age classes to be present again (Beukema et al., 1999).
- Changes in substrate dynamics can negatively affect the potential of an area as a settlement/expansion site for shellfish banks and seagrass.

- Recovery time of habitat quality depends on the recovery time of benthic animals and fish (typical tidal and subtidal species of brackish and marine waters), and the morphodynamic processes occurring during recovery. In channels, water currents are stronger, resulting in coarser sediment on the seabed. This affects the recovery time of benthic life (Royal HaskoningDHV, 2021).
- Recovery time of food availability for birds depends not only on the recovery of benthic life but also on the recovery times of fish. Little is known about the recovery time of fish. Fish can, either temporarily or permanently, choose a different habitat and exhibit altered (foraging) behaviour. These changes can affect, among other things, the survival and reproductive success of fish, as well as other trophic levels. Indirect negative effects may occur due to the displacement of prey (Candolin & Rahman, 2023). Whether, and especially when, fish become habituated to disturbances remains unclear.
- Frequent increase in turbidity can cause growth retardation in seagrass and shellfish. Turbidity can have a negative effect on photosynthesis, as light penetrates less deeply into the water column, and fine sediment can form a layer on the leaves of seagrass. The small seagrass *Zostera noltii*, found in the Wadden Sea, can survive for only a few weeks under low light conditions, while the large seagrass *Zostera marina* can survive for less than a year (Peralta et al., 2002; Erftemeijer & Lewis 2006). Turbidity can also cause additional stress for some shellfish, such as increased energy use from cleaning the gills, suffocation from sedimentation, and mortality due to oxygen depletion.
- Disturbance by noise and moving objects in birds shows recovery within two years if the source of the disturbance is removed. For species for which carrying capacity is insufficient, recovery is unlikely or will occur very slowly. Habituation may occur, but there is not enough known about this. Disturbance that results in an area being underused or not used at all also leads to underutilization of the potential food availability in the area, which can negatively affect the recovery of populations. Additionally, the animals may experience physiological stress responses, such as an increased heart rate and elevated stress hormone levels. This can be accompanied by higher energy consumption and stress-related consequences such as weight loss (Krijgsveld et al., 2022).
- The same applies to seals that, due to disturbance, leave their haul-out sites. Seals may adjust their behaviour in response to the disturbance and start using the haul-out sites at different, possibly less favorable, times. Regular short-term disturbances, such as from boats, can lead to seals entering the water more frequently and leaving their haul-out sites, but no large-scale permanent displacement is necessary (Paterson et al., 2019). The effect of (large) disturbances over several years is still unclear, but it may lead to changes in habitat use and reduced access to food-rich areas (Becker et al., 2011). It is still uncertain whether seals will return after prolonged (intensive) disturbance.

Effects within a route

The following paragraphs discuss the potential summation of effects related to the OUVs viii) ecological processes and ix) biodiversity, when installing multiple cable systems and/or pipelines per route.

II: Oude Westereems route - cable system

For this route, major negative effects from the installation of a cable system can be ruled out as mitigation measures are in sight. The effects are similar across the corridor's width and mainly relate to the disturbance of seals, breeding birds, and non-breeding birds. The effects on breeding and non-breeding birds due to disturbance can potentially be mitigated by maintaining a distance from breeding areas and high tide roosts (HVPs) or shielding noise. What the exact effects of mitigation measures are is uncertain at this stage of the project.

When installing multiple cable systems, a summation of residual effects may occur, possibly leading to major negative effects. The risk of a significant effect when installing a second cable system is present if installation takes place within birds' recovery time (two years). If the next cable system is installed after the two-year recovery time, the risk of significant effects is likely low for species with sufficient carrying capacity but high for species with insufficient carrying capacity. More time between the installation of different cable systems may be needed to prevent 'semi-permanent' disturbance, but it is currently unclear how much time is required.

A minor negative effect on typical species (like shellfish and seagrass), fish, mammals and birds occurs due to underwater sound and vibrations. The risk of a significant effect when constructing a second cable system is present if installation activities take place within the recovery time of these species groups.

In conclusion, **the installation of multiple cable systems on this route is in prospect, provided sufficient consideration is given to species recovery times and the extent of residual effects. The project EIA should further investigate the exact effects, including the effects of nitrogen deposition.**

II: Oude Westereems route - pipeline

For pipeline installation, **major negative effects cannot be ruled out. This also applies to the installation of multiple pipelines or when a combination of a pipeline with a cable system is installed.** Chapter 7.3 discusses the possibility of compensation of major negative effects, this is not the case and therefore the effects of multiple pipelines is not investigated.

V: Boschgat route - cable system

For this route, **major negative effects from the installation of a cable system cannot be ruled out. This also applies to the installation of multiple cable systems**. Chapter 7.3 investigates the possibility of compensation of major negative effects, this is not the case and therefore the effects of multiple cables is not investigated.

VII: Schiermonnikoog Wantij route - cable system

For this route, major negative effects from the installation of a cable system can likely be ruled out as mitigation measures are in sight. Shellfish banks and benthic hotspots are located at various points within the corridor and should be avoided. The effects relate to the disturbance of seals, breeding birds, and non-breeding birds, and changes in substrate dynamics on habitat types. After taking mitigating measures, there may be residual effects:

- Haul-out sites for common seals during sensitive periods will be avoided, and the residual effects are expected to be minimal, thus also minimizing the summation of effects.
- The effects on breeding and non-breeding birds from disturbance will be mitigated by keeping a distance from breeding areas and important feeding areas or by shielding noise and moving objects. Residual effects are likely to remain as the disturbance cannot be entirely removed. Multiple cable system installations could result in a summation of residual effects. The risk of significant effects from installing a second cable system exists if done within the birds' recovery period (two years). If the second cable system is installed after the two-year recovery period, the risk of significant effects is likely low. More time may be needed between installations to prevent 'semi-permanent' disturbance, but the necessary amount of time is currently unclear.
- The effects of changes in substrate dynamics on habitat type H1140A and non-breeding birds will be mitigated by avoiding seagrass, shellfish banks, and benthic hotspots. The route will pass through a lower quality part of the habitat type, but residual effects will still be present. The recovery time is 1-10 years. With multiple pipeline installations, the disturbed area increases, reducing the likelihood of quality improvement. The risk of significant effects due to a summation of effects increases with each installation.
- A slight negative effect on habitat types, breeding birds, and non-breeding birds occurs due to increased turbidity. Repeated increased turbidity could potentially cause growth retardation in seagrass and shellfish, but it is currently unclear if this could lead to significant effects.

In conclusion, **multiple cable systems are in prospect as long as sufficient consideration is given to the recovery time of species and habitat types. The project EIA should further investigate the precise effects, including nitrogen impacts.**

VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline

For this route, **major negative effects of the installation of a pipeline cannot be ruled out and for several effects there is no prospect of mitigation. This also applies to the installation of multiple pipelines**. Chapter 7.3 investigates the possibility of compensation of major negative effects, this is the case. Therefore, there is a prospect of multiple pipelines as long as the recovery time of species and habitat types and compensation measures are taken into account. In the project EIA it should be further investigated what the exact effects are.

VIII: Ameland Wantij route - pipeline

For this route, major negative effects from the installation of a pipeline can likely be ruled out as mitigating

measures are in sight. The effects mainly relate to the disturbance of seals, breeding birds, and non-breeding birds and changes in substrate dynamics on typical species (like shellfish and seagrass). What the exact effects of mitigation measures are uncertain at this stage of the project. After taking mitigating measures, residual effects may still occur:

- By choosing the HDD locations, seal haul-out sites can be avoided during the sensitive period; residual effects are expected to be minimal, reducing the summation of effects.
- The effects on breeding and non-breeding birds due to disturbance can be mitigated by maintaining a distance from breeding areas and HVPs or shielding noise. However, residual effects may still occur as the disturbance cannot be entirely eliminated. When constructing multiple pipelines, a summation of residual effects may occur, possibly leading to significant effects. The risk of a significant effect when constructing a second pipeline is present if installation activities take place within the bird recovery time (two years). If the second pipeline is installed after the two-year recovery time, the risk of significant effects is likely low. More time between the installation of different pipelines may be needed to prevent 'semi-permanent' disturbance, but it is currently unclear how much time is required.
- The effects of changes in substrate dynamics on typical species of mudflats (benthos, seagrass, shellfish) and non-breeding birds can be mitigated by avoiding seagrass, shellfish banks, and benthic animal hotspots. Although the route passes through a part of the habitat type of lesser quality, residual effects still occur. The recovery time is 1-10 years. When installing multiple pipelines, the disturbed area becomes larger, reducing the chance of quality improvement in this area. The risk of a significant effects when installing a second pipeline is moderate, and high for a third pipeline.
- A minor negative effect on typical species (benthos, seagrass, shellfish), breeding birds, and non-breeding birds occurs due to increased turbidity. Repeated increased turbidity may cause growth retardation in seagrass and shellfish. It is currently unclear whether this leads to a significant effect.

In conclusion, **the installation of multiple pipelines is in prospect, provided sufficient consideration is given to species and habitat recovery times and the extent of residual effects. The project EIA should further investigate the exact effects, including the effects of nitrogen.**

IX: Zoutkamperlaag route - pipeline

For this route, major negative effects from the installation of a pipeline can likely be ruled out as mitigating measures are in sight. The effects are similar across the corridor's width and mainly relate to the disturbance of seals, breeding birds, and non-breeding birds, effects of turbidity on breeding and non-breeding birds, and changes in substrate dynamics on typical species. After taking mitigating measures, residual effects may still occur:

- By working near haul-out sites outside the sensitive period of the common seal, significant effects can be prevented. Residual effects are expected to be minimal, reducing the summation of effects.
- The effects on breeding and non-breeding birds due to disturbance can be mitigated by maintaining a distance from breeding areas and HVPs or shielding noise. However, residual effects may still occur as the disturbance cannot be entirely eliminated. When installing multiple pipelines, a summation of effects may occur, possibly leading to significant effects. The risk of a significant effect when installing a second cable system is present if done within the bird recovery time (two years). If the second pipeline is installed after the two-year recovery time, the risk of significant effects is likely low. More time between the installation of different pipelines may be needed to prevent 'semi-permanent' disturbance. It is currently unclear how much time is required.
- By carrying out dredging works outside the January-August and November-December period, major negative effects of turbidity on breeding and non-breeding birds can be prevented. A minor negative residual effect occurs outside the mentioned period. Repeated increased turbidity may cause growth retardation in seagrass and shellfish. It is currently unclear whether this leads to a significant effect.
- The effects of changes in substrate dynamics on habitat type H1140A and non-breeding birds can be mitigated by avoiding seagrass, shellfish banks, and benthic animal hotspots. Although the route passes through a part of the habitat type of lesser quality, residual effects still occur. The recovery time is 1-10 years. When installing multiple pipelines, the disturbed area becomes larger, reducing the chance of quality improvement in this area. The risk of a significant effect when installing a second pipeline is moderate, and high for a third pipeline.

In conclusion, **the installation of multiple pipelines is in prospect, provided sufficient consideration is given to species recovery times and the extent of residual effects. The project EIA should further investigate the exact effects.**

X: Tunnel route

There are no effects from the installation or user phase of the Tunnel route on the OUV ecological processes or biodiversity of the Wadden Sea heritage site. So, **there is no summation of effects**. Therefore, the construction of multiple shafts and tunnel tubes is in prospect. The effects of installing multiple shafts and tunnel tubes are evaluated at the entry point of the North Sea (Chapter 7 and 12 in PAWOZ EIA sub-report Nature) and the exit point on the mainland (Chapter 9 and 14 in PAWOZ EIA sub-report Nature).

Cumulative effects of other projects and activities

Cumulation of effects with other projects and activities have also been considered. This involves projects that have been permitted and have not yet been fully or partially implemented. For example, the gas extraction near Ternaard and the construction of the windfarm Eemshaven west, as further detailed in the following paragraphs. Additionally, an overview is provided of the effects of other activities in the Wadden area, which are not legally required to be included in a cumulative assessment. For each activity and project, it has been identified which disturbance factors (turbidity, sedimentation, sound and optical disturbance, etc.) are relevant and which geological processes and species groups are expected to be affected (Table 6.3 and 6.4). At this stage, it is not possible to quantify these effects or clearly distinguish between the routes.

Gas extraction near Ternaard

NAM intends to extract gas from an untapped gas field located north of Ternaard. A small part of this gas field lies beneath the mainland, while the majority is situated beneath the Wadden Sea. Draft decisions for this project were open for public consultation from Friday, August 27, 2021, to Thursday, October 7, 2021. A final decision on granting permits was expected in 2022 but was delayed due to a ruling by the Council of State on the nitrogen deposition exemption for construction.

The Appropriate Assessment for Gas drilling and gas extraction near Ternaard (Arcadis, 2021) drew the following conclusions:

- There are no negative effects from disturbance during the installation phase.
- Negative effects of subsidence on the natural features of the Wadden Sea are not a concern.
- Considering the prospected mitigating measures, there are no significant nitrogen deposition impacts on the natural features of the Wadden Sea.

This means that the residual effects of sand nourishments and nitrogen deposition must be included in a cumulative assessment. The gas extraction will occur near Route VIII: Ameland Wantij. The cumulative effects of this route and the gas extraction must be examined. Potential cumulative effects that could result in significant effects include:

- Effects of disturbance on birds and marine mammals caused by sand nourishments.
- Effects of nitrogen deposition on sensitive habitat types. (e.g. saltmarshes).

A cumulative assessment cannot yet be conducted during this planEIA-phase because the residual effects of pipeline construction near Route VIII: Ameland Wantij cannot yet be sufficiently detailed. A more detailed cumulative assessment will need to be conducted in the projectEIA if gas extraction proceeds.

Windfarm Eemshaven-west

Since the end of November 2022, the Province of Groningen has been working on a single spatial plan (Provinciaal Inpassingsplan, Provincial Spatial Plan (in English), PIP) for the entire Eemshaven-West wind area. Earlier plans for the development of the area are thereby nullified. The draft PIP for phase 1 has been revised and expanded to cover the entire area. Due to the intensive preparatory process and the agreements made with stakeholders, the principles of the preferred alternative remain the foundation for the development of the wind area. On December 5, 2023, the Provincial Executive (Gedeputeerde Staten in Dutch) decided to adopt the draft decisions for the windfarm Eemshaven-West.

The Appropriate Assessment in the EIA for the windfarm Eemshaven West (Pondera, 2023) drew the following conclusions:

- Effects of disturbance from above-water noise during the installation and operational phases on birds and marine mammals.
- Effects of disturbance from underwater noise during the installation phase on fish, birds, and marine mammals.
- Barrier effects during the operational phase on breeding and non-breeding Imigratory) birds.
- Collisions during the operational phase leading to casualties among breeding and non-breeding (migratory) birds.
- Disturbance of breeding and non-breeding (migratory) birds during the installation and operational phases of the wind farm.
- Effects on habitat types and/or living areas due to a temporary increase in nitrogen deposition.

Potential cumulative impacts that could result in significant effects include:

- Disturbance from above-water noise during installation on birds and marine mammals.
- Disturbance from underwater noise during installation on fish, birds, and marine mammals.
- Disturbance of breeding and non-breeding birds during the installation phase.
- Effects of nitrogen deposition on sensitive habitat types.

Comparable effects are also caused by PAWOZ and must therefore be examined in the cumulative assessment. A cumulative assessment cannot yet be conducted during this planEIA because the residual effects of cable system and pipeline installation cannot yet be sufficiently detailed. A more detailed cumulative assessment will need to be conducted in the projectEIA.

The following tables present a general overview of possible effects due to present and future developments in or nearby the Wadden Sea on the OUVs of the Wadden Sea. Table 6.3 presents possible effects on the OUV geological processes. Table 6.4 presents possible effects on the OUV ecological processes and biodiversity. Further research is needed to fully comprehend the cumulative effects of present and future developments in and nearby the Wadden Sea on the OUVs of the Wadden Sea.

Table 6.3 Impact of present and future developments on Wadden Sea OUV geological processes

OUV-criteria	Attribute	Developments that could impact the attribute	Effects of developments that could affect the attribute	Impacted geological processes
viii) geological processes	Size of the area where sediment is deposited	- Climate change (sea level rise) - Gas extraction - Civil works and maintenance (e.g. coastal protection)	- Change in seabed levels - Change in mean water level - Change in waves and current dynamics - Sedimentation and erosion	- Natural morphodynamic and hydrodynamic processes
	Quantity of river discharge	- Climate change (mainly rainfall and fresh water inflow)	- Change in current dynamics - Change in salt gradients	- Hydrology - Stratigraphy - Hydrodynamics
	Surface of areas with salt gradients	- Climate change (mainly rainfall and fresh water inflow)	- Change in fresh water inflow from rivers and canals - Change in current dynamics	- Natural morphodynamic and hydrodynamic processes
	Rate of sea level rise	- Climate change: not impacted directly by activities or processes related to Waddensea	N/A	N/A
	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats, and salt marshes	- PAWOZ and/or other planned cables and pipelines - Dredging maintenance - Gas extraction - Civil works and maintenance - Salt extraction	- Sedimentation and erosion - Change in substrate dynamics - Change in seabed levels - Change in waves and current dynamics	- Natural morphodynamic and hydrodynamic processes

Table 6.4 Impact of present and future developments on Wadden Sea OUV ecological processes and biodiversity

OUV-criteria	Attribute	Developments that could impact the attribute	Effects of developments that could affect the attribute	Impacted species groups
ix) ecological processes	Primary production	- PAWOZ - Dredging maintenance - Gas extraction - Civil works and maintenance - Climate change - Fisheries	- Increase in turbidity	- Phytoplankton
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	- PAWOZ - Dredging maintenance - Gas extraction - Civil works and maintenance - Fisheries - Salt extraction - Climate change	- Increase in turbidity - Increase in sedimentation - Change in substrate dynamics	- Phytoplankton - Benthic animals - Breeding birds - Migratory birds - Fish - Marine mammals
	Numbers of fish, shellfish and birds	- PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Military exercises - Recreation - Climate change	- Increase in underwater sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light - Increase in turbidity - Change in substrate dynamics - Increase in above water sound and vibrations - Increase in sedimentation - Presence of electromagnetic fields	- Breeding birds - Migratory birds - Fish - Benthic animals
	Food availability for fish, shellfish and birds	- PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction	- Increase in sedimentation - Change in substrate dynamics - Increase in underwater sound and vibrations - Increase in turbidity	- Phytoplankton - Benthic animals - Fish - Breeding birds - Migratory birds

OUV-criteria	Attribute	Developments that could impact the attribute	Effects of developments that could affect the attribute	Impacted species groups
		- Civil works and maintenance - Climate change		
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	- PAWOZ - Salt extraction - Gas extraction - Civil works and maintenance - Climate change - Military exercises - Recreation	- Increase in above water sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light	- Saltmarsh vegetation - Breeding birds - Migratory birds
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	- PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Recreation - Climate change - Military exercises	- Increase in sedimentation - Increase in turbidity - Change in substrate dynamics - Increase in above water sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light - Presence of electromagnetic fields - Increase in underwater sound and vibrations	- Benthic animals - Breeding birds - Migratory birds - Fish - Marine mammals
	Number of species of breeding birds	- PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Recreation - Climate change - Military exercises	- Increase in above water sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light - Increase in turbidity	- Breeding birds

OUV-criteria	Attribute	Developments that could impact the attribute	Effects of developments that could affect the attribute	Impacted species groups
	Fattening areas for migratory birds (foraging area)	- PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Climate change - Military exercises - Recreation	- Change in substrate dynamics - Increase in above water sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light - Increase in turbidity - Increase in sedimentation - Increase in underwater sound and vibrations	- Migratory birds - Fish - Benthic animals
	Roosting areas migratory birds (High-tide refuge areas)	- PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Recreation - Climate change - Military exercises	- Increase in optical disturbance and light - Increase in above water sound and vibrations	- Migratory birds
	Wintering areas for migratory birds		- Not scored, as it is overarching for Fattening areas for migratory birds and Roosting areas for migratory birds	
	- Food supply migratory birds	- PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Civil works and maintenance	- Change in substrate dynamics - Increase in underwater sound and vibrations - Increase in turbidity	- Benthic species - Fish

OUV-criteria	Attribute	Developments that could impact the attribute	Effects of developments that could affect the attribute	Impacted species groups
		- Climate change; -		
	- Tranquility for migratory birds	- PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Military exercises - Recreation - Climate change	- Increase in optical disturbance and light - Increase in above water sound and vibrations - Increase in underwater sound and vibrations	- Migratory birds
	- Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	- PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Military exercises - Recreation - Climate change	- Increase in optical disturbance and light - Increase in above water sound and vibrations - Increase in underwater sound and vibrations - Change in substrate dynamics - Increase in turbidity - Increase in sedimentation.	- Migratory birds
	- Biodiversity		- Not scored, as it is overarching with the 'Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh' and the 'Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas'.	

For the effects mentioned for PAWOZ, some major negative effects cannot be ruled out after optimization measures are taken and there are no mitigation measures in sight. After optimization and when mitigation measures are in prospect, activities can only have moderate or minor negative impact or neutal impact (see tables in Chapter 5). **Whether minor or moderate negative effects on the OUV of the heritage site become major negative (significant) through accumulation with effects of other activities in the Wadden Sea should be further investigated in a project EIA.**

7

CONCLUSION

Wind energy and hydrogen are needed to reach the sustainability targets of the European Union and Dutch government. This HIA concludes that the installation of one cable system or one pipeline per year on routes in the Wadden Sea has a moderate negative impact on the OUVs of the heritage site. Certain routes, however, have major negative impacts that cannot be mitigated.* These include the II: Oude Westereems route (pipeline), the V: Boschgat route (cable system), and the VII: Schiermonnikoog Wantij route (pipeline). The major negative impacts include turbidity, sedimentation, above and underwater sound and vibrations, and optical disturbance and light as a result of the installation activities. These effects negatively impact food webs and species such as birds, benthos, and the common seal. Further research is required to determine the duration of effects. In this HIA, they are mostly scored temporary, because the majority of actions only take place during the construction phase of the project. The exact duration of the actions and therefore also the duration of the effects, is not yet clear.

*When there are both minor and moderate negative impacts on the attributes of a route, the overall score for the route is considered moderate negative, as moderate impacts have a greater effect than minor ones. Similarly, when major negative impacts occur on a route, these major impacts are decisive in determining the route's overall score.

Firstly, Chapter 7.1 describes the overall impact of the installation of one cable system or pipeline per year on the three OUVs of the Wadden Sea. Chapter 7.2 provides a summary of the effects for each route after optimization and where no mitigation measures are in prospect. It also discusses compensation measures to address any residual impacts (Chapter 7.3). Thereafter, recommendations are provided for further research and for further developing a Wadden Sea specific HIA methodology (Chapter 7.5 and 7.6).

In the HIA Guidelines, it is stated that the impact evaluation results in conclusions regarding the extent to which the proposed action is acceptable regarding the OUV. However, further research to the effects of the mitigation measures on the routes (projectEIA) and improvement of the Wadden Sea-specific HIA methodology is needed to make these conclusions.

7.1 Impact on overall OUV

The table below (Table 7.1) shows a summary of the results of this HIA. The overall impact on the OUVs and integrity of the heritage site is presented per route for the installation of one cable system or pipeline per year after optimization measures. Hereby, prospected mitigation measures are considered. However, the exact effects of mitigation measures are not yet known in this phase of the EIA and are therefore not taken into consideration in this HIA. Cumulative effects and need and feasibility of compensation measures is also included.

Table 7.1 Summary of HIA PAWOZ Wadden Sea

Route	**II: Oude Westereems route**		**V: Boschgat route**	**VII: Schiermonnikoog Wantij route**		**VIII: Ameland Wantij route**	**IX: Zoutkamperlaag route**	**X: Tunnel route**
OUV	cable system	pipeline	cable system	cable system	pipeline	pipeline	pipeline	both
viii) geological processes	Minor	Moderate	Moderate	Minor	Minor	Minor	Moderate	Moderate
ix) ecological processes	Moderate	Major	Major	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Minor
x) biodiversity	Moderate	Major	Major	Moderate	Major	Moderate	Moderate	Minor
Integrity								
viii) geological processes	Minor	Major	Moderate	Minor	Minor	Minor	Moderate	Moderate
ix) ecological processes	Moderate	Major	Major	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Minor
x) biodiversity	Moderate	Major	Major	Moderate	Major	Moderate	Moderate	Minor
Cumulative effects								

Route	II: Oude Westereems route		V: Boschgat route	VII: Schiermonnikoog Wantij route		VIII: Ameland Wantij route	IX: Zoutkamperlaag route	X: Tunnel route
Summation of effects within route for multiple cable systems and/or pipelines*	Further research needed	Summation of effects expected	Summation of effects expected	Further research needed	Summation of effects expected	Further research needed	Further research needed	No summation of effects expected
Cumulative effects with other autonomous/future developments and activities	Further research needed	Further research needed	Further research needed	Further research needed	Further research needed	Further research needed	Further research needed	Further research needed
Conclusion	No compensation needed	Compensation needed	Compensation needed	No compensation needed	Compensation needed	No compensation needed	No compensation needed	No compensation needed
Prospect of compensation?	Not applicable	Not sufficient	Not sufficient	Not applicable	Prospect of compensation	Not applicable	Not applicable	Not applicable

7.2 Impact on OUVs per route

Table 7.2 provides a summary of the type of major negative effects of the installation of one cable system or pipeline per route on the attributes that convey the OUVs of the Wadden Sea. It is chosen to only present an overview of major negative effects for readability, while in most cases there are also minor to moderate negative effects. In the following paragraphs, these major negative effects per route are discussed and compared.

Table 7.2 Summary of type of major negative effects per route on attributes per OUV after optimization and prospected mitigation measures

	Route	**II: Oude Westereems route**		**V: Boschgat route**	**VII: Schiermonnikoog Wantij route**		**VIII: Ameland Wantij route**	**IX: Zoutkamperlaag route**	**X: Tunnel route**
OUV	Attribute	cable system	pipeline	cable system	cable system	pipeline	pipeline	pipeline	both
viii) geological processes	Size of barrier island, sandbanks, channels, mudflats, etc.								
	Quantity of river discharge								
	Surface of areas with salt gradients								
	Rate of sea level rise								
	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats, and salt marshes								
ix) ecological processes	Primary production		Turbidity	Turbidity					
	Production by animals, from shellfish to marine mammals		Turbidity	- Turbidity - Sedimentation					
	Numbers of fish, shellfish and birds		Turbidity	- Turbidity					

	Route	II: Oude Westereems route		V: Boschgat route	VII: Schiermonnikoog Wantij route		VIII: Ameland Wantij route	IX: Zoutkamperlaag route	X: Tunnel route
				- Sedimentation					
	Food availability for fish, shellfish and birds		Turbidity	- Turbidity - Sedimentation					
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh								
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas		- Turbidity - Underwater sound and vibrations - Above water sound and vibrations - Optical disturbance and light	- Sedimentation - Turbidity - Above water sound and vibrations - Underwater sound and vibrations		- Above water sound and vibrations - Optical disturbance and light			
	Number of species of breeding birds		Turbidity	Turbidity					

	Route	II: Oude Wes-tereems route		V: Boschgat route	VII: Schier-monnikoog Wantij route		VIII: Ameland Wantij route	IX: Zout-kamperlaag route	X: Tunnel route
	Fattening areas for migratory birds (foraging area)								
	Roosting areas migratory birds (High-tide refuge areas)								
	Food supply migratory birds								
	Tranquility for migratory birds								

As shown in Table 7.2, a major negative impact is expected on attributes of the OUVs ecological processes and biodiversity for the II: Oude Westereems route (pipeline), the V: Boschgat route (cable system) and the VII: Schiermonnikoog Wantij route (pipeline). For these effects there are no mitigation measures in prospect.

II: Oude Westereems route - pipeline

Major negative effects can be expected after optimization measures, because there are no mitigation measures in prospect that can reduce the effects of turbidity, sedimentation, above water sound and vibrations (seals), optical disturbance and light (seals). This causes a major negative impact on attributes that convey the OUV ecological processes and biodiversity (see Table 7.2), which also impairs the integrity of the Wadden Sea World Heritage on this route (see paragraph 5.1.2. for an explanation).

V: Boschgat route - cable system

Major negative effects can be expected after optimization measures, because there are no mitigation measures in prospect that can reduce the effects of turbidity, sedimentation, above and underwater sound and vibrations (for mammals). This causes a major negative impact on attributes that convey the OUV ecological processes and biodiversity (see Table 7.2), which also impairs the integrity of the Wadden Sea World Heritage on this route (see paragraph 5.1.3. for an explanation).

VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline

Major negative effects can be expected after optimization measures, because there are no mitigation measures in prospect that can reduce the effects of above water sound and vibrations, optical disturbance and light (for mammals). This causes a major negative impact on attributes that convey the OUV ecological processes and biodiversity (see Table 7.2), which also impairs the integrity of the Wadden Sea World Heritage on this route (see paragraph 5.1.5. for an explanation).

Conclusion

Routes with the most effects on the OUVs of the Wadden Sea are the II: Oude Westereems route (pipeline), V: Boschgat route (cable system) and VII: Schiermonnikoog Wantij route (pipeline). Overall, the X: Tunnel route has the least impact on the Wadden Sea OUVs.

7.3 Compensation measures

After optimization measures, there are three routes that have a major negative impact on the OUVs ecological processes and biodiversity of which the effects cannot be mitigated by prospected mitigation measures (Table 7.3). PAWOZ is considered important for reaching climate goals. Therefore, compensation measures are being investigated according to the guidelines of the Dutch Environmental Planning Act (a more elaborate explanation can be found in the EIA). Compensation measures are being investigated when mitigation measures cannot fully prevent or reduce major negative impacts, and the alternatives are still considered despite adverse effects. The table below (Table 7.3) specifies what habitat types and species are significantly negatively impacted after optimization measures. The following paragraphs describe the feasibility of compensation at an abstract level. An elaborate discussion of these compensation measures can be found in Chapter 18 in PAWOZ EIA sub-report Nature.

Table 7.3 Overview of major negative effects on the OUV ecological processes and biodiversity for which no mitigation measures are in sight and for which compensation measures are needed

Route	**II: Oude Westereems route**		**V: Boschgat route**	**VII: Schiermonnikoog Wantij route**		**VIII: Ameland Wantij route**	**IX: Zoutkamperlaag route**	**X: Tunnel route**
Effect type	cable system	pipeline	cable system	cable system	pipeline	pipeline	pipeline	both
Turbidity		H1110A* H1130* H1140A* breeding birds	H1110A H1130 H1140A breeding birds					
Sedimentation			H1110A H1140A, fishcommon seal					
Above water sound and vibrations, and optical disturbance		common seal	common seal		common seal			
Underwater sound and vibrations		common seal	common seal					
Conclusion	no compensation needed	compensation needed	compensation needed	no compensation needed	compensation needed	no compensation needed	no compensation needed	no compensation needed

*Habitat types:

H1110A: Sandbanks which are constantly slightly covered by sea water

H1130: Estuaries (dynamic environments where rivers meet the sea, characterized by a mix of fresh and saltwater)

H1140(A): Mudflats and sandflats not covered by seawater at low tide

II: Oude Westereems route - pipeline

There is no prospect of compensation for the effects of turbidity on multiple attributes in the Wadden Sea OUV. Prohibition of sources of turbidity such as dredging activities and/or shrimp fishing near the route from mid-March to August during the installation years is not realistic.

There is prospect of compensation of disturbance of the tranquility of seal haul-out sites caused by above water sound and vibrations, and optical disturbance and light. The compensation measure entails the prohibition of all disruptive activities on the mudflats for at least the entire calving and pup-rearing period during the installation years of the pipeline between the coast of mainland Groningen and the Wadden island Schiermonnikoog.

There is no prospect of compensation of disturbance of the common seal due to underwater sound and vibrations caused by installation vessels. Reducing other sources of underwater sound and vibrations such as maritime traffic during the installation period of cable systems and pipelines, is most likely not realistic nor sufficiently effective because disturbance sources nearby the route are scarce.

V: Boschgat route - cable system

There is no prospect of compensation for the effects of turbidity on habitat types and birds, because it is not effective to prohibit shrimp fishery and dredging activities nearby the route from January to August during installation years.

There is no prospect of compensation for the effects of sedimentation on habitat types, because it is not effective to prohibit dredging activities and/or shrimp fishery during the installation period of cable systems and pipelines.

There is prospect of compensation of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on tranquility on seal haul-out sites, as explained in the paragraph on the II: Oude Westereems route.

There is no prospect of compensation of disturbance of the tranquility of the common seal on seal haul-out sites due to underwater sound and vibrations, as explained in the paragraph on the II: Oude Westereems route.

VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline

There is prospect of compensation for disturbance of tranquility on seal haul-sites caused by above water sound and vibrations, and optical disturbance and light, as explained in the paragraph on the II: Oude Westereems route.

Conclusion

Overall, there is no sufficient prospect of compensation of major negative effects of the II: Oude Westereems route (pipeline) and the V: Boschgat route (cable system). There is prospect of compensation measures for the VII: Schiermonnikoog Wantij route (pipeline).

The prospect of compensation considering the summation of effects within a route

This paragraph sets out the prospect of compensation when installing multiple cable systems or pipelines per route. It is assumed that installation of cable systems or pipelines occurs sequentially and not simultaneously. There are two types of compensation measures:

- Compensation measures applicable during the installation phase. These measures address disturbances during installation of one cable system or pipeline and can be repeated annually. They allow for the installation of multiple systems without additional issues.
- Compensation measures applicable before, during and/or after the installation phase. These measures focus on improving the quality of an ecosystem before installation of one cable system or pipeline and maintaining it during and after. The improvement and/or recovery of ecosystems can take years, which requires careful planning to ensure effective compensation.

7.4 Recommendations for further research

To assess the effects of proposed activities on the OUVs of the Wadden Sea in more detail further research is recommended.

Further research to assess effects on geological processes

Seabed elevation data
The impact assessment described in this report is based on seabed elevation data collected as part of the regular monitoring program by Rijkswaterstaat. In many locations, this data was collected three years or longer ago. Between the time of data collection and the moment of installing the cable systems and pipelines along the routes, the topography changes due to natural dynamics, especially in the Wadden Sea area. Based on the available data, the best possible estimate has been made. However, morphological developments have inherent uncertainties, as feedback between soil development and hydrodynamics can reinforce each other. Therefore, the precise bed level at the time of installation of the cable systems and pipelines cannot be determined with certainty at this time. It is recommended to collect new elevation data along the route in the year preceding the installation of a cable system or pipeline and to optimize the design based on this data. Both the exact route location and burial depth can be optimized, potentially limiting impacts on the seabed and water at sea.

Soil composition
For the II: Oude Westereems route through the Wadden Sea, the available information about the soil composition is limited. It is known that hard layers (erosion-resistant layers such as clay) are present in the area, but their exact location and thickness are unknown. Geotechnical research should be conducted prior to the final design of a cable system or pipeline along this route to obtain and incorporate this information into the installation method. It is uncertain what effects digging through a hard layer will have on soil development. This may locally lead to deep erosion pits that subsequently influence the location of channels in the Ems estuary or to erosion patterns that further expand. This is a knowledge gap.

Sedimentation
The effect of spreading very large volumes of sediment on a containment system is insufficiently known. The following aspects may be relevant: (1) spreading a large volume of sand (order of 1 Mm^3 or more) at the same location can lead to sand accumulation and the formation of local seabed features with their own dynamics, prolonging the system's recovery to its undisturbed state; (2) when spreading very large volumes of silt-rich sediment, a density current with very high sediment concentrations may form near the seabed, extending over several km^2; (3) hard layers spread during dredging operations are expected to remain at the spreading location, leading to a permanent disturbance of natural seabed features. If a route requiring large sediment volumes to be dredged is chosen, further research, possibly with pilot excavations, is needed to better understand these aspects and their possible effects.

Monitoring and evaluation
The overall task of realizing connections between the sea and the onshore energy network requires various cable systems and/or hydrogen pipelines, several of which may pass through the Wadden Sea area. The interventions in this area involve considerable uncertainty. Examples of processes with uncertainty include:
- The degree of re-sedimentation that occurs when dredging channels and how this can be minimized.
- How long the traces of a trench remain visible on the seabed and how this duration depends on the specific location where the trench is deployed.
- The long-term effect of soil disturbance for the construction of an HDD entry or exit point on soil development.
- How much coastal erosion occurs around a cofferdam.

Conservative assumptions have been chosen for assessing such processes. However, it is expected that significant knowledge can be gained by extensively monitoring the effects of the installation of the first

pipeline or cable system. This requires at least measurements of elevation and soil composition in a period before and after the installation of the first cable system or hydrogen pipeline. Results from such a monitoring program can be used to determine the effects of subsequent cable systems and hydrogen pipelines more accurately and where possible, to mitigate them (PAWOZ EIA subreport Seabed).

Further research to assess effects on ecological processes and biodiversity

Due to the scale and level of detail, uncertainties in the available information, and in some cases the nature of the disturbance factors, there are a number of knowledge gaps. Several of these knowledge gaps have been identified in the assessment. These are summarized in this chapter.

Current and location-specific occurrence

Several significant knowledge gaps have been identified regarding the current and location-specific occurrence of marine habitats and species. This includes the lack of insight into the presence of benthic hotspots on the tidal flats, as these change over the years. Mitigation measures are in prospect to avoid these hotspots. However, there is insufficient information about the current and location-specific occurrence of hotspots of sensitive typical species. Therefore, the occurrence of hotspots should be better mapped on and near the design route to avoid them effectively.

Four significant knowledge gaps have been identified concerning non-breeding birds. The first gap concerns insufficient information about the current and location-specific occurrence of hotspots of food species for oystercatchers, eiders, and spotted redshank. Additionally, it is unclear how these bird species use the foraging area. The food hotspots and the use of the area need to be better mapped to determine the actual impact and to avoid the most important food hotspots. The second knowledge gap concerns the lack of insight into the distribution of birds during low tide and the general importance of parts of the Wadden Sea as foraging areas. This gap can only be fully filled by conducting regular low tide counts, which currently do not occur. An alternative approach is to determine the suitability of areas for different species through a detailed analysis of exposure time, location of high tide roosts, and food availability. Such an analysis is beyond the scope of the planEIA phase but can be carried out in the projectEIA phase. Additionally, there is a knowledge gap concerning the occurrence of non-breeding birds on Ameland. Although several waterbird counts are conducted annually on Ameland, just like elsewhere in the Wadden Sea, these could not be provided in the same way as for other counting areas for this nature assessment. This makes it difficult to assess the effects of disturbance on non-breeding birds on Ameland (the VIII: Ameland Wantij route) in the context of conservation objectives. It is desirable to seek a solution for this in the projectEIA phase. The final knowledge gap is the lack of insight into the distribution of non-breeding birds within the waterbird counting units. Therefore, a worst-case scenario has been assumed, where all birds within the counting area are disturbed. This information can be obtained by interviewing bird counters, as they have insights into the distribution of birds within the counting units based on their experiences.

Turbidity

The dose-effect relationships of turbidity on visual hunting birds are not well known. There is a particular lack of realistic threshold values for turbidity for visual hunting birds in turbid coastal waters.

Sedimentation

For the assessment of the ecological effects, a sedimentation model was performed, providing a general insight into the extent of the affected area and the thickness of the sediment layer. However, this does not provide insight into the impact of sedimentation on specific locations, habitat types, and habitats. It is desirable to further elaborate on this in the projectEIA phase to better analyse and assess the effects.

Additionally, a knowledge gap has been identified concerning the effects of sedimentation on (migratory) fish.

Substrate dynamic changes

The tidal flat trencher study investigated the effects of excavation and driving on the tidal flats on the survival and recovery of benthos living in and on top of the seafloor. However, knowledge gaps remain regarding the long-term effects of prolonged sediment compaction, the burial technique, and effects that manifest over time. It is desirable to further investigate these knowledge gaps in the projectEIA phase.

Moreover, the effects of compaction on sandy soils and the potential consequences for benthic animals are still insufficiently known. Here too, it is desirable to conduct monitoring to help filling this knowledge gap.

Disturbance (sound, visual disturbance, and light)
The assessment indicated that the effects of sound on benthos have been poorly studied to date. Current impact studies on this subject also demonstrate varying results. However, it is plausible that disturbance from continuous sound does not lead to direct mortality. It is desirable to conduct monitoring to help filling this knowledge gap.

Electromagnetic fields
The assessment indicated that electromagnetic fields (EMF) may have effects on fish and marine mammals. However, the extent to which these effects manifest is still unclear.

Additionally, the assessment showed that benthos living in and on top of the seabed are sensitive to EMF, but the extent is not always clear. Given the low field strengths resulting from the cable systems, no large-scale effects on the quality of intertidal and subtidal mudflats are expected, but monitoring of the effects on typical species, fish and sea mammals is desirable.

Desiccation
Changes in groundwater levels and sometimes in groundwater quality may potentially lead to a shift in species composition and, in the long term, to a change in habitat types. There are still too few details known about the implementation to determine the effect on hydrology. It is desirable to investigate this knowledge gap with more detailed information in the projectEIA phase.

Monitoring and evaluation
Through monitoring, action-effect relationships are made comprehensible, and the presence of conservation values in the Wadden Sea should be better mapped to avoid potential effects as much as possible. In light of the above knowledge gaps, it is therefore recommended to conduct further research on several points. These include:
- The effects of sedimentation on fish and marine mammals.
- The current and location-specific occurrence of hotspots of sensitive typical species.
- The current and location-specific occurrence of hotspots of food species for oystercatchers, eiders, and spotted redshank and the use of the foraging area.
- Monitoring the use of high tide roosts (HVP's). The goal is to determine the specific location of the HVP's, their size, and how they are used by present bird species.
- The distribution of bird species at low tide and the importance of foraging areas in the Wadden Sea.
- The presence of benthic hotspots on the tidal flats, as these change over the years.
- The effects of EMF on fish and harbour porpoises (PAWOZ EIA sub-report Nature).

Further research to assess effects on all OUVs of the Wadden Sea

Climate change
The exact effects of climate change on the OUVs of the Wadden Sea are still difficult to foresee. Further (scientific) research is needed on the broad topic, outside the scope of PAWOZ. For example, to what extent the tidal flats can grow with (accelerated) sea-level rise through sedimentation is subject of scientific research. What impact this will have on the location and dimensions of channels is still unknown. The expectation is that the effects on soil and water at sea will be limited in the coming decades. How climate change will affect the development of the Wadden Sea in the second half of the 21st century is currently unknown and will partly depend on the amount of greenhouse gases emitted in the coming decades. Similarly, more research is needed to consequences of climate change on ecological processes and biodiversity.

Cumulative effects
Further research, outside the scope of PAWOZ, is required to the cumulative effects of present and future developments and activities in and nearby the Wadden Sea. This can then be applied to further assess cumulative effects on the OUV of the Wadden Sea.

7.5 Recommendations for Wadden Sea specific HIA methodology

This section proposes recommendations to further develop a Wadden Sea specific HIA methodology. In this HIA, the list of OUV attributes as set out in the Memo of the Wadden Sea Academy is used. To assess OUV of the Wadden Sea it is advised to revise the OUVs and attributes that convey the OUV of the Wadden Sea.

Choice of wording for OUVs

Experts prefer to use the word geomorphology instead of geological processes because it is more accurate in the context of this research.

Experts prefer to use ecological processes for readability instead of 'ecological and biological processes' as they are interlinked.

Attributes for geomorphology need to be more clearly defined and quantifiable

The impact on geomorphology (morphology of the seabed, substrate dynamics and current and wave dynamics) is discussed in the planEIA. In this HIA, it is attempted to translate this data to assess the effects on the OUV geological processes. In order to do this more effectively, the attributes that convey this OUV need to be more clearly defined and quantifiable. For example, the natural dynamics of the Wadden Sea and continuity or connectedness of the Wadden Sea could be attributes to assess effects on geomorphology and hydrodynamics.

Overlap between OUV ecological processes and biodiversity

The attributes that convey the OUVs ecological processes and biodiversity overlap thus give similar evaluation descriptions. For example, the attributes conveying the OUV ecological processes relate to food webs. However, there are also attributes related to food webs that convey the OUV biodiversity. Another example is the attribute 'number of fish, shellfish and birds' that conveys the OUV ecological processes which overlaps with the attribute 'number of species occurring on the salt marsh' and 'number of species occurring in marine and brackish water areas' that convey the OUV biodiversity. There is foremostly an overlap in attributes related to food availability for birds. Overall, the distinction between the OUV ecological processes and biodiversity is not made clear with the current attributes.

We suggest making a clear distinction between ecological attributes and biodiversity attributes. In the OUV ecological processes, attributes should be taken into account that involve ecological interactions of species with the environment (habitat related) or food web related. In the OUV biodiversity, there can then be a focus on different species groups (e.g. benthos, seagrass, breeding birds, non-breeding birds, mammals, fish, salt marsh). This clear separation makes it easier to understand the exact effects. In addition, the relationship with EIA is then easier to understand. It will be more efficient to write, read and understand the HIA.

Missing attributes

In the list proposed in the Memo by the Wadden Sea Academy, there are no attributes for assessing effects specifically on mammals, sea grass, and salt marsh vegetation. In the list proposed in the Memo by the Wadden Sea Academy, there are neither attributes for assessing effects on habitat types (intertidal and subtidal habitats). Adding these species and habitat types would be useful, because these are typical species in the Wadden Sea and of great importance from a management and protection perspective.

Evaluating integrity

Integrity is the most challenging aspect to evaluate. The HIA assessment does not give an indication about the severeness of an impact of integrity. A spatial scale related to a measure of impact on integrity would be helpful in this assessment. In addition, the definition of integrity can be clarified. In this HIA, we have formulated questions to help evaluate integrity. It would helpful if the HIA methodology would give more tools and insight how to understand the definition of integrity and how to evaluate it. Hereby it would be useful to create not too much overlap with the impact assessment of the OUVs ecological processes and biodiversity, to avoid repetition in the HIA.

8

TERMINOLOGY

AC: Alternating Current. An electric current that periodically changes direction. Almost the entire electricity grid in the Netherlands uses this type of current.
Autonomous development: Autonomous developments result in changes within the planning area, which occur independently of the proposed activity and for which a decision has already been made. For example, when developments are established in a spatial plan and a permit has been granted.
Appropriate Assessment: An Appropriate Assessment (Natuurtoets in Dutch) is an assessment conducted to determine whether a plan, project, or activity could have negative effects on protected natural areas, such as Natura 2000 sites. This assessment is a requirement under the European Habitats Directive and is part of the permitting process for spatial developments in the Netherlands.
Autonomous processes: Autonomous processes are inevitable for the future state of the site's characteristics. This includes, for example, sea level rise and other consequences of climate change. Generally, these processes only lead to significant changes over an extended period of time.
Ballonplaat: A sandbank in the North Sea, approximately 4 kilometers north of Rottumerplaat. The area is relatively shallow and stable, and the location is being studied for potential tunnel entry/exit points.
Bufferzone: For World Heritage properties, a buffer zone is an area surrounding the World Heritage Site with legal and/or customary restrictions on its use and development to offer additional protection to the property.
Cable system: A bundle of electrical cables consisting of two parallel cable circuits in AC or one cable circuit and a fiber-optic connection in DC. It refers only to the power cables, not the platform or transformer/converter station.
Compensation: Measures taken to offset damage after applying mitigation measures. For example, planting new trees in place of those cut down.
Converter station: A station where direct current (DC) is converted to alternating current (AC) and adjusted to the appropriate voltage level.
Cumulative effects: The combined effects of various developments. These developments can occur within or outside the proposed activity.
DC: Direct Current. An electric current where the direction remains constant, as opposed to alternating current. The 525 kV cable systems operate on DC.
Entry point: The location where the cable system or hydrogen pipeline cross the primary dike and existing cables along the coast.
Entry point Eemshaven: The point where the tunnel begins at Eemshaven. This is where a shaft is located, allowing cable systems and/or pipelines to enter the tunnel.
Environmental Planning Act: The Omgevingswet (Environmental Planning Act) is a comprehensive law in the Netherlands that regulates the planning and management of the physical environment. It aims to simplify and streamline the regulatory process by consolidating and modernizing numerous laws and regulations related to spatial planning, environmental protection, infrastructure, and building permits.
Exit point: The point where the cable system and/or hydrogen pipeline exits to connect with the offshore infrastructure.
Gasunie: Gasunie is a network company for energy. Its subsidiary, HyNetwork Services, develops and manages the onshore and offshore hydrogen network in the Netherlands (Hydrogen Network Netherlands).
GW: Gigawatt. A unit of power equal to one billion watts. It is commonly used to measure large-scale power generation, such as the output of power plants or the energy consumption of entire cities or countries.
Habitat type: A specific type of ecosystem, either terrestrial or aquatic, with characteristic features.

HIA: Heritage Impact Assessment. A project-level assessment identifying and evaluating the potential effects of a proposed activity or project on the heritage or conservation values of a natural or cultural heritage site.
Hotspots: Locations with high ecological value.
ICCROM: International Centre for the Study of Preservation and Restoration of Cultural Property.
ICOMOS: International Council on Monuments and Sites.
IUCN: International Union for Conservation of Nature.
Impact: The result or effect of an activity or event on a given attribute, system, or environment.
Integrity: A measure of the wholeness and intactness of a heritage site, including its physical state, authenticity, and the preservation of its essential features.
IIA: Integrated Impact Assessment. An analysis of the environmental effects, costs, technical aspects, agriculture, planning, and future sustainability of the routes. A separate document for PAWOZ-Eemshaven.
KRW: The Water Framework Directive (KRW in Dutch) is a European regulation focused on maintaining and improving water quality, aiming to achieve "good status" for all water bodies by 2027.
kV: Kilovolt. A unit of electrical voltage, equal to 1,000 volts.
Mitigating measures: Actions taken to reduce or avoid negative effects from activities or physical interventions.
MW: Megawatt. A unit of power equal to one million watts, commonly used to measure the output of power plants or the power consumption of large systems.
N2000: Natura 2000 areas. Ecological network of protected zones designated under the EU Habitat and Birds Directives to preserve biodiversity.
NNN: National Ecological Network (Natuur Netwerk Nederland in Dutch). The national network of natural areas and corridors established by the Dutch government to promote biodiversity.
Offshore: Referring to areas located at sea, typically beyond the 6-mile zone, often in water depths exceeding 10 to 20 meters.
Onshore: Referring to land areas, as opposed to offshore.
PAWOZ: Programma Aansluiting Wind op Zee - Eemshaven. It is a program under the Dutch Environmental Law (Omgevingswet) that aims to plan and regulate the connection of offshore wind farms to the Dutch electricity grid. PAWOZ provides a framework for identifying suitable routes for the cables and infrastructure needed to connect wind farms located in the North Sea to the national grid.
PlanEIA: Environmental Impact Assessment for a plan or program.
Project decision: A project decision is a decision used in the Netherlands to facilitate complex projects of public interest. It serves as an instrument under the Environmental Law (Omgevingswet) and establishes the necessary rules for the execution, implementation, or maintenance of a project. The project decision can amend the environmental plan and includes the legal frameworks for the project, such as the identification of specific locations, routes, and other conditions. It replaces other instruments like integration plans, route decisions, and project plans.
ProjectEIA: An Environmental Impact Assessment for a project decision, focusing on more detailed information than a planEIA.
Proposed activity: A description of the activity that the proponent intends to carry out, including what will be built and how it will be installed.
Residual effects/impacts: Effects/impacts that remain even after mitigation measures have been applied.
Route: A possible layout for the cable systems and/or hydrogen pipelines from an offshore wind energy area to an onshore location for connecting it to the electricity or hydrogen network.
Statement of Outstanding Universal Value: The official statement adopted by the World Heritage Committee, summarizing why a property is considered to have OUV and detailing the required protection and management measures.
TenneT: The network operator in the Netherlands for electricity from 110 kV onwards, also managing offshore networks.
UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
Hydrogen: A common chemical element and energy carrier. It is used to store and transport renewable energy, especially for heavy industry, large vehicles, and energy storage.
Hydrogen pipeline: Pipelines for transporting hydrogen gas. These can be newly constructed or repurposed pipelines.
Wider setting: Refers to the broader environment surrounding a World Heritage property, including elements like topography, infrastructure, land use, and social or cultural practices.

World Heritage Site: A cultural, natural, or mixed heritage site inscribed on the World Heritage List and considered to have Outstanding Universal Value for humanity.
Wantij: Is a Dutch word for a tidal channel. A tidal channel is an area between islands and the coast with tidal action but without strong currents.

9

REFERENCES

- Arcadis (2021). Passende beoordeling gasboring en gaswinning Ternaard. Referentie: D10020532:11.
- Anderson Hansen, K., Hernandez, A., Mooney, T. A., Rasmussen, M. H., Sørensen, K., & Wahlberg, M. (2020). The common murre (Uria aalge), an auk seabird, reacts to underwater sound. The Journal of the Acoustical Society of America, 147(6), 4069-4074.
- Baptist, M. J., & Leopold, M. F. (2010). Prey capture success of Sandwich Terns Sterna sandvicensis varies non-linearly with water transparency. Ibis, 152(4), 815–825.
- Bastmeijer, C. J., & Philippart, C. J. M. (2024). Toetsing van activiteiten aan de uitzonderlijke universele waarde (Outstanding Universal Value) van de Waddenzee als Werelderfgoed. Waddenacademie Memo 2024-01. Leeuwarden.
- Becker, B.H., Press, D.T. and Allen, S.G. (2011), Evidence for long-term spatial displacement of breeding and pupping harbour seals by shellfish aquaculture over three decades. Aquatic Conservation: Marine and . Freshwater. Ecosystystems., 21: 247-260.
- Bedore, C. N., & Kajiura, S. M. (2013). Bioelectric fields of marine organisms: voltage and frequency contributions to detectability by electroreceptive predators. Physiological and Biochemical Zoology, 86(3), 298-311.
- Beukema, J. J., Flach, E. C., Dekker, R., Staring, M., (1999). A long-term study of the recovery of the macrozoobenthos on large defaunated plots on a tidal flat in the Wadden sea. Journal of Sea research, 42(3), 235-254.
- Beukema, J. J., & Dekker, R. (2020). Winters not too cold, summers not too warm: Long-term effects of climate change on the dynamics of a dominant species in the Wadden Sea: The cockle Cerastoderma edule L. Marine Biology, 167(44). https://doi.org/10.1007/s00227-020-3659-1
- Candolin, U., & Rahman, T., (2023). Behavirourl responses of fishes to anthropogenic disturbances: Adaptive value and ecological consequences. Journal of Fish biology. 103(4) 773-783.
- Cervello, G., Olivier, F., Chauvaud, L., Winkler, G., Mathias, D., Juanes, F., & Tremblay, R. (2023). Impact of anthropogenic sounds (pile driving, drilling and vessels) on the development of model species involved in marine biofouling. Frontiers in Marine Science, 10, 1111505. https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1111505.
- Common Wadden Sea Secretariat. (n.d.). Retrieved on 12 September 2024, from https://www.waddensea-worldheritage.org/naturally-unique.
- Compton, T. J., Holthuijsen, S., Mulder, M., van Arkel, M., Schaars, L. K., Koolhaas, A., Dekinga, A., ten Horn, J., Luttikhuizen, P. C., van der Meer, J., Piersma, T., & van der Veer, H. W. (2017). Shifting baselines in the Ems Dollard estuary: A comparison across three decades reveals changing benthic communities. Journal of Sea Research, 127, 119–132. https://doi.org/10.1016/j.seares.2017.06.014.
- Cremer, J. S. M., Brasseur, S. M. J. M., Meijboom, A., Schop, J., & Verdaat, J. P. (2017). Monitoring van gewone en grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee, 2002-2017. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. https://doi.org/10.18174/428796.
- Darby, J., Clairbaux, M., Bennison, A., Quinn, J., & Jessopp, M. (2022). Underwater visibility constrains the foraging behaviour of a diving pelagic seabird. Proceedings of the Royal Society B, 289(1978), 20220862.
- Dittmann, S., Günther, C-P., Schleier, U., 1991. Recolonization of tidal flats after disturbance. In: Dittmann, S. (Ed.), The Wadden Sea Ecosystem: Stability, Problems and Mechanisms (1999). Springer, Berlin.
- Erbe, C., Marley, S. A., Schoeman, R. P., Smith, J. N., Trigg, L. E., & Embling, C. B. (2019). The effects of ship noise on marine mammals—A review. Frontiers in Marine Science, 6, 606.
- Erftemeijer, P. L. A., & Lewis, R. R. (2006). Environmental impacts of dredging on seagrasses: A review. Marine Pollution Bulletin, 52(12), 1553–1572. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.09.006.

- Glorius, S. T. (2018). Ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in de geulen van referentiegebied Rottum: Tussenrapportage twaalf jaar na sluiting (najaar 2017). Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. https://doi.org/10.18174/466779.
- Glorius, S. T., & Meijboom, A. (2020). Ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in de geulen van het referentiegebied Rottum: Tussenrapportage 13 jaar na sluiting (najaar 2018). https://doi.org/10.18174/519252.
- Hermans, A., & Schilt, B. (2024, in prep.). Current state of knowledge Electromagnetic fields. Electromagnetic fields and the Marine Strategy Framework Directive Descriptor 11—Energy. Update 2024 [Final].
- Hutchison, Z. L., Secor, D. H., & Gill, A. B. (2020). The interaction between resource species and electromagnetic fields associated with electricity production by offshore wind farms. Oceanography, 33(4), 96-107.
- Kleijn, D. (2008). Effecten van geluid op wilde soorten-implicaties voor soorten betrokken bij de aanwijzing van Natura 2000 gebieden (No. 1705). Alterra.
- Krijgsveld, K. L., Klaassen, B., & van der Winden, J. (2022). Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringsgevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel, 1.
- Mikkelsen, L., Johnson, M., Wisniewska, D. M., van Neer, A., Siebert, U., Madsen, P. T., & Teilmann, J. (2019). Long-term sound and movement recording tags to study natural behavior and reaction to ship noise of seals. Ecology and Evolution, 9(5), 2588-2601.
- Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselkwaliteit (LNV) (2020). Leidraad toegangsbeperking.
- Mustafa, A. K., & van Engelen, T. E. (2024). PAWOZ PlanMER Vertroebelingsstudie (133960). Witteveen+Bos.
- National Grid Viking Link Ltd., & Energinet.dk. (2017). Appendix I - Cable Heating Effects – Marine Ecological Report. https://www.commissiemer.nl/projectdocumenten/00002753.pdf.
- Noordhuis, R., de Rijk, S., van Geest, G. J., Maarse, M. J., Vergouwen, S. A., & Boon, A. R. (2019). Klimaat Scan Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering voor het ecologisch functioneren van de Nederlandse Grote Wateren? Deltares.
- Nyqvist, D., Durif, C., Johnsen, M. G., De Jong, K., Forland, T. N., & Sivle, L. D. (2020). Electric and magnetic senses in marine animals, and potential behavioral effects of electromagnetic surveys. Marine environmental research, 155, 104888.
- Olivier, F., Gigot, M., Mathias, D., Jezequel, Y., Meziane, T., L'Her, C., Chauvaud, L., & Bonnel, J. (2023). Assessing the impacts of anthropogenic sounds on early stages of benthic invertebrates: The "Larvosonic system." Limnology and Oceanography: Methods, 21(2), 53–68. https://doi.org/10.1002/lom3.10527.
- Peralta, G., Pérez-Lloréns, J. L., Hernández, I., & Vergara, J. J. (2002). Effects of light availability on growth, architecture and nutrient content of the seagrass Zostera noltii Hornem. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 269(1), 9-26.
- Pondera (2023). Passende beoordeling Windpark Eemshaven West t.b.v. MER Windpark Eemshaven West. Referentie: 715071 | Definitief v2.0.
- Reise, K. (1985). Tidal flat ecology: An experimental approach to species interactions. Springer-Verlag.
- Rippen, A., Van der Zee, E., Fieten, N., Latour, J., & Wymenga, E. (2020). Review effecten natuurlijke bodemdynamiek en menselijke bodemberoering in de sublitorale Waddenzee (A&W-rapport 19-304). Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Royal HaskoningDHV (2021). Rapportage onderzoek innovatie doorkruising Waddengebied. Rapport: T&PBH9744R001F01.
- Schaffeld, T., Schnitzler, J. G., Ruser, A., Baltzer, J., Schuster, M., & Siebert, U. (2022). A result of accidental noise pollution: acoustic flowmeters emit 28 kHz pulses that may affect harbor porpoise hearing. Frontiers in Marine Science, 9, 892050.
- Soudijn, F. H., van Donk, S., Leopold, M. F., van der Wal, J. T., & Hin, V. (2022). Cumulative population-level effects of habitat loss on seabirds 'Kader Ecologie en Cumulatie 4.0'.
- Taal, M. D., Schmidt, C. A., Brinkman, A. G., Stolte, W., & Van Maren, D. S. (2015). Slib en primaire productie in het Eems-estuarium: Een samenvatting van vier jaar meten, modelleren, kennis bundelen en verwerven. Deltares, Imares, Rijkswaterstaat.
- Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 96, 380-391.

- The Integrated Management Plan for One Wadden Sea World Heritage (The SIMP). (2023). Common Wadden Sea Secretariat. https://www.waddensea-worldheritage.org/system/files/KOL019%20-%20SIMP%20Report%20%28English%29%202023%20-%20digital.pdf.
- Tulp, I., Chen, C., & Vrooman, J. (2022). The nursery function of the Ems estuary for fish. Wageningen Marine Research.
- Van der Heide, T., van Nes, E. H., Geerling, G. W., Smolders, A. J., Bouma, T. J., & van Katwijk, M. M. (2007). Positive feedbacks in seagrass ecosystems: implications for success in conservation and restoration. Ecosystems, 10(8), pp. 1311-1322.
- Van Roomen, M., Agblonon, G., Citegetse, G., Crowe, O., Langendoen, T., Nagy, S., Schekkerman, H. & van Winden, E. (2022). East Atlantic Flyway. In: Wadden Sea Quality Status Report. Eds.: Kloepper S. et al., Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. Last updated 06.09.2022. Downloaded 12.02.2024. qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/east-atlantic-flyway.
- UNESCO. (2023). Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention.
- UNESCO. Statement of Outstanding Universal Value Wadden Sea. Accessed on October 2024, https://whc.unesco.org/en/list/1314/.
- UNESCO, ICCROM, ICOMOS & IUCN. (2022). Guidance and toolkit for impact assessments in a World Heritage context.
- UNESCO Werelderfgoed! En nu? Een beknopte introductie voor provinciale en gemeentelijke beleidsmedewerkers. (2024). Cultural Heritage Agency of the Netherlands, Dutch UNESCO Commission, Foundation World Heritage Netherlands. p. 8.Weilgart, L. I. N. D. Y. (2018). The impact of ocean noise pollution on fish and invertebrates. Report for OceanCare, Switzerland.
- Witteveen+Bos (2024). Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) EIA main-report (In Dutch: MER hoofdrapport).
- Witteveen+Bos (2024). Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) EIA sub-report Nature (In Dutch: MER deelrapport Natuur).
- Witteveen+Bos (2024). Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) EIA sub-report Seabed (In Dutch: MER deelrapport Bodem op Zee).
- Witteveen+Bos (2024). Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) EIA sub-report Stakeholder Management Plan (In Dutch: MER deelrapport Omgeving).
- Witteveen+Bos (2024). Programma Aansluiting Wind op Zee (PAWOZ) EIA sub-report Appropriate Assessment (In Dutch: Natuurtoets).
- Zhao, Y., Yang, B., Li, M., Xiao, R., Rao, K., Wang, J., Zhang, T., & Guo, J. (2019). Community composition, structure and productivity in response to nitrogen and phosphorus additions in a temperate meadow. Science of the Total Environment, 654, 863–871. Scopus. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.155.

Annex(es)

ANNEX: OUTSTANDING UNIVERSAL VALUE CRITERIA, UNESCO

Table I.1 Overview of the ten criteria for OUV from the UNESCO Statement of Outstanding Universal Value

Box 3.1. Criteria for Outstanding Universal Value

The property should:

i. represent a masterpiece of human creative genius;

ii. exhibit an important interchange of human values, over a span of time or within a cultural area of the world, on developments in architecture or technology, monumental arts, town-planning or landscape design;

iii. bear a unique or at least exceptional testimony to a cultural tradition or to a civilization which is living or which has disappeared;

iv. be an outstanding example of a type of building, architectural or technological ensemble or landscape which illustrates (a) significant stage(s) in human history;

v. be an outstanding example of a traditional human settlement, land-use, or sea-use which is representative of a culture (or cultures), or human interaction with the environment especially when it has become vulnerable under the impact of irreversible change;

vi. be directly or tangibly associated with events or living traditions, with ideas, or with beliefs, with artistic and literary works of outstanding universal significance. (The Committee considers that this criterion should preferably be used in conjunction with other criteria);

vii. contain superlative natural phenomena or areas of exceptional natural beauty and aesthetic importance;

viii. be outstanding examples representing major stages of earth's history, including the record of life, significant on-going geological processes in the development of landforms, or significant geomorphic or physiographic features;

ix. be outstanding examples representing significant on-going ecological and biological processes in the evolution and development of terrestrial, freshwater, coastal and marine ecosystems and communities of plants and animals; and/or

x. contain the most important and significant natural habitats for in-situ conservation of biological diversity, including those containing threatened species of Outstanding Universal Value from the point of view of science or conservation.

Source: UNESCO, 2021.

II

ANNEX: HIA IMPACT ASSESSMENT TABLE

Table II.1 Standard impact assessment table from the HIA Guidelines (tool 3)

Element of proposed action	Attribute	Description of potential impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to attribute	Longevity of change to attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
			Once/intermittent/continuous	Short-term/long-term	Reversible/irreversible	Reversible/irreversible change	Temporary/permanent change	None/negligible/some/large change	Positive/negative change	Neutral/minor/moderate/major/impact (negative and positive)
										Major negative impact
										Moderate negative impact
										Minor negative impact
										Neutral
										Minor positive impact
										Moderate positive impact
										Major positive impact

ANNEX: UNESCO STATEMENT OF OUTSTANDING UNIVERSAL VALUE OF THE WADDEN SEA

"Brief synthesis

The Wadden Sea is the largest unbroken system of intertidal sand and mud flats in the world, with natural processes undisturbed throughout most of the area. The 1,143,403 ha World Heritage property encompasses a multitude of transitional zones between land, the sea and freshwater environment, and is rich in species specially adapted to the demanding environmental conditions. It is considered one of the most important areas for migratory birds in the world and is connected to a network of other key sites for migratory birds. Its importance is not only in the context of the East Atlantic Flyway but also in the critical role it plays in the conservation of African-Eurasian migratory waterbirds. In the Wadden Sea up to 6.1 million birds can be present at the same time, and an average of 10-12 million pass through it each year.

Justification for the Outstanding Universal Criteria

Criterion viii): The Wadden Sea is a depositional coastline of unparalleled scale and diversity. It is distinctive in being almost entirely a tidal flat and barrier system with only minor river influences, and an outstanding example of the large-scale development of an intricate and complex temperate-climate sandy barrier coast under conditions of rising sea-level. Highly dynamic natural processes are uninterrupted across the vast majority of the property, creating a variety of different barrier islands, channels, flats, gullies, saltmarshes and other coastal and sedimentary features.

Criterion ix): The Wadden Sea includes some of the last remaining natural large-scale intertidal ecosystems where natural processes continue to function largely undisturbed. Its geological and geomorphologic features are closely entwined with biophysical processes and provide an invaluable record of the ongoing dynamic adaptation of coastal environments to global change. There are a multitude of transitional zones between land, sea and freshwater that are the basis for the species richness of the property. The productivity of biomass in the Wadden Sea is one of the highest in the world, most significantly demonstrated in the numbers of fish, shellfish and birds supported by the property. The property is a key site for migratory birds and its ecosystems sustain wildlife populations well beyond its borders.

Criterion x): Coastal wetlands are not always the richest sites in relation to faunal diversity; however, this is not the case for the Wadden Sea. The salt marshes host around 2,300 species of flora and fauna, and the marine and brackish areas a further 2,700 species, and 30 species of breeding birds. The clearest indicator of the importance of the property is the support it provides to migratory birds as a staging, moulting and wintering area. Up to 6.1 million birds can be present at the same time, and an average of
0-12 million each year pass through the property. The availability of food and a low level of disturbance are essential factors that contribute to the key role of the property in supporting the survival of migratory species. The property is the essential stopover that enables the functioning of the East Atlantic and African-Eurasian migratory flyways. Biodiversity on a worldwide scale is reliant on the Wadden Sea.

Statement of integrity

The boundaries of the extended property include all of the habitat types, features and processes that exemplify a natural and dynamic Wadden Sea, extending from the Netherlands to Germany to Denmark. This area includes all of the Wadden Sea ecosystems and is of sufficient size to maintain critical ecological processes and to protect key features and values.

The property is subject to a comprehensive protection, management and monitoring regime which is supported by adequate human and financial resources. Human use and influences are well regulated with clear and agreed targets. Activities that are incompatible with its conservation have either been banned or are heavily regulated and monitored to ensure they do not impact adversely on the property. As the property is surrounded by a significant population and contains human uses, the continued priority for the protection and conservation of the Wadden Sea is an important feature of the planning and regulation of use, including within land/water-use plans, the provision and regulation of coastal defences, maritime traffic and drainage. Key threats requiring ongoing attention include fisheries activities, developing and maintaining harbours, industrial facilities surrounding the property including oil and gas rigs and wind farms, maritime traffic, residential and tourism development and impacts from climate change.

Protection and management requirements

Maintaining the hydrological and ecological processes of the contiguous tidal flat system of the Wadden Sea is an overarching requirement for the protection and integrity of this property. Therefore, conservation of marine, coastal and freshwater ecosystems through the effective management of protected areas, including marine no-take zones, is essential. The effective management of the property also needs to ensure an ecosystem approach that integrates the management of the existing protected areas with ot
er key activities occurring in the property, including fisheries, shipping and tourism.

The Trilateral Wadden Sea Cooperation provides the overall framework and structure for integrated conservation and management of the property as a whole and coordination between all three States Parties. Comprehensive protection measures are in place within each State. Specific expectations for the long-term conservation and management of this property include maintaining and enhancing the level of financial and human resources required for the effective management of the property. Research, monitoring and assessment of the protected areas that make up the property also require adequate resources to be provided. Maintenance of consultation and participatory approaches in planning and management of the property is needed to reinforce the support and commitment from local communities and NGOs to the conservation and management of the property. The State Parties should also maintain their commitment of not allowing oil and gas exploration and exploitation within the boundaries of the property. Any develop-ment projects, such as planned wind farms in the North Sea, should be subject of rigorous Environmental Impacts Assessments to avoid any impacts to the values and integrity of the property (UNESCO)."

IV

ANNEX: HIA ASSESSMENT TABLE FOR PAWOZ

Table IV.1 presents the overall effects of proposed activities along the routes. This is a standard table from The Toolkit for Impact Assessment in a World Heritage Context (Tool 3) adapted to PAWOZ. The table shows:

1 OUV criteria of the Wadden Sea.
2 Attributes that convey the OUV criteria of the Wadden Sea.
3 Description of potential impact based on findings of the PAWOZ EIA. The effects are described based on the installation of one cable system or one pipeline per year and after optimization of the route and application of mitigation measures.
4 Description of evaluation of impact, including description of frequency, duration and reversibility of action as well as reversibility, longevity, degree and quality of change. The evaluation of impact is scored from major positive impact, moderate positive impact, minor positive impact, neutral impact, moderate negative impact, to major negative impact.

Table IV.1 HIA assessment table for PAWOZ (routes for cable system or pipeline installation) in the Wadden Sea. *Only applicable for cable systems

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
			Once/ Intermittent/ Continuous	Short-term/ Long-term	Reversible/ Irreversible	Reversible/ Irreversible change	Temporary/ Permanent change	None/ Negligible/ Some/ Large change	Positive/ Negative change	Neutral/ Minor negative impact/ Moderate negative impact/ Major negative impact
viii) geological processes	Size of the area where sediment is deposited	- Sedimentation and erosion - Change in seabed levels - Change in waves and current dynamics								
	Quantity of river discharge	- Change in current dynamics - Change in salt gradients								
	Surface of areas with salt gradients	- Change in fresh water inflow from rivers and canals - Change in current dynamics								
	Rate of sea level rise	Sedimentation and erosion								

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Dura-tion of action	Reversibi-lity of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Size of bar-rier islands, sandbanks, channels, mudflats and salt-marshes	- sedimentation and erosion - change in substrate dynamics - change in seabed levels - change in waves and current dynamics.								
ix) ecological processes	Primary production	- increase in turbidity.								
	Production by animals, from shell-fish to ma-rine mam-mals	- increase in turbidity - change in substrate dynamics - increase in sedimentation.								
	Numbers of fish, shell-fish and birds	- Increase in under-water sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light - Increase in turbidity - Change in sub-strate dynamics								

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Dura-tion of action	Reversibi-lity of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		- Increase in above water sound and vibrations - Increase in sedimentation - Presence of electromagnetic fields (only applicable for cable systems)								
	Food availa-bility for fish, shell-fish and birds	- Increase in sedimentation - Change in substrate dynamics - Increase in underwater sound and vibra-tions - Increase in turbidity								
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) oc-curring on the salt marsh	- Increase in above water sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light								
	Number of species (plants and animals) oc-curring in	- Increase in sedimentation - Increase in turbidity - Change in substrate dyamics - Increase in above water sound and vibrations								

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Dura-tion of action	Reversibi-lity of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	marine and brackish water areas	- Increase in optical disturbance and light - Incrase in electromagnetic fields - Increase in underwater sound and vibrations								
	Number of species of breeding birds	- Increase in above water sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light - Increase in turbidity								
	Fattening areas for migratory birds	- Change in substrate dynamics - Incrase in above water sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light - Incrase in turbidity - Increse in sedimentation - Increase in underwater sound and vibrations								
	Roosting ar-eas for mi-gratory birds	- Increase in optical disturbance and light - Increase in above water sound and vibrations	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Food supply for migra-tory birds	- Change in substrate dynamics - Increase in underwater sound and vibrations - Increase in turbidity								

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Dura-tion of action	Reversibi-lity of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Tranquility for migra-tory birds	- Increase in optical disturbance and light - Increase in above water sound and vibrations - Increase in underwater sound and vibrations								

V

ANNEX: CABLE SYSTEM AND PIPELINE INSTALLATION TECHNIQUES AT SEA AND LAND

Cable system installation techniques at sea

Deepwater trencher

In sufficient water depth, a cable-laying ship is used, which can be held in place by anchors or dynamic positioning. Several devices are used to bury cable systems in the seabed. Cable plows and jet sleds are dragged along the bottom by a ship or barge. An underwater trencher is a remotely operated underwater robot controlled from a ship. The trencher moves over the laid cable system and buries it, or the cable system is fed directly into the trencher from a barge or cable-laying ship. The seabed can be fluidized with water jets or mechanically opened to bury the cable.

Installation in deeper trenches with the Vertical Injector

A Vertical Injector is a cable burial device that can bury cable systems at relatively great depths in the seabed. It stands on a barge or vessel and consists of a relatively long metal "sword" that is pulled through the ground, taking the cable system with it. These swords can fluidize the seabed with water jets, vibrations, or mechanical excavation. A cable installation plow has a smaller sword mounted on a sled, which buries the cable system by being dragged through the ground. Plows can have water jets or mechanical excavation. The cable system can be pre-laid on the seabed or fed simultaneously from a barge or vessel during plow installation.

Dredging

In areas where there is insufficient depth for a cable-laying vessel, dredging is performed first to create a trench for the installation vessel. In sections where the required burial depth for the cable system is too great for specific burial equipment, a trench is dredged to a depth that allows the burial machine to bury the cable system to the appropriate depth.

Installation in shallow tidal flats

In shallow tidal flats and not too deep trenches, a special tidal trenching machine can be used. This machine moves over the tidal flat on tracks, bringing the pre-laid cable system to depth with a ‘sword’. Burying can be done with water jets, vibrations, or mechanical excavation. First, the cable system is laid on the tidal flat using a shallow-draft barge or a tracked vehicle.

Crossing existing cable systems and pipelines

Various techniques are used to cross existing cable systems and pipelines, depending on the local context and agreements between TenneT and the owner of the cable system or pipeline.

Cable joints

Cable systems can typically be transported in lengths of up to 40 km. For longer distances, joints are used to connect two cable sections. A joint pit is dredged on the seabed where the joint is placed.

Cable system installation techniques on land

Open trenching
The standard method for installing cable systems on land is open trenching. This is the installation technique where a trench is dug, in which the cable systems are laid. Dewatering can be applied to keep the trench dry.

Horizontal Directional Drilling (HDD)
Where there is insufficient space or significant damage is expected, cable systems are installed using HDD. Primary dikes are crossed using HDD. During HDD, work is done at the entry and exit points. The installation consists of three steps:

1 The drilling rig is set up at the entry point.
2 The drilling is executed, and the casing pipes are pulled in. The casing pipes must be laid out as a single continuous string at the exit side beforehand.
3 The cable systems are pulled through the casing pipes.

Pipeline installation at sea

Deep water and deeper trenches
In sufficient water depth (at least 7 meters), a pipelaying ship with burial equipment is used. The ship can be held in place by anchors or dynamic positioning. The pipeline is first laid on the seabed and then buried using plows, fluidizing or spraying away the underlying ground, or mechanical digging arms. Cable plows and jet sleds are dragged along the bottom by a ship or barge.

Dredging
In sections of the route where there is insufficient depth for a pipelaying ship, dredging is performed first to create a trench for the installation vessel. In sections where the required burial depth for the pipeline is too great for the burial equipment, a trench is dredged first to a depth that allows the pipeline to be buried to the correct depth.

Installation in shallow tidal flats
In shallow tidal flats and not too deep trenches, a pipelaying ship cannot be used. Here, open excavation is applied. Open excavation is the most common method for laying pipelines on land. In shallow water and tidal flats, a construction like trench boxes or digging shields is used to stabilize the trench walls and keep the trench dry. The use of multiple HDDs from a wet environment to a wet environment is also being explored. This application of HDDs is less common and considered innovative.

Coastal crossings
For crossing the coast, a HDD from dry to wet is applied. Occasionally, a segment tunnel can also be used. There is a lot of experience with HDDs from land to land (such as crossing roads or waterways) or from land to sea for crossing sea defences. For PAWOZ, the use of segment tunnels is also being considered, requiring a large work area. Segment tunnel construction is complex and is only used when no alternative methods are possible.

Crossing existing cable systems and pipelines
Various techniques are used to cross existing cable systems and pipelines, depending on the local context and agreements between Gasunie and the owner of the cable system or pipeline.

Pipeline installation techniques on land

Open trenching
The standard method is that pipelines on land are installed using open trenching. This is the installation technique where a trench is dug, in which the pipelines are laid. Dewatering can be applied to keep the trench dry.

HDD
Where there is insufficient space or significant damage is expected, a press technique or HDD is used. This

method is employed for crossing primary dikes, watercourses, forests, railways, highways, provincial roads, other water management structures, nature reserves, pipelines, high-voltage cable systems, and pipelines, and archaeologically valuable areas.

Tunnel installation techniques

Installation of an entry point
The entry point on the Ballonplaat consists of a reclaimed work area within a seawall. The activities for the construction of the entry point include the following steps: dredging an access channel, constructing a sea-wall, sand reclamation, installing breakwaters, constructing a quay, and dredging the harbour basin. The goal is to complete the entry point within two summer seasons.

Tunnel construction
After the entry point is completed, shafts are built. From these shafts, tunnel pipes can be drilled at depth. The shaft is constructed using diaphragm walls. The construction of the entry point and the shaft takes about 3 years. Subsequently, additional shafts and tunnel pipes can be constructed. The construction of the shaft and the drilling of the first tunnel pipes at the Eemshaven exit point are carried out in a similar manner to those at the entry point.

The tunnel pipes are drilled from both sides: from the entry point and the exit point. The total construction time for a 27 km tunnel pipe is approximately 3 years, in addition to the construction time for the entry point and the shafts.

IV

BIJLAGE: CIRCULARITEIT

PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

Notitie Circulariteit

Ministerie van Klimaat en Groene Groei

7 FEBRUARI 2025

Witteveen + Bos

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Project	Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) - Eemshaven
Opdrachtgever	Ministerie van Klimaat en Groene Groei
Titel	Notitie Circulariteit
Organisatie	RHW - Combi RHDHV & W+B
Werkpakket	2.8 MER - Circulariteit
Onderdeel	GEN - General
Soort	RP - Report
Discipline	MR - MER
Status	A1 - Client accepted
Voortgangspercentage	100%
Projectnummer	BI9148
Document Referentie	BI9148-RHW-2.8-GEN-RP-MR-031743
Datum	7 februari 2025

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Postbus 24087
3511 SW Utrecht
Nederland
www.witteveenbos.com

Royal HaskoningDHV Nederland B.V.
Postbus 1132
3818 EX Amersfoort
Nederland
www.royalhaskoningdhv.nl

INHOUDSOPGAVE

0 SAMENVATTING 5

LIJST VAN AFKORTINGEN 7

LIJST VAN BEGRIPPEN 8

1 ALGEMENE INTRODUCTIE 10

1.1 Waarom deze notitie? 10

1.2 Waar gaat circulariteit over? 10

1.2.1 Waarom is circulariteit belangrijk? 10
1.2.2 Welke onderdelen vallen onder circulariteit? 11
1.2.3 Wat is nodig voor meer circulariteit? 11

2 NATIONAAL EN INTERNATIONAAL BELEID 12

2.1 Europese doelen 12

2.2 Nationale doelen voor circulaire economie 13

2.2.1 Circulariteit als onderdeel van tenders 15
2.2.2 Circulariteit als onderdeel van milieueffectrapportage (MER)/IEA. 16

3 CIRCULARITEIT EN PAWOZ 18

3.1 Introductie 18

3.2 Welke methode is gehanteerd voor vergelijking van PAWOZ-routes op circulaire aspecten? 18

3.2.1 Onderdelen en materialen voor de infrastructuur van PAWOZ (Stap 1) 18
3.2.2 Activiteiten in levensfasen (Stap 2) 20
3.2.3 Hoe kan circulariteit bevorderd worden binnen PAWOZ en wat zijn mogelijk onderscheidende circulaire aspecten? (Stap 3) 21

3.3 Welke onderscheidende circulaire aspecten worden gehanteerd voor de PAWOZ-routes? (Stap 4) 22

3.4 Hoe scoren de PAWOZ-routes op onderscheidende circulaire aspecten? (Stap 5) 23

4 CONCLUSIES 28

5 VERVOLGSTAPPEN: TOEPASSING OP PAWOZ 30

5.1 Vervolg uitwerking op projectniveau en projectMER/IEA 30

5.1.1 Circulair ontwerpproces 30
5.1.2 Marktscan 32
5.1.3 Geleerde lessen 32
5.1.4 Kennisdeling 32
5.1.5 Informatiebeheer en monitoring 32

Laatste pagina 45

Bijlage(n)

Aantal pagina's

I Interview Gasunie 2

II Interview TenneT 2

III Interview Tunnelsysteem-Ontwerpteam PAWOZ 2

IV Overzicht van combinaties voor routes 3

0

SAMENVATTING

Deze Notitie Circulariteit maakt deel uit van de milieueffectrapportage (planMER) voor het Programma Aansluiting Wind op Zee - Eemshaven (hierna: PAWOZ). Het thema Circulariteit is samen met Klimaatadaptatie en Biodiversiteit in de NRD benoemd als overige relevante thema's. Circulariteit (en Klimaatadaptatie en Biodiversiteit) zijn niet in het in de NRD uitgewerkte beoordelingskader opgenomen. Ze zijn kwalitatief uitgewerkt in het planMER voor PAWOZ. Deze notitie behandelt circulaire aspecten van de PAWOZ-routes en bijbehorende elektriciteits- en waterstofinfrastructuur van PAWOZ op planMER-niveau. Ook belicht de notitie op hoofdlijnen hoe in de toekomst bij het ontwerpen van genoemde infrastructuur circulariteit als mede-ontwerpfactor kan worden toegepast.

Circulariteit draait om het gebruiken van minder primair materiaal en het sluiten van de materiaalketen om afval en milieubelasting te verminderen.

Gasunie en TenneT zijn aangewezen partijen voor de aanleg van de kabelsystemen en waterstofleidingen voor PAWOZ. Interviews met Gasunie en TenneT hebben inzicht gegeven in hoe deze organisaties circulariteit (willen) integreren in hun projecten, dus ook voor de realisatie van infrastructuur binnen PAWOZ.

Onderscheidende aspecten

Op dit moment zijn de PAWOZ-routes nog slechts op globaal niveau bepaald. Op basis van de beschikbare informatie, zijn in deze notitie de onderscheidende aspecten voor circulariteit geïnventariseerd. De routes zijn vervolgens op basis van deze aspecten onderling vergeleken en gerankt.

Vanuit circulariteitsoogpunt worden voor de PAWOZ-routes de volgende onderscheidende aspecten gehanteerd:

A. **Primair**: de lengte van de route. De lengte is in eerste instantie maatgevend voor circulariteit, omdat, zoals eerder aangegeven, voor een kortere route minder materiaal en werkzaamheden nodig zijn;
B. **Secundair**: aanlegtechniek met als subcriteria:
   - (a) de diepte waarop de aanlegtechniek de infrastructuur voor deze route zal plaatsen;
   - (b) de hoeveelheid te verzetten grond;
   - (c) de hierbij in te zetten extra hoeveelheid materiaal.

Vergelijking en ranking van de routes

De mate van circulariteit (ranking) is gebaseerd op de lengte van de route en de gekozen aanlegtechniek. Een kortere route met ondiep aangelegde kabelsystemen of leidingen zal meer circulair zijn dan een langere route met dieper aangelegde kabelsystemen en leidingen. Het valt op dit moment buiten de scope om in alle gevallen vergelijkingen te kunnen maken. Indien relevant zal hiervoor een nader onderzoek, zo nodig inclusief LCA-impactanalyse, moeten worden uitgevoerd.

Meest circulaire PAWOZ-routes o.b.v. lengte van de route (onderscheidend aspect A)

Hieronder zijn de kortste routes en hierdoor, ten aanzien van het aspect 'lengte', de meest circulaire routes weergegeven voor respectievelijk kabelsystemen naar TNW en DDW en voor leidingen naar TNW. Bijlage IV geeft een overzicht van de lengtes van de verschillende gedeelten, alsook de totale lengte van deze PAWOZ-routes.

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Doordewind (DDW)
Uit Tabel 4.1 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B (91 km), de II: Oude Westereems route A1 (44 km) en de II: Oude Westereems landroute A (9 km) de kortste (totaal 144 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar DDW betreft.

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)
Uit Tabel 4.2 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B (61km), de II: Oude Westereems route A1 (44 km) en de II: Oude Westereems route II A (9 km) de kortste (totaal 114 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar TNW is.

Meest circulaire PAWOZ-route voor leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)
Uit Tabel 4.3 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute C (61 km), de II: Oude Westereems route (49 km) en de II: Oude Westereems route A (8 km) de kortste (totaal 118 km) en dus meest circulaire route voor leidingen naar TNW is.

Hoewel de X: Tunnel route in lengte korter is dan de bovengenoemde kortste route, zal deze naar verwachting toch minder circulair zijn door de bijbehorende aanlegtechniek en grote hoeveelheid extra benodigd materiaal.

Ranking voor aanlegtechnieken op circulariteit (onderscheidend aspect B)
De mogelijke aanlegtechnieken zijn op basis van circulariteit als volgt gerangschikt:
1 Horizontal Directional Drilling (HDD): HDD scoort het hoogst op circulariteit vanwege minder grondverzet en lager energieverbruik, ondanks de grotere aanlegdiepte;
2 Sleuf/Open Ontgraving: Deze methode scoort gemiddeld op circulariteit, met meer vulmateriaalgebruik maar minder gespecialiseerde materialen dan HDD;
3 Tunnelsystemen: Tunnelsystemen scoren het laagst op circulariteit vanwege het grote grondverzet en de aanzienlijke hoeveelheid extra materiaal die nodig is.

Conclusies ten aanzien van combinaties van routelengte en aanlegtechniek
Voor combinaties van routelengte en aanlegtechniek kunnen de volgende (algemene) conclusies worden getrokken: kortere routes waarbij kabelsystemen of leidingen zijn aangelegd met HDD zijn over het algemeen meer circulair. Verdere analyse, inclusief levenscyclusanalyse (LCA), is nodig om de meest circulaire combinatie van routelengte en aanlegtechniek te bepalen.

Nuancering voor tunnelsystemen
Tunnelsystemen onder de Waddenzee kunnen nodig zijn om ecologische effecten te minimaliseren, ondanks hun lagere circulariteit. Deze systemen bieden voordelen zoals langere levensduur en betere terugwinbaarheid van materialen, wat hun circulariteit op lange termijn kan verbeteren. De huidige inschatting is echter dat in circulair opzicht de voordelen niet opwegen tegen de nadelen. Volgens deze inschatting biedt een tunnelsysteem dus een minder circulaire oplossing, dan de aanleg van een kabelsysteem of leiding in de zeebodem. Indien de X: Tunnel route (met tunnelsystemen) wordt gekozen, dan ligt de uitdaging vanuit circulair oogpunt in het optimaliseren van de tunnelconstructie en de benodigde materialen.

Toekomstige Stappen
In de projectMER-fase die volgt wordt het ontwerp verder uitgewerkt. Op basis hiervan kunnen meer circulaire maatregelen worden bepaald.

LIJST VAN AFKORTINGEN

AC	Alternating Current (wisselspanning). Wisselstroom is een elektrische stroom met een periodiek wisselende stroomrichting. Vrijwel het hele elektriciteitsnet in Nederland maakt gebruik van dit type stroom
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism
CSRM	Critical and Strategical Raw Materials, (kritische en strategische grondstoffen); grond-stoffen die essentieel zijn voor de economie en strategische sectoren, maar die een hoog risico lopen op verstoring van de levering
DC	Direct Current (gelijkstroom)
DDW	Doordewind offshore windpark
EC	Europese Commissie
ECI	Environmental Cost Indicator (Milieukostenindicator, MKI)
EFRO	Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling
EMVI	Economisch Meest Voordelige Inschrijving
EP	Europese Parlement
ETS	Emissions Trading System
EZK	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
GIS	Geografische Informatie Systemen
HDD	Horizontal Directional Drilling. Oftewel: een gestuurde boring
IEA	Integrale Effectenanalyse
IMVO	Internationaal Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen
KGG	Ministerie van Klimaat en Groene Groei
LCA	Levenscyclusanalyse
mer	Milieueffectrapportage (procedure)
MER	Milieueffectrapport (product)
MFA	Material Flow Analysis: materiaalstroomanalyse
MKI	Milieukostenindicator
NGT	Nationale Gastransportleiding
NPCE	Nationaal Programma Circulaire Economie 2023-2030
OSS	Offshore Sub Station, platform op zee
PAWOZ	Programma Aansluiting Wind Op Zee
PE	Polyethyleen (PE),
PlanMER	PlanMER (Plan-Milieueffectrapportage) is een proces waarbij de milieueffecten van een voorgenomen plan of programma systematisch worden onderzocht en beoordeeld, om zo duurzame besluitvorming te bevorderen.
ROV	Remote Operated Vehicle
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
TNW	Ten Noorden van de Waddeneilanden offshore windpark
VKA	Voorkeursalternatief
WN	Waterstofnetwerk Nederland
XLPE	Cross-linked polyethyleen.

LIJST VAN BEGRIPPEN

Aspect (milieuaspect)	Een aspect/milieuaspect is een onderwerp dat binnen een MER wordt onderzocht. Bijvoorbeeld het aspect 'Bodem en Water'. Elk aspect is vertaald naar één of meerdere deelaspecten. Bijvoorbeeld het deelaspect 'Bodem' of 'Grondwater' binnen het aspect 'Bodem en water'.
Beoordelingskader	Lijst met daarin alle criteria die per (milieu)aspect onderzocht worden in het MER.
Beoordelingsschaal	Schaal die aangeeft hoe een criterium beoordeeld wordt in het MER. Deze schaal maakt onderscheid tussen positieve, neutrale en negatieve beoordelingen.
Circulariteit	Principes en praktijken die gericht zijn op het sluiten van materiaalkringlopen, minimaliseren van afval, en maximaliseren van hergebruik en recycling van materialen en grondstoffen.
Circulaire aspecten	Verschillende elementen en factoren binnen een systeem of proces die bijdragen aan het sluiten van materiaalkringlopen, het minimaliseren van afval, en het maximaliseren van hergebruik en recycling. Deze aspecten kunnen betrekking hebben op ontwerp, productie, gebruik, en einde-levensduur-management van producten en materialen, en omvatten zaken als materiaalkeuze, energie-efficiëntie, demontagegemak, en levensduurverlenging.
Circulaire economie	Dit is een economisch model dat gebaseerd is op de principes van circulariteit. Het gaat verder dan alleen het hergebruiken van materialen en richt zich op het herontwerpen van economische systemen om duurzaamheid en regeneratie te bevorderen. In een circulaire economie worden bedrijfsmodellen, productieprocessen, en consumentengedrag zo ingericht dat ze bijdragen aan het behouden van waarde binnen de economie door middel van hergebruik, reparatie, refurbishing, en recycling.
Circulaire maatregelen	Concrete acties en beleidsinitiatieven die gericht zijn op het toepassen van de principes van de circulaire economie. Deze acties kunnen variëren van het bevorderen van hergebruik en recycling van materialen, het optimaliseren van productieprocessen om afval te minimaliseren, en het stimuleren van circulair ontwerp, tot het invoeren van regelgeving die duurzame bedrijfsmodellen ondersteunt.
Circulaire ontwerpprincipes	Richtlijnen voor het ontwerpen van producten, systemen en infrastructuren met als doel het minimaliseren van afval en het maximaliseren van hergebruik en recycling. Deze principes omvatten het gebruik van duurzame en hernieuwbare materialen, het faciliteren van eenvoudige demontage, en het verlengen van de levensduur van producten door middel van reparatie en her-fabricage. Het uiteindelijke doel is om gesloten kringlopen te creëren waarin materialen continu worden hergebruikt, waardoor de druk op natuurlijke hulpbronnen en het milieu wordt verminderd.
Criterium	Een criterium is een maatstaf die gebruikt wordt om een (milieu)aspect of deelaspect in het MER te beoordelen. Bijvoorbeeld het criterium

	'Zetting' om voor het deelaspect 'Grondwater' te beschrijven wat het effect is van grondwaterverlaging.
Gasunie	Gasunie is een netwerkbedrijf voor energie. Via Hynetwork Services (een 100% dochteronderneming van Gasunie) ontwikkelt Gasunie het waterstofnetwerk op land, Waterstofnetwerk Nederland. En Gasunie maakt zich klaar om ook het waterstofnetwerk op zee te ontwikkelen.
PlanMER	Het MER voor een plan of programma. PAWOZ-Eemshaven heeft een planMER.
Programma	Een programma is een instrument onder de Omgevingswet. Het vat het nieuwe beleid op hoofdlijnen samen en is kaderstellend (geeft de grenzen aan) voor nieuwe plannen of projecten. PAWOZ-Eemshaven resulteert in een programma. Dit is een notitie waarin beschreven staat welke routes wel/niet kunnen en een prioritering. Dit wordt ook het programma-beleidsdocument genoemd.
Primair materiaal	Grondstoffen die voor het eerst worden gewonnen en gebruikt in de productie van goederen en producten. Primair materiaal komt direct uit natuurlijke bronnen zoals mijnbouw, landbouw of bosbouw en heeft nog niet eerder een functionele levenscyclus doorlopen.
ProjectMER	Het MER voor een projectbesluit dat het vervolg kan zijn op PAWOZ-Eemshaven. Een projectMER kent een groter detailniveau dan een planMER.
Refurbishment	Het herstellen en/of opknappen van gebruikte producten om hun levensduur te verlengen.
Secundair materiaal	Grondstoffen die afkomstig zijn van hergebruikte of gerecyclede producten en materialen. In plaats van nieuw gewonnen primaire materialen, worden secundaire materialen teruggewonnen uit afvalstromen en opnieuw ingezet in productieprocessen.
Subcriterium	Een subcriterium is een specifieke maatstaf die wordt gebruikt om een deelaspect van een breder criterium in meer detail te beoordelen binnen het MER (Milieu Effect Rapportage).
TenneT	TenneT is in Nederland de beheerder van het elektriciteitsnet vanaf een spanningsniveau van 110 kV. Ook beheert TenneT het Net op zee.
Tie-in	(Koppeling voor waterstofleidingen) Een technische aansluiting die wordt gebruikt om een (nieuwe) waterstofleiding te verbinden met een (bestaand) leidingnetwerk of systeem.

1

ALGEMENE INTRODUCTIE

1.1 Waarom deze notitie?

Het doel van het Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven (hierna: PAWOZ) is om te onderzoeken waar voldoende ruimte is om kabelsystemen en leidingen in de Noordzee, het Waddengebied en op het vasteland aan te leggen. Op elke route zijn er uitdagingen, omdat er bepaalde regels gelden en er andere gebruikers zijn. Per route wordt onderzocht hoeveel beschikbare ruimte er is. En de routes worden geprioriteerd. Dit betekent dat de ene route de voorkeur krijgt boven een andere route. Als er in de toekomst windparken worden ontwikkeld, dan worden routes uit PAWOZ gebruikt om de windparken aan te sluiten. PAWOZ draagt zo bij aan het aansluiten van windparken op zee en daarmee aan het terugbrengen van de Nederlandse CO_2-uitstoot. Deze offshore windparken en/of nabij geplaatste elektrolysers zijn gelegen op het noordelijke gedeelte van het Nederlandse deel van de Noordzee.

Het thema Circulariteit is samen met Klimaatadaptatie en Biodiversiteit in de NRD benoemd als overige relevante thema's. Circulariteit (en Klimaatadaptatie en Biodiversiteit) zijn niet in het in de NRD uitgewerkte beoordelingskader opgenomen. Ze worden kwalitatief uitgewerkt in het planMER voor PAWOZ, deze notitie ziet alleen op het thema Circulariteit.

1.2 Waar gaat circulariteit over?

Circulariteit draait allereerst om het zoveel mogelijk hergebruiken van materialen en het sluiten van de keten. Met keten wordt bedoeld de volledige levenscyclus van een product of materiaal, van de winning van grondstoffen, productie en gebruik, tot en met de uiteindelijke verwerking en hergebruik van afvalstoffen. Dit betekent dat producten en grondstoffen zo veel mogelijk opnieuw worden gebruikt, gerepareerd, en gerecycled, zodat er zo min mogelijk afval en verspilling is. In een *circulaire economie* worden materialen die nu als afval worden beschouwd, hergebruikt, waardoor we minder nieuwe grondstoffen uit de aarde nodig hebben. Hiervoor is onder andere goede informatie nodig over de productiewijze, historie en/of samenstelling van materialen of onderdelen.

Ook de beschikbaarheid van materialen is een cruciaal aspect. Dit geldt met name voor de zogenaamde kritische en strategische materialen (Critical and Strategical Raw Materials, CSRM). Voor deze materialen is de oorsprong en leveringszekerheid van groot belang, omdat de aanvoer bijvoorbeeld door geopolitieke redenen onder druk kan komen te staan. Bovendien zijn deze materialen relatief schaars, waardoor hergebruik extra belangrijk wordt. Steeds vaker wordt materiaal- of productinformatie verstrekt in de vorm van een materiaal- of productpaspoort.

1.2.1 Waarom is circulariteit belangrijk?

De aarde beschikt over eindige hoeveelheden materialen. Ook zijn er grenzen aan wat de planeet aan kan op het gebied van milieubelasting. Circulariteit speelt een cruciale rol doordat het hergebruiken van materialen de druk op natuurlijke hulpbronnen vermindert en de milieu-impact verkleint. Door circulaire processen toe

te passen, kunnen we de levensduur van materialen en onderdelen verlengen, wat leidt tot een duurzamer gebruik van beschikbare grondstoffen en een verminderde afhankelijkheid van nieuwe grondstoffen.

1.2.2 Welke onderdelen vallen onder circulariteit?

Circulariteit heeft verschillende facetten die samen bijdragen aan een duurzamer gebruik van hulpbronnen. Allereerst gaat het om het gebruik van primaire en secundaire materialen. Primaire materialen zijn nieuw gewonnen grondstoffen, terwijl secundaire materialen afkomstig zijn uit recyclingprocessen. Daarnaast spelen hulpstoffen een belangrijke rol. Dit omvat alle stoffen die nodig zijn bij de productie en het onderhoud van infrastructuren, zoals smeermiddelen en koelmiddelen. Tot slot zijn er de overige circulaire aspecten, waaronder energiegebruik, CO2-emissies en andere vormen van milieubelasting, zoals de productie van (gevaarlijk) afval en geluid.

1.2.3 Wat is nodig voor meer circulariteit?

Om circulariteit te bevorderen en duurzamer gebruik van hulpbronnen te realiseren, zijn verschillende strategieën en maatregelen van essentieel belang. Allereerst is circulair ontwerpen een cruciale stap. Circulair ontwerpen begint met preventie, dat wil zeggen voorkomen dat materialen/grondstoffen überhaupt nodig zijn. Hieronder valt ook het zoeken naar materiaal-arme(re) oplossingen. Deze benadering draagt bij aan de reductie van materiaalgebruik en onderdelen. Daarnaast worden producten en infrastructuur zodanig ontworpen, dat ze eenvoudig te demonteren en te recyclen zijn, waardoor materialen efficiënt kunnen worden hergebruikt en hoogwaardige verwerking na gebruik mogelijk wordt. Een volgende stap is het implementeren van circulair produceren. Dit betekent dat productieprocessen worden geoptimaliseerd om afval te minimaliseren en hergebruik te maximaliseren. Bijvoorbeeld door gebruik te maken van gerecyclede materialen en duurzame productiemethoden. Dit valt onder de strategie van vervanging door meer circulaire materialen of onderdelen. Verder is het implementeren van circulaire principes in alle fasen van de levenscyclus van infrastructuren van groot belang. Circulaire principes omvatten circulair bouwen, waarbij duurzame materialen worden gebruikt en constructies worden ontworpen met het oog op demontage en hergebruik. Ook circulaire bedrijfsvoering, onderhoud, reparatie en sloop spelen een essentiële rol. Door gedurende de hele levensduur van infrastructuren te zorgen voor duurzame en herbruikbare oplossingen, kan levensduurverlenging worden gerealiseerd.

Door consistent gebruik te maken van de vier belangrijke circulaire strategieën kan circulariteit worden bevorderd en kunnen we een belangrijke bijdrage leveren aan een circulaire economie, te weten:
1 reductie van materiaalgebruik en onderdelen;
2 vervanging door meer circulaire materialen of onderdelen;
3 hoogwaardige verwerking na gebruik; en;
4 levensduurverlenging.

Voor een circulaire economie is transparantie cruciaal, vooral wat betreft de herkomst en samenstelling van materialen. Beschikbare informatie hierover helpt bij het maken van duurzame keuzes, waarborgt de kwaliteit en veiligheid van producten, en vergemakkelijkt recycling. Het Circulair Product Paspoort (CPP) speelt voor recycling een belangrijke rol door gedetailleerde informatie over een product, zoals gebruikte materialen en hergebruiksmogelijkheden, beschikbaar te maken. Daarnaast vraagt TenneT om grondstofpaspoorten om circulariteit inzichtelijk te maken, een initiatief dat zij delen met andere netbeheerders. Deze grondstofpaspoorten bieden inzicht in de herkomst en samenstelling van de gebruikte grondstoffen, wat essentieel is voor het bevorderen van een duurzame en circulaire economie. Het CPP en de grondstofpaspoorten samen bevorderen innovatie, traceerbaarheid en verantwoord gebruik van materialen, en ondersteunen beleidsvorming gericht op duurzaamheid.

2

NATIONAAL EN INTERNATIONAAL BELEID

De transitie naar een circulaire economie is een cruciaal onderdeel van duurzaamheidsbeleid op zowel nationaal als internationaal niveau. Deze notitie circulariteit belicht de relevante beleidskaders, wetgevingen, en plannen die de circulaire economie bevorderen, met een specifieke focus op de context van offshore windenergie en de bijbehorende infrastructuur. Dit hoofdstuk is van belang, aangezien het inzicht biedt in de bestaande en toekomstige richtlijnen die van invloed zijn op de ontwikkeling en exploitatie van offshore windparken, elektriciteitskabels, en waterstofleidingen. De relevantie van deze beleidskaders is dat ze de randvoorwaarden en stimulansen bepalen voor de circulaire principes die in het Programma van PAWOZ kunnen of moeten worden toegepast. Dit heeft direct invloed op de ontwerpkeuzes, materiaalgebruik, en de uiteindelijke milieu-impact van de infrastructuurprojecten.

Het hoofdstuk behandelt naast beleid ook wetgeving, strategische plannen, en programma's die bijdragen aan de circulaire economie. Dit geïntegreerde overzicht helpt om de samenhang tussen verschillende beleidsniveaus en sectorale initiatieven te begrijpen en hoe deze de doelstellingen van PAWOZ ondersteunen.

2.1 Europese doelen

Vanuit het Europese Parlement (EP) en de Europese Commissie (EC) is beleid geformuleerd met betrekking tot circulariteit, windenergie en offshore kabels en leidingen. Dit beleid is vooral stimulerend en nog weinig normatief of kaderstellend.

Europese plannen en wetgeving voor meer circulariteit

De Europese Unie (EU) heeft onder de noemer ‘Fit for 55’ beleid en wetgeving ontwikkeld met betrekking tot klimaat. Dit pakket aan maatregelen heeft invloed op materiaalgebruik, en omvat onder andere Emissions Trading System (ETS), Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) en ‘duurzaam inkopen’ (green procurement). Ook bevordert de EU duurzaamheid en circulaire economie via verschillende initiatieven, zoals de Europese Green Deal.

De EC heeft plannen om de circulaire economie te stimuleren door middel van beleid en wetgeving, ten aanzien van het bevorderen van hergebruik, recycling en duurzaam ontwerp. Hieronder volgen enkele illustratieve voorbeelden van Europese (beleids)plannen en wetgeving. Deze beleidsinstrumenten bevatten algemene circulaire principes, die ook van toepassing zijn op kabels en waterstofleidingen voor offshore windparken en elektrolysers.

EC Actieplan voor de Circulaire Economie

De EC heeft een Circulaire Economie Actieplan opgesteld om de overgang naar een circulaire economie te versnellen. Dit plan bevat concrete maatregelen om duurzaamheid te bevorderen, zoals het verminderen van afval, het bevorderen van hergebruik en recycling, en het stimuleren van duurzaam ontwerp. Het actieplan omvat doelstellingen voor recyclingpercentages, het verminderen van stortplaatsafval en het bevorderen van ecodesign. Ecodesign betekent in dit geval, dat producten zo worden ontworpen dat ze langer meegaan, gemakkelijker kunnen worden gerepareerd en recyclebaar zijn.

Afvalbeheerwetgeving; Kaderrichtlijn Afvalstoffen

De EC heeft wetgeving aangenomen om afvalbeheer te verbeteren, zoals de Kaderrichtlijn Afvalstoffen en de Richtlijn Kunststofproducten voor eenmalig gebruik (Richtlijn EU 2019/904 Single-Use Plastics Directive, aangenomen in 2019). Deze wetgeving bevordert recycling en vermindert de impact van afval op het milieu. Volgens Kaderrichtlijn Afvalstoffen, Richtlijn 2008/98/EG) moet 70 % van bouw- en sloopafval gerecycled en nuttig worden toegepast. Hergebruik van elektriciteitskabels en waterstofleidingen van offshore windparken en elektrolysers wordt op dit moment echter nog niet toegepast (2020). Technische complexiteit en hoge kosten van demontage en hergebruik maken het economisch minder aantrekkelijk zonder financiële prikkels. Daarnaast ontbreken duidelijke regelgeving en standaarden, wat implementatie bemoeilijkt. Kwaliteits- en veiligheidszorgen over hergebruikte materialen spelen ook een rol, evenals een gebrek aan bewustzijn en kennis binnen de industrie. Tot slot vormen logistieke uitdagingen bij het transporteren en verwerken van grote offshore componenten een bijkomende hindernis.

Financiële Instrumenten

De EC ondersteunt circulaire initiatieven via financieringsprogramma's, zoals het Europese Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO) en het Horizon Europe-programma. Deze fondsen stimuleren projecten gericht op circulariteit en duurzaamheid.

Offshore elektriciteitskabels en waterstofleidingen

Specifiek Europees beleid gericht op circulariteit van offshore elektriciteitskabels en waterstofleidingen is er op dit moment nog niet. Toch worden deze onderwerpen besproken in het bredere kader van energie-infrastructuur en de energietransitie binnen diverse Europese beleidsfora en instellingen, zoals de Europese Commissie, het Europees Parlement, en in werkgroepen en commissies die zich richten op energie, milieu en duurzaamheid. Daarnaast kunnen ze ook aan bod komen in bijeenkomsten en conferenties georganiseerd door relevante Europese agentschappen en samenwerkingsverbanden tussen lidstaten.

De discussie over de circulariteit van offshore elektriciteitskabels en waterstofleidingen wordt gevoerd door beleidsmakers, deskundigen en stakeholders uit verschillende sectoren. waaronder vertegenwoordigers van de Europese Commissie, leden van het Europees Parlement, nationale overheden, industrie-experts, milieuorganisaties, en academische onderzoekers. Deze diverse groep belanghebbenden werkt samen om richtlijnen en strategieën te ontwikkelen die de energietransitie ondersteunen en bijdragen aan duurzame energie-infrastructuur.

2.2 Nationale doelen voor circulaire economie

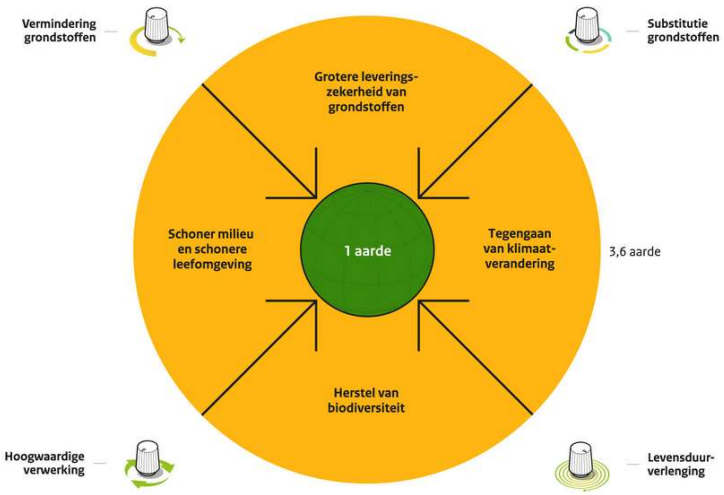
Nederland heeft de ambitie om in 2050 volledig circulair te zijn. Het circulaire-economiebeleid was tot op heden vooral gericht op vrijwilligheid en vrijblijvendheid. De Nederlandse overheid vindt dat meer richtinggevende en dwingende maatregelen nodig zijn. In het *Nationaal Programma Circulaire Economie 2023-2030* (NPCE) is daarom een mix van beprijzende, normerende en stimulerende maatregelen opgenomen.

In het NPCE zijn vier belangrijkste strategieën genoemd om genoemde ambitie te halen, die consistent zijn met de in Hoofdstuk 3 voor PAWOZ gehanteerde circulaire strategieën:

1 reductie (vermindering) van materiaalgebruik (grondstoffen):
   - het verminderen van de Nederlandse grondstoffenvoetafdruk, zowel vanuit productie- als consumptieperspectief;
2 vervanging (substitutie) door meer circulaire materialen of onderdelen (grondstoffen):
   - het zoveel mogelijk vervangen van primaire grondstoffen door secundaire grondstoffen en duurzame hoogwaardige biogrondstoffen. Of het gebruik van andere beschikbare grondstoffen met een lagere milieudruk;
3 levensduurverlenging:
   - het aansturen op een maximale levensduur voor producten en onderdelen, onder meer door hergebruik, refurbishment en reparatie;

4 hoogwaardige verwerking na gebruik:
   · het verbeteren van schone, goed gesorteerde inzamelstromen en terugwinning van materialen om materialen tot op een gelijkwaardig niveau als het oorspronkelijke materiaal te recyclen.

Afbeelding 2.1 Circulaire strategieën. Legenda: Door het draaien aan de knoppen kunnen we de effecten van het grondstoffengebruik terugbrengen binnen de draagkracht van de aarde. Bron: NPCE



Het genoemde NPCE richt zich onder andere circulaire maatregelen met betrekking tot onshore en offshore windparken, inclusief de aansluitingen van deze windparken. Hierbij worden circulaire strategieën toegepast om de circulaire economie te bevorderen en de milieu-impact te verminderen. Het effectdoel voor windparken is bijdragen aan 2,2 Mton CO2-reductie (scope 1 en 2) en bijdragen aan het verbeteren van de leveringszekerheid van de maakindustrie. Het NPCE wil de milieu-impact verminderen om bij te dragen aan een duurzamer, gezonder en veerkrachtiger toekomst voor mens en planeet.

Het NPCE noemt drie circulariteitsdoelen voor deze industriesector:
1 100 % secundair gebruik van windturbine-materialen in 2050;
2 verplichte toepassing van secundaire (gerecyclede) materialen in een windturbine;
3 verminderen inzet van primaire (‘maagdelijke’) materialen.

Het NPCE noemt de volgende hiervan afgeleide circulaire maatregelen met betrekking tot windenergie:
1 circulaire tendercriteria: de overheid zal circulariteit en Internationaal Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen opnemen als kwalitatieve randvoorwaarde in tenders voor windenergie op zee. Er zal gestuurd worden op het gebruik van gerecyclede materialen in windturbines;
2 100 % traceerbaarheid van materialen: deze maatregel beoogt het bereiken van 100 % traceerbaarheid van materialen in waardeketens tegen 2030, wat bijdraagt aan de bevordering van circulaire praktijken;
3 samenhangend onderzoeksprogramma: een onderzoeksprogramma opgezet om circulariteit van hernieuwbare elektriciteit op zee te bevorderen, inclusief het recyclen van materialen en het hergebruiken van bestaande olie- en gasinfrastructuur;
4 inkoop circulaire windparken op land versnellen: Er wordt gewerkt aan het versnellen van de inkoop van circulaire windparken op land, waarbij een buyer-group is opgericht om een overkoepelende marktvisie en ondersteunend beleid te ontwikkelen;
5 afweging tussen circulariteit en CO2-reductie: Er wordt gewerkt aan het ontwikkelen van een meetmethode om de milieu-impact van circulaire strategieën te bepalen en om een goede balans te vinden tussen circulariteit van materialen en CO2-reductie;
6 harmonisatie van beleid inzake windenergie: Er wordt gestreefd naar harmonisatie van beleid binnen de windindustrie, zowel nationaal als internationaal, om de circulaire praktijken te bevorderen en efficiëntie te vergroten.

Hoewel deze maatregelen niet in alle gevallen direct betrekking hebben op elektriciteitskabels en waterstofleidingen, kunnen ze wel de circulariteit van deze onderdelen verbeteren. Deze maatregelen stimuleren hergebruik en recycling van materialen, creëren markten voor circulaire producten en diensten, ontwikkelen innovatieve oplossingen en technologieën, en harmoniseren beleid om uniforme circulaire praktijken te ondersteunen. De maatregelen 2, 3, 5 en 6 hebben betrekking op elektriciteits- of waterstofverbindingen van offshore windparken. Maatregel 1 richt zich voornamelijk op de windturbines en maatregel 4 is specifiek gericht op windparken op land.

Klimaatneutrale en Circulaire Infrastructuur (KCI).
Voor infrastructuur is een concreet nationaal programma Klimaatneutrale en Circulaire Infrastructuur (KCI). Dit programma richt zich niet specifiek op energie-infrastructuur, maar de elektriciteit- en waterstofnetwerken vallen hier ook onder. Het programma heeft als doel om onze infrastructuur tegen 2030 zo veel mogelijk klimaatneutraal en circulair aan te leggen en te onderhouden. Dit initiatief wordt gedreven door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat en ProRail. Het streven is om CO_2-uitstoot, fijnstof en stikstof te verminderen en het gebruik van primaire materialen te beperken.

Programma Schoon en Emissieloos Bouwen
Het programma Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB) streeft naar een succesvolle transitie naar schoon en emissieloos bouwen in 2030 en daarna. In samenwerking met medeoverheden, marktpartijen en kennisinstellingen wordt één aanpak ontwikkeld voor de hele bouwsector. SEB ondersteunt overheden, marktpartijen en brancheorganisaties bij het schoner en emissieloos uitvoeren van bouw-, onderhouds- en sloopprojecten. Dit omvat ook de aanleg van offshore en onshore elektriciteitskabels en waterstofleidingen voor het transport van offshore geproduceerde elektriciteit en waterstof. In SEB zijn Gasunie en TenneT convenantpartners.

Groene netten
Het Nederlandse programma Groene netten is een samenwerkingsverband tussen verschillende infrastructuurbeheerders, waaronder ProRail, Rijkswaterstaat, KPN, Alliander, Enexis, TenneT, Gasunie en Stedin. Hun gezamenlijke doel is het realiseren van klimaatneutrale en circulaire infrastructuren. Ze zetten in op energiebesparing, het gebruik van honderd procent duurzame energie en het toepassen van circulaire principes in hun bedrijfsvoering. Bijvoorbeeld door het ontwikkelen van kabels met een lange levensduur en het circulair ontmantelen van oude kabels.

Circular Economy Strategy (CES) en Climate Transition Plan (CTP) van TenneT
TenneT heeft eind 2023 een Circular Economy Strategy (CES) opgesteld, wat in de komende jaren moet gaan leiden tot steeds meer circulair verantwoorde keuzes. In de CES staan drie circulaire principes: ontwerpen, inkopen en terugwinnen. Komende jaren worden doelstellingen en KPI's richting 2030 voor elke categorie activiteiten ontwikkeld, waarmee effectief kan worden gestuurd en resultaten kunnen worden gemonitord. In het interview (zie Bijlage: Interview Tennet) wordt gesproken over het Climate Transition Plan, wat een overkoepelend plan is.

2.2.1 Circulariteit als onderdeel van tenders

Circulariteit in windkavel-tenders
De Nederlandse overheid (RVO) heeft het thema circulariteit voor het eerst geïntroduceerd in de tender voor de kavels Alpha en Beta van het offshore windpark IJmuiden Ver. In de tender waren criteria opgenomen om meer inzicht te krijgen in de circulaire situatie van het te bouwen windpark, inclusief de zogenaamde Inter Array (IA) elektriciteitskabels. Concreet betekent dit dat initiatiefnemer werd gevraagd inzicht te bieden in de circulaire kenmerken van de gebruikte materialen en onderdelen, en ook in de toegepaste circulaire maatregelen voor het windpark. De gevraagde aanlevering van circulaire informatie had betrekking op de hoeveelheden van de ingezette materialen, het aandeel hergebruikte materialen of onderdelen, de herkomst van de gebruikte materialen en de uitstoot van CO_2 voor de materialen en onderdelen. Tevens werd gevraagd per levensfase voor gedefinieerde onderdelen van het windpark circulaire maatregelen aan te geven. Deze maatregelen moesten voor vier circulaire ontwerpstrategieën worden beschreven, zoals

genoemd in paragraaf 1.2.3. In deze tender waren geen eisen opgenomen ten aanzien van ambities of minimaal te behalen circulariteitsdoelen.

Standaardisatie en duurzaamheid in windenergie
TenneT heeft ervoor gekozen om het 2 GW-concept toe te passen op de elektrische verbindingen voor het ontsluiten van windparken verder uit de kust dan 100 km vanwege het beperken van transportverliezen. Dit is ook meer duurzaam. Hoewel duurzaamheid niet de oorspronkelijke reden was voor de standaardisatie van het 2 GW-concept, heeft het een gunstig effect op het gebruik van materiaal en onderdelen. Het belangrijkste voordeel is dat de gelijkstroomverbinding (DC) minder transportverliezen heeft.

Het standaard ontwerpconcept betekent dat er niet telkens opnieuw een uniek ontwerp wordt gemaakt. Voor opeenvolgende projecten worden 'lessons learned' toegepast, wat leidt tot verbeteringen. Hierbij spelen circulariteit en duurzaamheid een steeds belangrijkere rol. Een ander voordeel van standaardisatie is dat reserveonderdelen nu voor meerdere projecten kunnen worden gebruikt. Dit is circulariteit 'pur sang'.

Voor de 700 MW-AC-platforms en AC-kabelsystemen begon TenneT in de loop van de eerste projecten toe te werken naar een standaard. Mocht het noodzakelijk zijn dat TNW elektrisch ontsloten wordt, dan wordt een standaard ontwerp gebruikt en worden 'lessons learned' toegepast. Dit past bij circulaire ontwerpprincipes, waarbij de 2 GW-DC-verbinding een meer circulair ontwerp is dankzij standaardisatie.

Circulariteit in net op zee-tenders
Circulariteit neemt ook in tenders voor elektriciteitsnetten op zee een steeds belangrijkere plaats in. Zo heeft TenneT vanaf 2021 de milieukostenindicator (MKI of ECI) in alle 2 GW offshore tenders voor kabels en platforms al een kwantitatief EMVI-criterium toegepast, zowel in Nederland als in Duitsland.

Circulariteit in de tender voor IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek I
Op het moment van schrijven is er nog geen nadere informatie over verdere voor windparken te behalen doelen of toe te passen maatregelen ten aanzien circulariteit. In een kamerbrief van 31 mei 2024 gaf de toenmalig minister van EZK aan, dat hij voornemens is voor de tenders voor de offshore windparken IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek I een opzet te kiezen met een vergelijkende toets en een financieel bod. Hierbij is, naast ecologie, IMVO en systeemintegratie, circulariteit genoemd als een van de onderwerpen voor de vergelijkende toets.

2.2.2 Circulariteit als onderdeel van milieueffectrapportage (MER)/IEA.

Circulariteit wordt tegenwoordig veelal als aanvullend duurzaamheidsthema opgenomen in milieueffectrapportages/IEA's voor net-op-zee-projecten. Routes kunnen op onderscheidende aspecten van dit thema worden beoordeeld. Hierdoor kan voor deze aspecten een vergelijking tussen de routes worden gemaakt.

Circulariteit als beoordelingscriterium in een MER verschilt van de traditionele milieueffecten omdat het zich richt op de levenscyclus van materialen en hulpbronnen. Het doel van circulariteit is om afval te minimaliseren en het gebruik van nieuwe grondstoffen te beperken door hergebruik, reparatie, en recycling te bevorderen om uiteindelijk daarmee bij te dragen aan een lagere ecologische footprint. Circulariteit gaat dus minder over specifieke lokale, ruimtelijke en milieueffecten, maar meer over systemische veranderingen die leiden tot een duurzamer gebruik van hulpbronnen in de gehele keten van winning van grondstoffen tot en met het einde van levenscyclus en hopelijk de start van een nieuwe (cradle-to-cradle).

Bij het opnemen van circulariteit als beoordelingscriterium in een MER, worden geen directe milieueffecten gemeten, maar wordt geëvalueerd hoe goed alternatieven bijdragen aan een circulaire economie. Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat een alternatief hoger scoort als het materialen gebruikt die gemakkelijk te recyclen zijn of als het ontwerp zodanig is dat onderdelen eenvoudig vervangen of gerepareerd kunnen worden. Tevens wordt de aandacht gevestigd op de wijze waarop in de volgende (project)-fase gewerkt kan worden aan een zo circulair mogelijke toepassing / uitvoering.

Opmerking

Voor het planMER voor PAWOZ is circulariteit in paragraaf. 5.2.1.3 van de NRD als een 'overig relevant thema' benoemd. Er is in de NRD geen beoordelingscriterium uitgewerkt. Conform de NRD wordt circulariteit in Hoofdstuk 3 kwalitatief uitgewerkt.

3

CIRCULARITEIT EN PAWOZ

3.1 Introductie

Het doel van PAWOZ is om te onderzoeken waar voldoende ruimte is om kabelsystemen, leidingen en de bijbehorende stations in de Noordzee, het Waddengebied en op het vasteland aan te leggen. Het gaat in elk geval om de ruimte voor het aansluiten van TNW en DDW. En verder is onderzocht hoeveel ruimte er nog meer is voor de ontsluiting van toekomstige windparken. Circulariteit wordt in deze notitie als extra duurzaamheidsthema gebruikt om in het planMER/IEA PAWOZ-routes te vergelijken.

De partijen die circulaire maatregelen voor PAWOZ kunnen toepassen zijn in eerste instantie de initiatiefnemers Gasunie voor de waterstofleidingen en TenneT voor de kabelsystemen. Beide partijen zullen derden inhuren voor de levering en de aanleg van de infrastructuur. Met beide bedrijven zijn interviews gehouden. Hierbij is informatie verkregen over op welke wijze beide organisaties, zowel algemeen als binnen PAWOZ, invulling willen geven aan circulariteit. Ook is gesproken met een vertegenwoordiger van het ontwerpteam voor de tunnelopties. Korte weergaven van de interviews zijn opgenomen in de Bijlagen. Voor zover van toepassing voor PAWOZ is genoemde informatie van de interviews in de Hoofdstukken 3 en 4 van deze notitie verwerkt.

3.2 Welke methode is gehanteerd voor vergelijking van PAWOZ-routes op circulaire aspecten?

Gehanteerde methode in 5 stappen

Om de PAWOZ-routes op circulariteit te vergelijken, zijn de volgende stappen doorlopen:

- **stap 1**: paragraaf 3.2.1 beschrijft de verschillende onderdelen en materialen van de elektrische- en waterstofverbindingen;
- **stap 2**: een beschrijving van de bij de infrastructuur behorende activiteiten in de verschillende levensfasen is gegeven (zie 3.2.2);
- **stap 3**: de onderscheidende circulaire aspecten zijn geïdentificeerd aan de hand van de vier gangbare circulaire strategieën, zoals beschreven in paragraaf 1.2.3 (zie 3.2.3);
- **stap 4**: op basis hiervan zijn de voor de PAWOZ-routes te hanteren onderscheidende circulaire aspecten bepaald (zie 3.3);
- **stap 5**: met de onderscheidende circulaire aspecten zijn de meest circulaire routes (top 3) bepaald. Hiermee wordt inzicht geboden in welke combinaties van PAWOZ-routes en aanlegtechnieken het meest circulair zijn (zie 3.4).

3.2.1 Onderdelen en materialen voor de infrastructuur van PAWOZ (Stap 1)

Deze paragraaf inventariseert de (mogelijke) onderdelen en toegepaste materialen die nodig zijn voor de PAWOZ-infrastructuur om op de Noordzee geproduceerde elektriciteit en waterstof te transporteren. De onderdelen worden beschreven in Hoofdstuk 4 Voorgenomen activiteit van het MER-hoofdrapport. Hieronder wordt besproken welke materialen en onderdelen hiervoor gebruikt worden.

Kabelsystemen

Kabelsystemen voor export van elektriciteit vanaf een offshore windpark bestaan uit verschillende lagen en materialen. De kern bestaat uit een geleider, meestal gemaakt van koper of aluminium, die verantwoordelijk is voor het geleiden van elektriciteit. Rondom de geleider bevindt zich isolatiemateriaal, vaak polyethyleen (PE) of cross-linked polyethyleen (XLPE), dat zorgt voor elektrische isolatie. Om elektromagnetische interferentie te verminderen, wordt de kabel afgeschermd met koperen of aluminium tapes of vlechten. Daarnaast is de kabel voorzien van een beschermende mantel van polyethyleen of PVC, die bescherming biedt tegen externe invloeden. Soms wordt er ook een wapeningslaag toegevoegd, bestaande uit staal- of glasvezeldraden, voor extra mechanische bescherming. Deze opbouw zorgt ervoor dat de elektriciteit efficiënt en betrouwbaar van de offshore windturbines via het platform (OSS) naar het vasteland wordt getransporteerd.

Offshore platforms en converter/transformatorstations

Offshore platforms en converter/transformatorstations dienen als tussenstations waar de opgewekte elektriciteit van de windturbines wordt verzameld, geconverteerd of getransformeerd, en vervolgens via onderzeese kabelsystemen naar het vasteland wordt getransporteerd. Deze platforms bevatten verschillende essentiële onderdelen en systemen, zoals transformatoren, converters, schakelapparatuur, koelsystemen, beveiligings- en controlesystemen, en funderingen van staal.

De belangrijkste materialen die voor deze infrastructuren nodig zijn, omvatten staal voor de fundering en structurele elementen van het platform, koper voor transformatoren, converters en bekabeling vanwege zijn uitstekende geleidingseigenschappen, en aluminium als een lichter alternatief voor koper en staal in sommige structurele componenten. Voor circulariteit is het belangrijk dat deze materialen en componenten herbruikbaar of recyclebaar zijn. Staal en aluminium zijn beide goed recyclebaar en kunnen meerdere keren worden hergebruikt zonder kwaliteitsverlies. Koper heeft een hoge recyclebaarheid en is waardevol in de schrootmarkt. Innovaties in het gebruik van milieuvriendelijke en recyclebare isolatiematerialen kunnen bijdragen aan de circulariteit.

Waterstofleidingen

Een offshore waterstofpijpleiding van circa 48 inch bestaat uit verschillende lagen. De binnenzijde is gemaakt van hoogwaardig staal met een binnenlaag van speciale coating om waterstofbrosheid te voorkomen. Daaromheen zit een anti-corrosielaag van bitumen- of epoxycoating, beschermd door een isolerende laag van polyurethaan of polyethyleen schuim. De buitenste laag is van polyethyleen of polypropyleen voor fysieke bescherming, soms aangevuld met een betonnen mantel voor stabiliteit op de zeebodem. Deze opbouw zorgt voor veilige en efficiënte waterstoftransport van zee naar land. Ook hier is het van belang om aandacht te besteden aan de afval- en schrootketen, zodat materialen na gebruik kunnen worden gerecycled en terug naar de hoogovens kunnen worden gebracht.

Koppelpunten (tie-in) waterstofleiding

Een koppelpunt, of 'tie-in', voor waterstofleidingen bestaat uit stalen flensverbindingen voor een stevige waterstofleiding-verbinding met bouten en moeren. Afsluiters zoals kogelkranen regelen de waterstofstroom, terwijl afdichtingen lekken voorkomen. Bochten en T-stukken bieden flexibiliteit in leidingontwerp. Meet- en regelapparatuur zoals druk- en temperatuursensoren bewaken de leidingprestaties. Een koppeling van (waterstof)gasleidingen kan ook bovenwater gefaciliteerd worden via een offshore platform. Genoemde onderdelen zijn overwegend gemaakt van staal.

Tunnelsystemen voor kabelsystemen of waterstofleidingen

Voor kabelsystemen en waterstofleidingen moeten aparte tunnelsystemen worden aangelegd. Een optie is hiervoor een of meerdere betonnen tunnelbuizen van circa 5,5 m diameter en een wanddikte van circa 35 cm onder de Waddenzee aan te leggen. Voor PAWOZ bestaat de scope van een tunnelsysteem voor het ontsluiten van windparken TNW en DDW uit:

- een buis met een 2 GW-kabelsysteem;
- een tweede buis met een 2 GW-kabelsysteem;
- een derde buis met een waterstofleiding.

De tunnelbuizen voor kabelsystemen bevatten aan weerszijden rails, waarover deze kabelsystemen via geleidingswielen naar binnen worden gereden. Voor de waterstofleidingen zijn er rails op de bodem van de tunnelbuizen. De waterstofleidingen worden over deze rails naar binnen gereden, en er is ruimte voor een tweede waterstofleiding indien nodig. Alle tunnelsystemen (kunnen) worden uitgerust met luchtbehandelingssystemen en conditiebewakingsapparatuur om de operationele omstandigheden te optimaliseren en de infrastructuur te monitoren. Deze opzet zorgt voor een veilige en efficiënte transportroute voor zowel elektriciteit als waterstof. De leidingen zijn geconditioneerd wat resulteert in minder storingen (hogere beschikbaarheid) en minder noodzaak tot vervanging van kabelsystemen of leidingen (langere levensduur). Het intredepunt op de Ballonplaat en het aanlandingspunt op het vasteland vereisen aanzienlijke hoeveelheden materiaal en werkzaamheden. Het is ook hier van belang om materialen te kiezen die goed recyclebaar zijn en aandacht te besteden aan de afval- en schrootketen, zodat gebruikte materialen terug naar de hoogovens kunnen worden gebracht voor hergebruik.

3.2.2 Activiteiten in levensfasen (Stap 2)

Hieronder volgen mogelijke activiteiten per levensfase van onderdelen voor de PAWOZ-infrastructuur. Voor een uitgebreide beschrijving van de onderdelen verwijzen we naar Hoofdstuk 4 van het MER-hoofdrapport.

Ontwerpfase
Als aangegeven verloopt het ontwerp van de elektrische- en waterstofverbindingen voor PAWOZ in verschillende stappen. In de planfase ligt de focus op het bepalen van de kansrijkheid van routes uit een reeks PAWOZ-routes. In de projectfase kunnen een of meerdere routes in meer detail uitgewerkt, waarbij circulaire aspecten, zoals gebruik van minder of gerecycled materiaal, of hergebruik van onderdelen in het ontwerp kunnen worden meegenomen.

In de ontwerpfase is ook de inkoopfase van groot belang. Door strikte eisen te stellen aan de duurzaamheid en herkomst van materialen, evenals aan de methoden van productie en levering, kan de circulariteit van de infrastructuur aanzienlijk worden verbeterd. Dit kan bijvoorbeeld inhouden dat er specifiek wordt gekozen voor leveranciers die gerecyclede materialen gebruiken, of dat er voorkeur wordt gegeven aan lokale producenten om de ecologische voetafdruk van transport te verminderen.

Productiefase
In deze fase worden de onderdelen en/of subonderdelen voor het bovengenoemde ontwerp geproduceerd of hergebruikt. De productie kan in circulair opzicht geoptimaliseerd worden, bijvoorbeeld door een proces te ontwikkelen met minder (productie)afval, minder materiaalinzet en/of minder en/of schoner energiegebruik.

Aanlegfase kabelsystemen en leidingen
Ten aanzien van de aanlegfase beperkt deze notitie zich tot de aanleg van kabelsystemen en leidingen. Het voornemen is breder en omvat ook platforms, stations en dergelijke. Genoemde beperking is echter gemaakt, omdat in deze fase alleen voor kabelsystemen en leidingen onderscheidende circulaire aspecten voor de PAWOZ-routes bepaald kunnen worden.

De aanleg van de kabelsystemen en leidingen voor een offshore windpark naar land is in drie onderdelen te verdelen: (1) onderdeel door de Noordzee, (2) onderdeel door de Waddenzee en (3) onderdeel op het vasteland. Voor de aanleg- en installatietechnieken verwijzen wij naar het MER hoofdrapport en de Notitie Routeontwikkeling, Bijlage 2.

Operationele en onderhoudsfase
Offshore kabelsystemen en waterstofleidingen worden regelmatig gecontroleerd en onderhouden om hun betrouwbaarheid te waarborgen. Monitoring van de operationele parameters zoals druk, temperatuur en stroomsterkte zijn van belang om de goede en veilige werking te waarborgen. Ook is er monitoring om de veiligheid van de kabelsystemen en leidingen vanuit oogpunt van defensie en terrorismebestrijding te waarborgen. Vernieling of vernietiging van infrastructuur door sabotage is zeer onvriendelijk voor de

circulariteit van de infrastructuur, en kan ook leiden tot stilstand van windparken, waardoor hernieuwbare energie van één of meerdere windparken niet benut kan worden. Verder vinden inspecties met ROV's en sonar plaats voor het identificeren van schade, corrosie of andere problemen. Reparaties worden waar nodig uitgevoerd. Op zee gebeurt dat door duikteams en/of onderhoudsschepen. Onderhoud omvat ook schoonmaak en integriteitstests om de operationele veiligheid te waarborgen. Zorgvuldige operationele uitvoering en regelmatig onderhoud bevorderen betere circulariteit. Hierdoor zal het aantal reparaties en vervangingen worden verminderd. Dit zal tevens de levensduur verlengen.

Verwijderingsfase

Offshore kabelsystemen en waterstofleidingen kunnen worden verwijderd door gebruik te maken van geavanceerde technologieën en methoden. Voor kabelsystemen kunnen speciale kabelsnijders en onderwaterrobots (ROV's) worden ingezet om de kabelsystemen op de zeebodem te lokaliseren en veilig te verwijderen. Naar verwachting zal in de vergunning worden opgenomen dat kabelsystemen verwijderd moeten worden na buitengebruikstelling, tenzij de milieueffecten daarvan te groot zijn. Kabelsystemen die diep zijn begraven kunnen moeilijk te verwijderen zijn, waardoor de kosten en milieueffecten mogelijk hoger uitvallen. In dergelijke gevallen kan het laten liggen van de kabelsystemen een betere optie zijn, totdat materialen dermate veel waard worden of beleid/wetgeving het opruimen verplichten.

Voor platforms is het momenteel nog niet duidelijk hoeveel verwijderd moet worden: alles, tot enkele meters in de bodem of enkele meters boven de zeebodem. Een kwestie die hierbij ook een rol speelt, is dat de jacket-constructie van de platforms door marien leven wordt bedekt en in de loop van minimaal 4 decennia veel ecologische waarde kan creëren, die niet zomaar vernietigd moet of kan worden.

Voor waterstofleidingen kunnen vergelijkbare technieken worden toegepast, waarbij ook speciale graafmachines worden gebruikt om de leidingen te verwijderen. In de toekomst wordt verwacht dat technologische ontwikkelingen de verwijdering van offshore infrastructuur verder zullen verbeteren. Dit kan onder meer gaan om verbeterde robotica, autonome systemen en geavanceerde materialen die milieuvriendelijker zijn. Eenvoudige en zo volledig mogelijke verwijdering bevordert de kansen voor circulaire verwerking en/of hergebruik.

3.2.3 Hoe kan circulariteit bevorderd worden binnen PAWOZ en wat zijn mogelijk onderscheidende circulaire aspecten? (Stap 3)

Circulariteit richt zich op het duurzaam gebruik van grondstoffen en minimale emissies. Om circulariteit te bevorderen bestaan vier belangrijke circulaire strategieën, zoals reeds genoemd in paragraaf 1.2.3.

De PAWOZ-routes van PAWOZ zijn nog slechts in concept gedefinieerd in de vorm van corridors en componenten op een GIS-kaart. Hieronder is beschreven hoe deze circulaire strategieën in deze situatie toegepast kunnen worden. Er is nog geen informatie over de feitelijke uitvoering aangaande te gebruiken materialen en (on)geplande werkzaamheden.

Hierdoor is er slechts een beperkt aantal onderscheidende circulaire aspecten gebaseerd op de vier genoemde circulaire strategieën:

1 reductie van materiaalgebruik en onderdelen: voor PAWOZ kan reductie van materiaalgebruik en onderdelen als volgt bereikt worden:
   - voor kortere routes zijn minder materiaal en hulpstoffen nodig en treden minder emissies op. Dus hoe korter de route, des te meer circulair deze route is;
   - de wijze waarop de elektrische- en waterstofverbindingen zullen worden aangelegd heeft invloed op de mate van circulariteit. In het algemeen geldt dat hoe dieper de kabelsystemen en leidingen worden aangelegd, des te meer grondverzet nodig is, waarbij ook zwaarder materieel en hulpstoffen nodig zijn. Aanlegtechnieken waarbij de kabelsystemen en leidingen dieper worden gelegd zijn hierdoor minder circulair. In geval van een tunnelsysteem is naast meer grondverzet ook de inzet van nog zwaarder aanlegmaterieel nodig. Daarnaast is nog zeer veel additioneel materiaal (beton en

staal) nodig. Dit is een groot circulair nadeel. Hier staan weliswaar circulaire voordelen van betere terugwinbaarheid en levensduurverlenging van kabelsystemen en leidingen tegenover;
   - vermindering van materiaalinzet voor koppelingen (tie-in's): per route is de inzet van materiaal tevens afhankelijk van het aantal en type koppelingen of tie-in's;
   - in hoeverre andere besparingen van materialen mogelijke en wenselijk zijn zal afhangen van het nog te bepalen ontwerp. Hierover kan in deze fase dus nog geen inzicht worden geboden;
2. vervanging door meer circulaire materialen of onderdelen:
   - gebruik maken van bestaande infrastructuur: waar mogelijk kan voor PAWOZ zowel op de Noordzee, op de Waddenzee en op land, in plaats van alle leidingen nieuw te bouwen, gebruik gemaakt worden van (delen van) bestaande leidingen en/of infrastructuur. Voor transport van elektriciteit zijn in dit gebied geen (geschikte) bestaande kabels. Er zijn wel bestaande aardgasleidingen die omgebouwd zouden kunnen worden voor waterstoftransport. Recentelijk is een studie gestart om de mogelijkheden voor hergebruik van aardgasleidingen, waaronder via de NGT-leiding door de Waddenzee, te onderzoeken. De eerste resultaten zullen eind 2024, begin 2025 beschikbaar komen;
   - in hoeverre vervanging door meer circulaire materialen of onderdelen mogelijk en haalbaar is, zal eveneens afhangen van het nog te bepalen ontwerp. Hierover kan in deze fase dus nog geen inzicht worden geboden;
3. hoogwaardige verwerking na gebruik: in hoeverre hoogwaardige verwerking van onderdelen of materialen na gebruik mogelijk en haalbaar is, zal mede afhangen van het nog te bepalen ontwerp. De hoofdbestanddelen van kabelsystemen en leidingen zijn koper, eventueel aluminium, en staal. Deze materialen zijn na terugwinning (bijvoorbeeld in geval van kabelsystemen en leidingen in tunnelsystemen, of na (mogelijk verplichte) verwijdering uit de bodem) uitstekend hoogwaardig te verwerken. Op dit moment is echter nog geen informatie bekend over de materiaal-samenstelling en configuratie van kabelsystemen en leidingen. Hierdoor kan ook nog geen nader inzicht worden geboden over mogelijke hoogwaardige verwerking na gebruik;
4. levensduurverlenging: In het ontwerp van de elektrische- en waterstofverbindingen kan gekozen worden voor een langere dan gebruikelijke levensduur. Ook kan, bijvoorbeeld in geval van kabelsystemen en leidingen, in één of meer tunnelsystemen, door betere conditionering een langere levensduur van toepassing zijn. Onderhoud en goed beheer in de operationele fase zijn eveneens van invloed op het halen van de levensduur en kunnen bijdragen aan verlenging hiervan. Op dit moment is hierover echter nog geen informatie beschikbaar.

Ontwerpkeuzes zoals levensduurverlenging door dieper begraven en het gebruik van hoogwaardige materialen zijn nog niet vastgesteld. Ook hergebruik van materialen en/of onderdelen wordt nog onderzocht.

3.3 Welke onderscheidende circulaire aspecten worden gehanteerd voor de PAWOZ-routes? (Stap 4)

In de voorgaande paragraaf is weergegeven op welke wijze circulariteit van de PAWOZ-routes kan worden bevorderd. Hierbij zijn voor de onderscheidende circulaire aspecten effecten bepaald. Hieronder volgt een overzicht.

Vanuit circulariteitsoogpunt worden voor de PAWOZ-routes de volgende *onderscheidende aspecten* gehanteerd:

A. **Primair**: de lengte van de route. De lengte is in eerste instantie maatgevend voor circulariteit, omdat, zoals eerder aangegeven, voor een kortere route minder materiaal en werkzaamheden nodig zijn;
B. **Secundair**: aanlegtechniek met als subcriteria:
   - (a) de diepte waarop de aanlegtechniek de infrastructuur voor deze route zal plaatsen;
   - (b) de hoeveelheid te verzetten grond;
   - (c) de hierbij in te zetten extra hoeveelheid materiaal.

Opmerkingen
Infrastructurele onderdelen die voor alle routes nodig zijn, zoals hoogspanningsstations en waterstof aanlandingsstations, zijn buiten beschouwing gelaten, omdat ze in circulair opzicht geen onderscheidende effecten opleveren voor de PAWOZ-routes.

Het aantal en type koppelingen voor elke PAWOZ-route verschilt enigszins, bijvoorbeeld als gevolg van de lokale kenmerken (zoals een wadplaat of geul) waar de route overheen loopt. Dit is nader beschreven in het deelrapport Techniek. Wij schatten echter in dat deze verschillen voor de routevergelijking in circulair opzicht in deze fase nog niet of nauwelijks onderscheidend zijn. Deze koppelingen kunnen, afhankelijk van nog te maken ontwerpkeuzen, meer of minder circulair ontworpen en uitgevoerd worden. Hergebruik van bestaande (aardgas)leidingen is, in afwachting van nadere informatie, vooralsnog buiten beschouwing gelaten.

Het beoordelingskader (tabel 5-3) in de NRD bevat geen beoordelingscriterium of beoordelingskader voor 'Circulariteit', maar bestaat uit een toelichtende paragraaf (paragraaf 5.2.1.3) waarin aangegeven wordt dat er 'overige relevante thema's zijn: Circulariteit, klimaatadaptatie en biodiversiteit. Het NRD geeft verder aan, dat deze thema's in het MER op een kwalitatieve manier in beeld gebracht dienen te worden. In lijn hiermee worden in deze notitie PAWOZ-routes vergeleken en gerankt op basis hiervan eerdergenoemde onderscheidende aspecten ten aanzien van circulariteit.

De vergelijking op basis van circulaire onderscheidende aspecten is uitgevoerd aan de hand van Tabel 3.1.

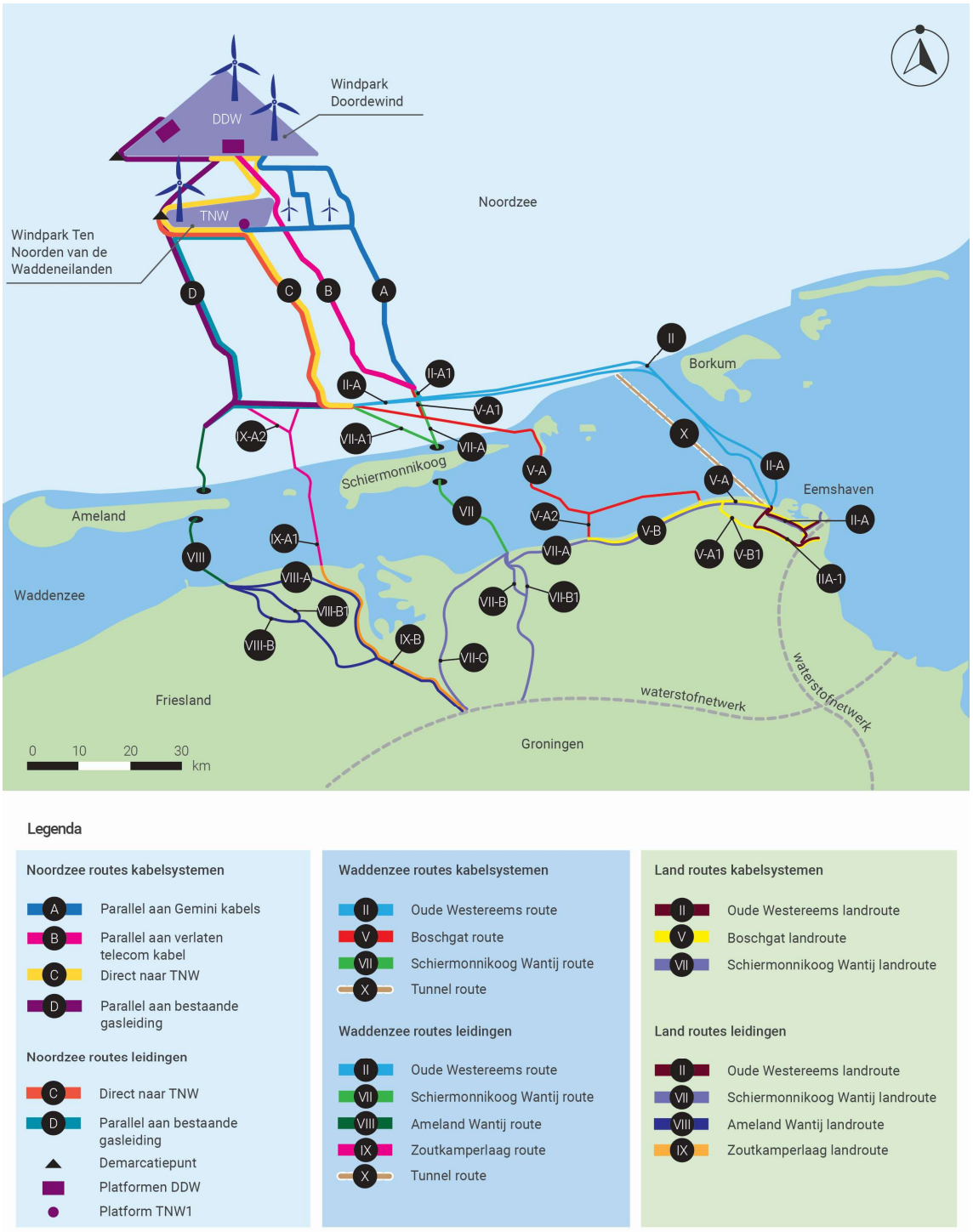
Tabel 3.1 Vergelijking van PAWOZ-routes op basis van onderscheidende circulaire aspecten.

Score	Wanneer toegekend
	route is op dit aspect in circulair opzicht minder wenselijk
	route voldoet op dit aspect in circulair opzicht het beste

3.4 Hoe scoren de PAWOZ-routes op onderscheidende circulaire aspecten? (Stap 5)

De PAWOZ-routes worden in eerste instantie op circulariteit vergeleken en gerangschikt op basis van hun lengte. De routes zijn onder te verdelen in routegedeelten over de Noordzee (Noordzeeroutes), routegedeelten door de Waddenzee (Waddenzeeroutes) en routegedeelten over het vasteland (landroutes) naar respectievelijk transformator- en converterstations (kabelsystemen) en het Waterstofnetwerk Nederland (WN) (leidingen). Over de Noordzee lopen vier routes: A, B, C en D. Door de Waddenzee lopen diverse routes, waarbij in theorie met elke Waddenzeeroute alle vier de Noordzeeroutes aangesloten kunnen worden op land.

Afbeelding 3.1 Overzichtskaart van de geoptimaliseerde routes



Verder zijn voor kabelsystemen PAWOZ-routes te onderscheiden: (1) van land naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) en (2) van land naar windpark Doordewind (DDW). Voor leidingen zijn PAWOZ-routes beschouwd van land naar windpark Ten Noorden van de Wadden. Bijlage IV geeft een overzicht van de lengtes van de verschillende gedeelten, alsook de totale lengtes van deze PAWOZ-routes.

Meest circulaire PAWOZ-routes o.b.v. lengte van de route (onderscheidend aspect A)

In onderstaande tabellen zijn per Noordzeeroute (A t/m D) de korte routes bepaald naar windparken TNW en DDW. Vervolgens zijn hiervan achtereenvolgens voor kabelsystemen naar TNW en DDW en leidingen naar TNW de kortste en hierdoor ten aanzien van het aspect 'lengte' meest circulaire route aangegeven.

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Doordewind (DDW)

Uit Tabel 3.2 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B, de II: Oude Westereems route A1 en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 144 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar DDW betreft.

Tabel 3.2 Overzicht route-combinaties voor kabelsystemen naar windpark Doordewind (DDW)

Noordzeeroutes		**Waddenzeeroutes**		**Landroutes**		
Routedeel	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Totale lengte (km)*
Naar windpark Doordewind (DDW)						
A	94	II A1	44	II A	9	146
B	91	II A1	44	II A	9	**144**
C	112	II A	50	II A	9	170
D	125	II A	50	II A	9	183

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)

Uit Tabel 3.3 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B, de II: Oude Westereems route A1 en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 114 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar TNW betreft.

Tabel 3.3 Overzicht route-combinaties voor kabelsystemen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)

Noordzeeroutes		**Waddenzeeroutes**		**Landroutes**		
Routedeel	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Totale lengte (km)*
Naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)						
A	68	II A1	44	II A	9	121
B	61	II A1	44	II A	9	**114**
C	61	II A	50	II A	9	119
D	80	II A	50	II A	9	138

Meest circulaire PAWOZ-route voor leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) (Gasunie)

Uit Tabel 3.4 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute C, de II: Oude Westereems route en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 118 km) en dus meest circulaire route voor leidingen naar TNW betreft.

Tabel 3.4 Overzicht route-combinaties Leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) (Gasunie)

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Totale lengte (km)*
Naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)						
C*	61	II	49	II A	8	**118**
D	79	II	49	II A	8	135

** Hoewel de X: Tunnel route in lengte korter is dan de bovengenoemde kortste route, zal deze naar verwachting toch minder circulair zijn door de bijbehorende aanlegtechniek en grote hoeveelheid extra benodigd materiaal.*

Ranking op circulariteit voor aanlegtechnieken

Op basis van eerdergenoemde circulaire onderscheidende aspecten is in tweede instantie de ranking vanuit circulair oogpunt voor de aanlegtechnieken bepaald, zoals weergegeven in Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Ranking op circulariteit van aanlegtechnieken op basis van de criteria: a) diepte, b) hoeveelheid grondverzet en c) inzet materiaal

Aanlegtechniek	Diepte aanleg	Hoeveelheid grondverzet	Extra materiaal inzet	Ranking (K)	Ranking (L)
Sleuf / open ontgraving	0 - 5 meter	midden	laag	2	2
HDD-boring	5 - 25 meter	laag	midden	1	1
Tunnelsysteem	circa 35-45 meter	hoog	hoog	3	3

HDD-boringen hebben, ondanks de grotere aanlegdiepte, minder grondverzet met een lagere energieverbruik dan een sleuf/open ontgraving. Een HDD-boring vereist over het algemeen meer gespecialiseerde materialen dan een open ontgraving, vooral door de noodzaak van boorvloeistoffen en mogelijk buisvoering. Open ontgravingen daarentegen gebruiken meer vulmateriaal om de sleuf aan te vullen. Hierdoor kan gesteld worden dat een HDD-boring een meer circulaire aanlegmethode is dan een sleuf/open ontgraving. Toepassing van tunnelsystemen zijn minder circulair dan een HDD-boring of sleuf/open ontgraving, met name vanwege meer grondverzet op grotere diepte en de benodigde hoeveelheid extra materiaal.

Voor zover haalbaar, volgt voor bovengenoemd routes vanuit circulariteit via bovenstaande tabel een voorkeur voor de wijze van aanleg.

Ranking op circulariteit voor combinatie routelengte en aanlegtechniek

Voor beoordeling op circulariteit moeten routes beoordeeld worden op combinatie van routelengte en aanlegtechniek. Zoals aangegeven zal een kortere route met kabelsystemen of leidingen aangelegd met HDD-boringen meer circulair zijn dan kabelsystemen en leidingen met een langere route en sleuf/open ontgravingen. Op dit moment ontbreekt echter informatie om in alle gevallen een dergelijke vergelijking te kunnen maken. Zo kan een langere route met HDD-boringen meer circulair zijn dan een kortere route met sleuf/open ontgravingen. Indien relevant zal hiervoor een nader onderzoek, zo nodig inclusief LCA, moeten worden uitgevoerd.

Nuancering van circulaire aspecten voor tunnelsystemen

Voor PAWOZ wordt overwogen om tunnelsystemen onder de Waddenzee door aan te leggen. Het aanleggen van tunnelsystemen is veel duurder en zal in alle gevallen leiden tot meer grondverzet en inzet van meer materiaal. Zoals aangegeven is dit vanuit circulariteitsoogpunt niet gunstig. Indien dit echter de

enige overgebleven mogelijkheid is, kunnen deze tunnelsystemen gezien worden als een ‘noodzakelijke mitigerende maatregel’. In dat geval kan vanuit circulariteitoogpunt vervolgens onderzocht worden hoe deze tunnelsystemen zo circulair mogelijk kunnen worden gebouwd en/of kunnen functioneren. Tunnelsystemen hebben enkele circulaire voordelen ten opzichte van andere aanlegtechnieken. De kabelsystemen en leidingen bevinden zich in een geconditioneerde ruimte en zijn goed bereikbaar voor onderhoud. Ze hebben hierdoor naar verwachting een langere levensduur. Ook zijn deze voorzieningen relatief gemakkelijk weer uit de tunnelsystemen te halen voor hergebruik of recycling.

Vervolgfase

In de projectfase zal het ontwerp verder worden uitgewerkt. In deze fase zal ‘circulair ontwerpen’, dat wil zeggen ontwerpen volgens circulaire ontwerpprincipes, kunnen bijdragen aan een meer circulair resultaat. We gaan hier in Hoofdstuk 4 nader op in.

4

CONCLUSIES

In het kader van PAWOZ zijn verschillende routes voor kabelsystemen en waterstofleidingen geëvalueerd op basis van hun circulariteit.

Voor het thema Circulariteit is in het NRD geen beoordelingskader gegeven. In deze notitie zijn onderscheidende circulaire aspecten op basis van op dit moment beschikbare informatie bepaald. Aan de hand van deze onderscheidende aspecten zijn de PAWOZ-routes onderling vergeleken en is per onderdeel een ranking bepaald.

Hierbij zijn de volgende onderscheidende circulaire aspecten gehanteerd:

A. **Primair**: de lengte van de route. De lengte is in eerste instantie maatgevend voor circulariteit, omdat, zoals eerder aangegeven, voor een kortere route minder materiaal en werkzaamheden nodig zijn;
B. **Secundair**: aanlegtechniek met als subcriteria:
   - (a) de diepte waarop de aanlegtechniek de infrastructuur voor deze route zal plaatsen;
   - (b) de hoeveelheid te verzetten grond;
   - (c) de hierbij in te zetten extra hoeveelheid materiaal.

Meest circulaire PAWOZ-routes o.b.v. lengte van de route (onderscheidend aspect A)

Onderstaande tabellen 4.1 t/m 4.3 geven per PAWOZ-route de kortste routes en hierdoor ten aanzien van het aspect 'lengte' meest circulaire route aan voor respectievelijk kabelsystemen naar TNW en DDW en voor leidingen naar TNW gegeven. Bijlage IV geeft een overzicht van de lengtes van de verschillende gedeelten, alsook de totale lengte van deze PAWOZ-routes.

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Doordewind (DDW)

Uit Tabel 4.1 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B, de II: Oude Westereems route A1 en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 144 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar DDW betreft.

Tabel 4.1 Overzicht route-combinaties voor kabelsystemen naar windpark Doordewind (DDW)

Noordzeeroutes		**Waddenzeeroutes**		**Landroutes**		
Routedeel	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Totale lengte (km)*
Naar windpark Doordewind (DDW)						
B	91	II A1	44	II A	9	**144**

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)

Uit Tabel 4.2 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B, de II: Oude Westereems route A1 en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 114 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar TNW betreft.

Tabel 4.2 Overzicht route-combinaties voor kabelsystemen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Totale lengte (km)*
Naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)						
B	61	II A1	44	II A	9	**114**

Meest circulaire PAWOZ-route voor leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) (Gasunie)

Uit Tabel 4.3 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute C, de II: Oude Westereems route II en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 118 km) en dus meest circulaire route voor leidingen naar TNW betreft.

Tabel 4.3 Overzicht route-combinaties Leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) (Gasunie)

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Totale lengte (km)*
Naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)						
C	61	II	49	II A	8	**118**

** Hoewel de X: Tunnel route in lengte korter is dan de bovengenoemde kortste route, zal deze naar verwachting toch minder circulair zijn door de bijbehorende aanlegtechniek en grote hoeveelheid extra benodigd materiaal.*

Ranking op circulariteit voor aanlegtechnieken (onderscheidend aspect B)

De aanlegtechnieken zijn als volgt gerangschikt op circulariteit:

1 Horizontal Directional Drilling (HDD): HDD scoort het hoogst op circulariteit vanwege minder grondverzet en lager energieverbruik, ondanks de grotere aanlegdiepte;
2 Sleuf/Open Ontgraving: Deze methode scoort gemiddeld op circulariteit, met meer vulmateriaalgebruik maar minder gespecialiseerde materialen dan HDD;
3 Tunnelsystemen: Tunnelsystemen scoren het laagst op circulariteit vanwege het grote grondverzet en de aanzienlijke hoeveelheid extra materiaal die nodig is.

Conclusies ten aanzien van combinaties van routelengte en aanlegtechniek:

- kortere routes waarbij kabelsystemen of leidingen zijn aangelegd met HDD-boringen zijn over het algemeen meer circulair;
- verdere analyse, inclusief levenscyclusanalyse (LCA), is nodig om de meest circulaire combinatie van routelengte en aanlegtechniek te bepalen.

Nuancering voor tunnelsystemen:

- tunnelsystemen onder de Waddenzee kunnen nodig zijn om ecologische effecten te minimaliseren, ondanks hun lagere circulariteit;
- tunnelsystemen bieden voordelen zoals langere levensduur en betere terugwinbaarheid van materialen, wat hun circulariteit op lange termijn kan verbeteren;
- de huidige inschatting is echter dat in circulair opzicht de voordelen niet opwegen tegen de nadelen. Volgens deze inschatting biedt een tunnelsysteem dus een minder circulaire oplossing, dan de aanleg van een kabelsysteem of leiding in de zeebodem.

5

VERVOLGSTAPPEN: TOEPASSING OP PAWOZ

5.1 Vervolg uitwerking op projectniveau en projectMER/IEA

Het ontwerp wordt in de volgende fase (ProjectMER) nader uitgewerkt naar een detailontwerp. Bij voorkeur wordt dit ontwerp zo circulair mogelijk. Hieronder wordt op hoofdlijnen aangegeven hoe een circulair ontwerp tot stand kan komen.

5.1.1 Circulair ontwerpproces

Voor deze uitwerking kunnen de vier eerdergenoemde circulaire ontwerp strategieën worden toegepast (zie paragraaf 1.2.3.

Zoals aangegeven kunnen circulaire maatregelen elkaar soms ook tegenwerken. Een leiding kan bijvoorbeeld voor een langere levensduur ontworpen worden door een grotere wanddikte te kiezen. Deze keuze betekent echter meer materiaalgebruik. Bruikbare hulpmiddelen voor analyse van de totale circulaire effecten zijn een 'levenscyclusanalyse' (LCA) en een 'materiaalstroomanalyse' (in het Engels bekend als Material Flow Analysis, MFA). Desgewenst kunnen de uitkomsten van analyses uitgedrukt worden in circulaire indicatoren, zoals ECI (Environmental Cost Indicator).

In de ECI worden onder andere meegenomen: grondstoffen en gevaarlijke stoffen, energieverbruik, afvalbeheer, watergebruik, emissies, levensduur, transport, productiemethoden en verwijdering bij einde levensfase.

1. Reductie van materiaalgebruik en onderdelen

Zoals eerder aangegeven kan reductie van materiaalgebruik (en benodigde hulpstoffen voor de kabelsystemen en leidingen) en onderdelen met name bereikt worden door een zo kort mogelijke route te kiezen. De nadere ontwerpkeuzen voor de uitvoering en de toe te passen aanlegtechniek heeft eveneens een grote invloed op de hoeveelheden benodigd materiaal en hulpstoffen. Voorbeelden zijn:

a. uitwisselbare reserveonderdelen: één van de doelstellingen van het 2 GW-concept van TenneT is dat reserveonderdelen voor meerdere projecten gebruikt kunnen worden. Dit vermindert de noodzaak om deze componenten in grote aantallen te produceren en op voorraad te houden;
b. ontwerpen met minder materiaal: bij het optimaliseren van het ontwerp van een tunnelsysteem moet als randvoorwaarde worden meegenomen dat het materiaalgebruik geminimaliseerd wordt, vanzelfsprekend rekening houdend met technische en veiligheidseisen en in relatie tot een lange levensduur.

2. Vervanging materialen en onderdelen

In de projectfase kan ook verder gekeken worden naar mogelijkheden om in het ontwerp materialen te vervangen door een meer circulaire vorm of soort materiaal. Ook draagt vervanging door niet kritieke of strategische materialen (CSRM) bij aan circulariteit. Voorbeelden zijn:

a. toepassing van kabelsystemen en leidingen die geheel of gedeeltelijk zijn geproduceerd met gerecycleerd staal (schroot) of koper. Dit vermindert de vraag naar nieuwe grondstoffen en bevordert een circulaire economie;

b. substitutie van materialen: onderzoek naar en implementatie van alternatieve materialen die beter beschikbaar en/of recyclebaar zijn, en/of een lagere milieubelasting hebben, zoals aluminium in plaats van koper en groen staal in plaats van traditioneel staal. Groen staal is staal geproduceerd met een lagere CO_2-uitstoot;
c. hergebruik van bestaande (aardgas)leidingen valt ook onder deze categorie. Hierover is op dit moment nog geen informatie beschikbaar;
d. aanleg van een tunnelsystemen: hoewel een tunnelsysteem zoals hier aangegeven in circulair opzicht niet de voorkeur geniet, kennen hierin geplaatste kabelsystemen en leidingen een langere levensduur en kunnen gemakkelijk en onbeschadigd worden verwijderd, waardoor zelfs volledige terugwinning mogelijk is. De overgebleven (lege) tunnelsystemen kunnen desgewenst worden hergebruikt voor een zelfde of een ander doel (zoals hergebruik voor van datakabels of CO_2-transport);
e. ook meer circulair is het gebruik van duurzame brandstoffen tijdens de aanleg, zoals biodiesel of waterstof in plaats van fossiele brandstoffen;
f. vervangen SF6-gas: dit gas wordt in hoogspanningsinstallaties wordt vanwege zijn uitstekende isolerende en vlamboogdovende eigenschappen, is ook de stof met het hoogst bekende aardopwarmingsvermogen (global warming potential – GWP) van ongeveer 23.500 én een zeer lange atmosferische levensduur van meer dan 3.000 jaar. TenneT streeft er daarom naar om het gebruik van SF6 op de lange termijn en de uitstoot van SF6 op korte termijn te verminderen door deze te vervangen door minder schadelijke stoffen.

3. Hoogwaardige verwerking na gebruik

Meer circulaire waarde kan verder bereikt worden door te zorgen voor hoogwaardige verwerking van onderdelen of materialen die tijdens of aan het einde van de levensduur uit functie genomen worden. Hiervoor zijn enkele opties:

a. terugwinning van materialen: ontwikkeling van processen, technieken en infrastructuur voor het efficiënt demonteren en recyclen van kabelsystemen en waterstofleidingen aan het einde van hun levensduur, waarbij waardevolle materialen zoals koper en staal worden teruggewonnen voor hergebruik;
b. om dit te vergemakkelijken kan in het ontwerp gezorgd worden voor goede/betere losmaakbaarheid van onderdelen en/of scheidbaarheid van materialen;
c. standaardisatie is van belang om afgedankte onderdelen na een opknapbeurt weer te kunnen hergebruiken, mogelijk in een ander project of als humanitaire hulp in andere landen.

4. Levensduurverlenging

In het ontwerp kunnen keuzes gemaakt worden waardoor een langere levensduur haalbaar is. Voorbeelden hiervan zijn:

a. dieper begraven van kabelsystemen en leidingen: door kabelsystemen en leidingen dieper te begraven worden ze langere tijd beschermd tegen externe invloeden zoals scheepsankers en visserijactiviteiten. Dit kan bijdragen aan het verlengen van de levensduur. Kanttekening is dat het aanleggen op grotere diepte onder andere meer energie (hulpstoffen) kost en ook dat ook het terugwinnen bemoeilijkt wordt. Een optimale diepteligging kan door nadere analyse bepaald worden;
b. preventief onderhoud: Implementatie van monitoringsystemen voor vroegtijdige detectie van slijtage en schade, waardoor tijdig onderhoud kan plaatsvinden en de levensduur van de kabelsystemen, leidingen en componenten wordt verlengd;
c. geavanceerde coatings en materialen: gebruik van speciaal ontwikkelde coatings en andere beschermende materialen kunnen de duurzaamheid en de levensduur van de leidingen vergroten. In coatings worden vaak kritische en strategische materialen (CSRM) zoals zware metalen toegepast. Dit is in circulaire opzicht een nadeel. Ook hier geldt dat onderzocht kan worden hoe het ontwerp over de hele levenscyclus in zijn totaliteit zo circulair mogelijk gemaakt kan worden;
d. aanleg van een tunnelsysteem: de kabelsystemen en leidingen in de tunnelsystemen liggen in een geconditioneerde ruimte. Hierdoor zal de levensduur van de kabelsystemen en leidingen van naar verwachting kunnen toenemen. De tunnelsystemen zelf hebben een basislevensduur van 120 jaar. Deze levensduur kan door ontwerpkeuzen nog worden verlengd. Door een grotere wanddikte te kiezen, kan de levensduur bijvoorbeeld worden verlengd tot 400 jaar. Verwijdering van een tunnelsysteem ligt niet voor de hand. In de meeste gevallen wordt voor de tunnelsystemen een waardevolle nieuwe bestemming gevonden (grote toekomstvastheid). Dat zou dezelfde bestemming kunnen zijn, of als doorvoerfaciliteit voor datakabels of CO_2-transport.

5.1.2 Marktscan

Het uitvoeren van een marktscan om beschikbare en haalbare circulaire maatregelen te inventariseren voor de aanleg en het beheer van infrastructuur voor kabelsystemen en waterstofleidingen kan beginnen met een literatuuronderzoek en een technische inventarisatie. Hierbij worden de huidige stand van de techniek, gebruikte materialen en methoden, en innovaties zoals hergebruik van kabels en biobased materialen bestudeerd. Vervolgens wordt een risicoanalyse en veiligheidsbeoordeling uitgevoerd om mogelijke veiligheidsrisico's van circulaire maatregelen te identificeren en te mitigeren, waarbij certificerings- en keuringsprocedures worden geëvalueerd.

Een volgende stap kan zijn het nagaan van de operationele efficiëntie van apparatuur bij gebruik van circulaire materialen op basis van efficiencymetingen en analyse van onderhoudsbehoeften en levensduur. Hierbij worden mogelijkheden voor optimalisatie en prestatie-evaluatie van circulaire oplossingen onderzocht. Daarnaast wordt de leveringszekerheid en schaalbaarheid van circulaire maatregelen geanalyseerd door de betrouwbaarheid van materialen en componenten te evalueren en samen te werken met leveranciers om continuïteit te waarborgen.

Tot slot is een kosten-batenanalyse relevant om inzicht te krijgen in de economische haalbaarheid van circulaire maatregelen. Dit omvat het berekenen van initiële investeringskosten, operationele kosten en onderhoudskosten, en het vergelijken van de totale kosten met traditionele oplossingen over de levenscyclus van de infrastructuur. Hierbij kan ook gekeken worden naar mogelijke financieringsconstructies en economische incentives waarmee inzicht kan worden verkregen in de haalbaarheid en voor- en nadelen van circulaire maatregelen voor de infrastructuur van kabelsystemen en waterstofleidingen. Zo kunnen weloverwogen beslissingen worden genomen over toe te passen circulaire maatregelen.

5.1.3 Geleerde lessen

Door het toepassen van circulaire maatregelen in de infrastructuur voor het transport van met offshore wind geproduceerde elektriciteit en waterstof naar land, zullen waardevolle lessen worden geleerd. Deze lessen zijn essentieel voor het verbeteren en optimaliseren van duurzame infrastructuur. Bijvoorbeeld, het kiezen en toepassen van duurzame materialen zoals hernieuwbare en gerecyclede materialen biedt inzicht in hun prestaties, duurzaamheid, en levensduur. Dit draagt bij aan een beter begrip van welke materialen het meest geschikt zijn voor langdurig gebruik in een maritieme omgeving, wat cruciaal is voor het verlagen van milieu-impact en het bevorderen van circulariteit binnen de sector hernieuwbare energie.

5.1.4 Kennisdeling

Het delen van geleerde lessen draagt ook bij aan de ontwikkeling van circulariteit. Zo kan een grotere groep mensen of bedrijven betere circulaire maatregelen nemen. Dit levert een positieve bijdrage aan te boeken resultaten op het gebied van circulariteit.

5.1.5 Informatiebeheer en monitoring

Het is van groot belang om ten behoeve van circulariteit gegevens over het ontwerp en de resultaten in de verschillende levensfasen van een project te monitoren en te analyseren. Door deze informatie systematisch bij te houden, kunnen waardevolle inzichten worden verkregen die bijdragen aan het verbeteren van toekomstige ontwerpen en processen. Tijdens de uitvoering van een project is het essentieel om circulaire informatie nauwkeurig te registreren. Dit omvat niet alleen de gebruikte materialen en technieken, maar ook de methoden die zijn toegepast om hergebruik en recycling te bevorderen.

Daarnaast is het cruciaal om te monitoren in hoeverre de geïmplementeerde circulaire strategieën daadwerkelijk effectief zijn. Door deze monitoring kunnen eventuele knelpunten en succesfactoren worden geïdentificeerd, wat leidt tot een continue verbetering van de circulaire aanpak. Op deze manier draagt het verzamelen en analyseren van gegevens bij aan een steeds duurzamere en efficiëntere realisatie van projecten, waarbij de principes van circulariteit optimaal worden benut.

Bijlagen

BIJLAGE: INTERVIEW GASUNIE

Circulaire doelen Gasunie en relatie tot waterstofnetwerk PAWOZ

Gasunie heeft algemeen beleid om haar activiteiten meer circulair te laten worden. Dit beleid is nog in ontwikkeling en zal in de komende tijd nog worden aangescherpt.

Afbeelding I.1 Overzicht van Gasunie's aanpak van circulariteit.

(Bron: #19_NL_Circulariteit in staal.JPG (1920×1268) (publicatiesgasunie.nl))

Tijdens een interview met Gasunie is inzicht verkregen in de circulaire bedrijfsdoelen. Gasunie heeft zich het volgende doel gesteld:
Het beperken van de milieu-impact van onze processen, producten en diensten via de principes van circulaire economie. Onze primaire focus ligt op staal, dat zowel de belangrijkste bron van input als afval is in onze organisatie.

Gasunie maakt dit doel concreet via de volgende circulaire subdoelen en/of maatregelen (ook van toepassing voor PAWOZ):

a. repurpose aardgasleidingen: Gasunie gaat voor het PAWOZ-plangebied in Noord Nederland onderzoeken of bestaande aardgasleidingen (op land) voor waterstof gebruikt kunnen worden. Gasunie streeft er naar op land 70 %-80 % van het waterstoftransport via bestaande leidingen uit aardgasdomein te laten verlopen. Hiervoor moet Gasunie deze leidingen herbestemmen. Dit levert voor deze leidingen

een verlengde levenduur op. Ook bespaart hergebruik forse investeringen die anders voor nieuwbouw moeten worden gepleegd;

b. circulair inkopen: Gasunie streeft naar toepassing van gerecycled materiaal in het gasnet. Het gasnet bestaat voornamelijk uit stalen buizen. De focus ligt op staal. Gasunie gebruikt circa 75.000 ton staal per jaar voor de aanleg van nieuwe leidingen. Voorlopig blijven buizen van staal. Mogelijkheden voor toepassing van groen staal en meer schroot worden in overleg met staalleveranciers in kaart gebracht. Ook wordt onderzocht of dit meer circulaire staal of commercieel en technisch haalbaar is. Een eerste batch van emissievrij staal in gepland in 2027. Het gaat om leidingen met gezamenlijke lengte van 60-70 km en een totale massa van 25.000 ton. Gasunie zal EPD's (Environmental Product Declaration) als inkoopvoorwaarde stellen, om beter inzicht te hebben in de circulaire eigenschappen van geleverde materialen. Deze documenten moeten bij voorkeur gecertificeerd zijn door een officiële certificerende instantie, zoals DNV of TÜV. Ook laat Gasunie recyclebaarheid aan einde levensduur meewegen, (up-/downgraden wordt nog niet beschouwd). Hierbij speelt financieel haalbaarheid een rol. Stalen buizen zijn vrijwel geheel oneindig te recyclen (alleen de coating eraf halen). Dit geldt voor de bulk van de onderdelen die Gasunie toepast, zoals buizen en afsluiters;
c. herinzet van assets, refurbishen: Gasunie streeft naar opnieuw inzetbaar maken van onderdelen. Dit levert in de praktijk versnelling op en is vaak ook goedkoper. Nieuwe leidingen/onderdelen hebben veelal een langere levertijd. Gasunie heeft hiervoor diverse activiteiten opgezet, zoals voor borging van de gewenste kwaliteit. Hiervoor is het belangrijk producten op grond van historie te kunnen onderscheiden (oud vs nieuw). De hergebruikte onderdelen moeten tevens voldoen aan de systeemeisen;
d. afval recycling: recyclet Gasunie zorgt ervoor dat onderdelen, zoals metalen buizen na gebruik via daartoe gespecialiseerde bedrijven zo hoogwaardig mogelijk worden gerecycled. Dit geldt ook voor kantoorafval. Hiervoor zijn enkele additionele processen ingeregeld, zoals schoonmaken van buizen. Gasunie wil zorgen dat stromen zo goed mogelijk worden ingezet voor nieuwe producten. Zo wordt de lineaire keten verder gesloten.

Qua ontwerp zijn er verschillende mogelijkheden, elk met voor- en nadelen voor verschillende thema's. Op de Noordzee kan een waterstofleiding begraven worden, waardoor deze stabiel en beschermd ligt. Aan het einde van de levensduur is het relatief lastig om deze leiding weer te verwijderen (bijvoorbeeld om deze en te hergebruiken). Een alternatieve mogelijkheid is de leiding met een betonnen omhulsel op de zeebodem te leggen. De leiding is dan ook beschermd en kan relatief gemakkelijk worden verwijderd. Nadere analyse zal moeten uitwijzen welke oplossing de meeste voordelen oplevert, danwel de beste keuze is.

BIJLAGE: INTERVIEW TENNET

Circulaire doelen TenneT en relatie tot elektriciteitsnetwerk PAWOZ

TenneT heeft lange termijndoelen vastgesteld op het gebied van de circulaire economie, klimaat en natuur, die gekoppeld zijn aan de Duurzame Ontwikkelingsdoelen van de Verenigde Naties.

TenneT heeft concreet beleid en methodieken om circulariteit te bevorderen. Dit is onder andere vastgelegd in TenneT's Climate Transition Plan. In dit plan stemt TenneT zijn bedrijfsactiviteiten af op wereldwijde klimaatdoelen. Hierdoor draagt TenneT bij aan het beperken van de wereldwijde opwarming tot maximaal 1,5 graden Celsius tegen 2050. Wat betreft circulariteit streeft TenneT naar een circulaire benadering door schaarse materialen minder te gebruiken, materialen te hergebruiken en afval te minimaliseren. TenneT heeft circulariteitseisen opgenomen in zijn aanbestedingprocedures. Leveranciers moeten bijvoorbeeld aantonen welk percentage van hun materialen gerecycled is. TenneT meet ook de klimaatimpact van hun eigen activiteiten. Het grootste deel van hun CO_2-voetafdruk wordt veroorzaakt door energieverlies in hun netwerk. TenneT streeft ernaar om tegen 2025 klimaatneutraal te zijn door initiatieven gericht op energie-efficiëntie en het minimaliseren van verliezen.

Ook in TenneT's *Corporate Social Responsibility* (CSR) ambitieplan 2025 heeft TenneT ambities opgenomen ten aanzien van circulariteit. TenneT wil zijn impact op zowel het gebruik van nieuw koper als op het gebied van niet-hernieuwbaar afval verminderen met 25 %.

Om haar circulaire beleid beter meetbaar te maken hanteert en ontwikkelt TenneT zogenaamde 'Key Performance Indicators' (KPI's). Deze KPI's geven aan welke kwantitatieve doelen ten opzichte van de huidige situatie gehaald moeten worden in 2030. Deze KPI's hebben onder andere betrekking op bereiken van een CO_2-reductie in de gehele leveringsketen. TenneT heeft ervaring met het toepassen van *levenscyclusanalyse* (LCA) en de *Environmental Cost Indicator* (ECI) in offshore projecten en tenders. Ook in de MER studies van TenneT op land wordt klimaatimpact en circulariteit al beoordeeld en meegenomen als criterium.

Ten aanzien van circulariteit heeft TenneT de volgende bedrijfsdoelen (waar mogelijk ook van toepassing voor PAWOZ):

a. **circulair ontwerpen**: in het ontwerpproces gebruikt TenneT onder andere de Environmental Cost Indicator (ECI) als sturingsmiddel voor circulariteit. In de ECI zitten meerdere circulaire aspecten, waardoor circulariteit in een bredere context wordt beschouwd. ECI wordt bijvoorbeeld toegepast voor circulair ontwerpen van kabelplatforms (offshore substation). Op zee is de huidige praktijk om kabels en/of leidingen te begraven ten behoeve van een langere levensduur en minder Operation & Maintenance activiteiten (zie ook onder 'Circulaire verwerking'). Een voorbeeld van het ontwerpen van circulaire kabelroute op land is het vergelijken van een 'open ontgraving' met een Horizontal Directional Drilling (HDD) methode. De HDD-kabelroute kan korter zijn, maar andere impacts hebben, waardoor er kantelpunten kunnen zijn richting de ene of de andere oplossing. Daarbij kijkt TenneT naar de lokale situatie, maar neemt bij keuzes ook de gehele route in beschouwing;
b. **circulair inkopen**: hiervoor heeft TenneT een inkoopbeleid geformuleerd, waarbij circulariteit een belangrijke beoordelingsfactor is. TenneT werkt aan het verminderen van de impact op het milieu die ontstaat, bij het aanleggen, onderhouden en vervangen van hun infrastructuur en de materialen die hiervoor nodig zijn. Daarbij wordt ECI als een kwantitatief tender criterium gebruikt bij alle 2 GW offshore tenders, en wordt ook steeds vaker toegepast bij onshore projecten;

c. **circulaire verwerking**: terugwinning en/of circulaire verwerking van kabels en/of leidingen bij einde levensduur is in ontwikkeling. Op dit moment worden de kabels en leidingen nog niet hergebruikt. Voor kabels en leidingen op zee wordt nagegaan of deze dieper gelegd moeten worden om de levensduur te verlengen en O&M activiteiten te verminderen. Het is relatief lastig en vanuit ecologie bezwaarlijk om op kabels en leidingen op zee weer op te graven. Materiaal schaarste maakt terugwinning van materialen van met name kabels (vanwege het koper) echter in toenemende mate interessant.

Om bovengenoemde doelen te realiseren doorloopt TenneT thans een implementatietraject, waarbij sommige doelen al zijn gerealiseerd, andere zijn in ontwikkeling.

BIJLAGE: INTERVIEW TUNNELSYSTEEM-ONTWERPTEAM PAWOZ

Onderstaande informatie is verkregen tijdens een interview met een vertegenwoordiger van het ontwerpteam voor eventuele tunnelsysteemopties voor PAWOZ.

Tunnelopties in PlanMER/IEA voor PAWOZ

Binnen het planMER/de IEA voor PAWOZ zijn PAWOZ-routes onderzocht voor kabelsystemen en leidingen, inclusief bijbehorende infrastructuur. Deze infrastructuur is nodig voor het aan land brengen van de elektriciteit en/of waterstof geproduceerd met de windenergie afkomstig van onder andere de toekomstige offshore windparken Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW, 700 MW) en Doordewind (DDW, 4.000 MW). Bij TNW is gepland een 500 MW waterstoffabriek (Demo 2) op zee te bouwen. In dit kader wordt voor het kruisen van de Waddenzee onder andere gekeken naar tunnelsysteemopties (de X: Tunnel route). De X: Tunnel route heeft een lengte van ongeveer 26 km. Het intredepunt Noordzee ligt op de Ballonplaat, ten noorden van Rottumerplaat en ten westen van Borkum. Vanaf de Noordzeeroutes volgen de kabelsystemen en leidingen de II: Oude Westereems route naar het intredepunt op de Ballonplaat, gesitueerd ten noorden van het Waddeneiland Rottumerplaat. Vanaf het intredepunt lopen maximaal zeven tunnelbuizen in een rechte lijn naar het aanlandingspunt in of nabij de Eemshaven.

Ontwerp en aanleg van tunnelsystemen

Voor kabelsystemen en waterstofleidingen moeten aparte tunnelsystemen worden aangelegd. Een optie is hiervoor een of meerdere betonnen tunnelsystemen van circa 5,5 meter diameter en een wanddikte van circa 35 cm onder de Waddenzee aan te leggen. De aanleg van een tunnelsystemen begint met de bouw van een hoefijzervormige dam in de Noordzee op de *Ballonplaat*. Binnen deze dam wordt een bouwterrein opgespoten, waarin een schacht wordt geplaatst van waaruit een tunnelgang wordt gegraven. Tegelijkertijd wordt er op het vasteland een vergelijkbare schacht gemaakt. De twee tunnelgangen worden naar elkaar toe geboord en komen samen op een afgesproken punt. In de tunnelgang worden de betonnen tunnelsegmenten en overige toebehoren geplaatst, waarna de kabelsystemen en/of waterstofleidingen aangebracht worden. De tunnelsystemen komen op een diepte van ongeveer 35 meter onder de zeebodem.

De tunnelbuizen voor kabelsystemen bevatten aan weerszijden rails, waarlangs een of twee kabelsystemen via geleidingswielen naar binnen worden gereden. Voor de waterstofleidingen zijn er rails op de bodem van de tunnelbuizen. De waterstofleidingen worden over deze rails naar binnen gereden. Er is ruimte voor een tweede waterstofleiding, indien nodig. Alle tunnelsystemen (kunnen) worden uitgerust met luchtbehandelingssystemen en conditiebewakingsapparatuur om de operationele omstandigheden te optimaliseren en de infrastructuur te monitoren. De tunnelsystemen zijn toegankelijk voor onderhoud en reparaties aan de infrastructuur. De tunnelsystemen worden voortdurend geventileerd en/of gekoeld en beveiligd. Meer technische informatie is te vinden in het deelrapport Techniek.
Er wordt nu vanuit gegaan dat 1 energiedrager (kabelsysteem/leiding) per tunnelbuis zal worden toegepast.

Kosten en duurzaamheid

Tunnelsystemen vragen een aanzienlijk grotere investering en materiaalinzet dan andere aanlegtechnieken (en ongunstig voor circulariteit), zoals aanleg met een open ontgraving of HDD-boring. Daar staat tegenover dat door tunnelsystemen de ecologische waarden van Waddenzee minimaal aangetast worden. Ook bieden tunnelsystemen een langdurige en toekomstbestendige verbindingsmogelijkheid en circulaire voordelen. Tunnelsystemen maken onderhoud en conditionering mogelijk, waardoor de kabelsystemen en leidingen in zeer goede staat gehouden kunnen worden. Ook zijn de kabelsystemen en leidingen aan het einde van de

levensduur gemakkelijk en volledig terug te winnen en te recyclen of her te gebruiken. De tunnelsystemen hebben, afhankelijk van ontwerpkeuzen, een levensduur van 120 tot 400 jaar en kan aan het einde van de levensduur van de kabelsystemen en leidingen (na meer dan 40 jaar) nog voor eenzelfde doel, of voor een ander doel hergebruikt worden, zoals huisvesting van een of meer datakabels. De levensduur van de tunnelsystemen is met maatregelen (zoals coating of plaatsing of vervanging van binnenschalen) in principe nog met een oneindige periode te verlengen.

IV

BIJLAGE: OVERZICHT VAN DE COMBINATIES VOOR ROUTES

Tabel IV.1 Overzicht route-combinaties

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Totale lengte (km)*
Kabelsystemen (TenneT)						
Naar windpark Doordewind (DDW)						
A	94	II A1	44	II A	9	**146**
				II A1	14	151
		V A1	41	V A	17	152
				V A1	19	154
		VII A1	27	VII A Oostpolder	37	158
				VII A Roodeschool	39	160
B	91	II A1	44	II A	9	**144**
				II A1	14	148
		V A1	41	V A	17	150
				V A1	19	151
		VII A1	27	VII A Oostpolder	37	156
				VII A Roodeschool	39	157
C	112	II A	50	II A	9	**170**
				II A1	14	175
		V A	45	V A	17	174
				V A1	19	176
		V A2	36	V B	27	175
				V B1	29	176
		VII A	29	VII A Oostpolder	37	178
				VII A Roodeschool	39	179
D	125	II A	50	II A	9	**183**

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Totale lengte (km)*
				II A1	14	188
		V A	45	V A	17	187
				V A1	19	189
		V A2	36	V B	27	188
				V B1	29	189
		VII A	29	VII A Oostpolder	37	191
				VII A Roodeschool	39	192
Naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)						
A	68	II A1	44	II A	9	**121**
				II A1	14	126
		V A1	41	V A	17	127
				V A1	19	129
		VII A1	27	VII A Oostpolder	37	133
				VII A Roodeschool	39	135
B	61	II A1	44	II A	9	**114**
				II A1	14	119
		V A1	41	V A	17	120
				V A1	19	122
		VII A1	27	VII A Oostpolder	37	126
				VII A Roodeschool	39	128
C	61	II A	50	II A	9	**119**
				II A1	14	124
		V A	45	V A	17	123
				V A1	19	125
		V A2	36	V B	27	124
				V B1	29	125
		VII A	29	VII A Oostpolder	37	127
				VII A Roodeschool	39	129
D	80	II A	50	II A	9	**138**
				II A1	14	143
		V A	45	V A	17	142
				V A1	19	144
		V A2	36	V B	27	143

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Routedeel*	*Lengte (km)*	*Totale lengte (km)*
				V B1	29	144
		VII A	29	VII A Oostpolder	37	146
				VII A Roodeschool	39	147
Leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) (Gasunie)						
C	61	II	49	II A	8	**118**
				II A1	11	121
	61	VII	29	VII A Oostpolder	37	127
				VII A Roodeschool	37	127
				VII B	16	106
				VII B1	17	107
				VII C	20	110
	56	IX A1	22	IX B	23	101
D	79	II	49	II A	8	**135**
				II A1	11	139
	79	VII	29	VII A Oostpolder	37	144
				VII A Roodeschool	37	145
				VII B	16	124
				VII B1	17	125
				VII C	20	128
	65	VIII	23	VIII A	32	121
				VIII B	29	117
				VIII B1	29	117
	73	IX A1	22	IX B	23	118
	67	IX A2	25	IX B	23	115