AUTEUR	Projectteam Vierverlaten - Ens	**DATUM**	30 januari 2026
		VERSIE	Definitief
		REFERENTIE	002.806.00
		PAGINA	1 van 39

380 kV-hoogspanningsverbinding Vierverlaten - Ens

Deelrapport Toekomstvastheid bij de Integrale effectenanalyse

Samenvatting

Voor het beoordelen van de toekomstvastheid van de tracéalternatieven is een kwalitatieve benadering toegepast, aangevuld met relevante wet- en regelgeving, beleid en visiedocumenten. Daarnaast is gebruik gemaakt van inzichten die zijn opgehaald uit gesprekken met experts van TenneT. De mate van toekomstvastheid wordt omschreven als robuustheid. De robuustheid van elk tracéalternatief is beoordeeld op basis van of het tracéalternatief de geïdentificeerde knelpunten oplost en of het toekomstige energiescenario's kan faciliteren. Daarnaast is gekeken of en welke capaciteitsuitbreidingen mogelijk zijn op basis van de uitvoeringswijze.

Alle tracéalternatieven bieden voldoende transportcapaciteit en lossen daarmee de geïdentificeerde knelpunten, zoals omschreven in het Investeringsplan Net op Land 2024-2033 TenneT (hierna: IP24-33), op. Hierdoor maken alle tracéalternatieven toekomstige energiescenario's mogelijk waar nu mee gerekend wordt, inclusief het scenario waarbij de meeste transportcapaciteit nodig is. Dit wordt ondersteund door zowel de Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050 (hierna: II3050) waarin gerekend is met energiescenario's met maximale elektrificatie, als Target Grid waarvan de nieuwe verbinding onderdeel is.

Een verschil is zichtbaar kijkend naar de 220 kV-verbinding die bij tracéalternatieven 1 en 2 nieuw wordt gebouwd. De bouw van nieuwe masten waarin de 220 kV-verbinding wordt bedreven, biedt meer uitbreidingsmogelijkheden in de toekomst. Daarnaast vergroot het de technische levensduur van die verbinding, omdat direct wordt voldaan aan de nieuwste normen. Om bij tracéalternatieven 3, 4 en 5 in de toekomst de capaciteit te vergroten moet gekeken worden naar een vergroting van de transportcapaciteit van de 220 kV-verbinding. Hiervoor zijn planologische procedures nodig en is impact op de omgeving onvermijdelijk. Daarnaast is het zuidelijk deel van tracéalternatief 5 als neutraal beoordeeld vanwege de effecten van de 110 kV-verkabeling. Door dit verschil scoren tracéalternatieven 1 en 2 beide zeer positief (++), tracéalternatieven 3 en 4 beperkt positief (0/+) en tracéalternatief 5 neutraal. De opwaardering van de 220 kV-verbinding komt het Raakvlakonderzoek opwaardering 220 kV aan bod.

Tabel 5.1 Samenvatting effectbeoordeling effect op robuustheid

Thema: Duurzaamheid	Alternatief 1	V1 = Variant Vierverlaten	V2 = Variant Surhuisterveen	V3 = Variant Leeuwarden	V4 = Variant Kuinre	V5 = Variant Marknesse	V6 = Variant Oudehaske	Alternatief 2	V1 = Variant Luttelgeest	Alternatief 3	Alternatief 4	V1 = Variant Heerenveen	V2 = Variant Tjeukemeer	Alternatief 5	V1 = Variant Lemmer	V2 = Variant Vollenhove
Robuustheid																
Noord	++	~	~	~				++		0/+	0/+	~		0/+		
Zuid	++				~	~	~	++	~	0/+	0/+		~	0	~	~
Totaal	++							++		0/+	0/+			0		

Legenda bij variantbeoordeling

~ Effect wijkt niet af van het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

Inhoudsopgave

Samenvatting **2**
1. Inleiding **4**
1.1 Aanleiding 4
1.1.1 Een nieuwe hoogspanningsverbinding Vierverlaten-Ens 4
1.1.2 Integrale effectenanalyse 4
1.2 Doel voorliggend rapport 5
1.3 Leeswijzer 7
2. Introductie tracéalternatieven en varianten **8**
3. Methode **11**
3.1 Aanpak 11
3.1.1 Relevante wet- en regelgeving, beleid en visies 11
3.2 Beoordelingskader 11
3.2.1 Geografische spreiding 12
3.2.2 Robuustheid 13
4. Effectbeoordeling alternatieven **15**
4.1 Effecten op robuustheid 15
5. Conclusie **23**
5.1 Essentie 23
5.2 Leemten in kennis 23
5.3 Samenvatting effectbeoordeling 24
6. Bijlagen **25**
6.1 Het hoogspanningsnet uitgelegd 25
6.2 Aanpak gesprekken experts 26
6.3 Beleidsanalyse 27
6.3.1 Energiewet 27
6.3.2 Nationaal Klimaatakkoord 27
6.3.3 Nationaal Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat (nMIEK) 28
6.3.4 Programma Energie Hoofdstructuur (PEH) 28
6.3.5 Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050 (II3050) 32
6.3.6 Target Grid 32
6.3.7 Investeringsplan Net op Land 2024-2033 34
6.4 Verklarende woordenlijst en afkortingen 34
7. Bronnen **39**

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

1.1.1 Een nieuwe hoogspanningsverbinding Vierverlaten-Ens

Het gebruik en transport van elektriciteit in Nederland neemt al decennialang toe. Het hoogspanningsnet in Nederland wordt zwaarder belast en door de energietransitie zet deze ontwikkeling de komende jaren sterk door. Noord-Nederland neemt hierin een belangrijke plaats in door:

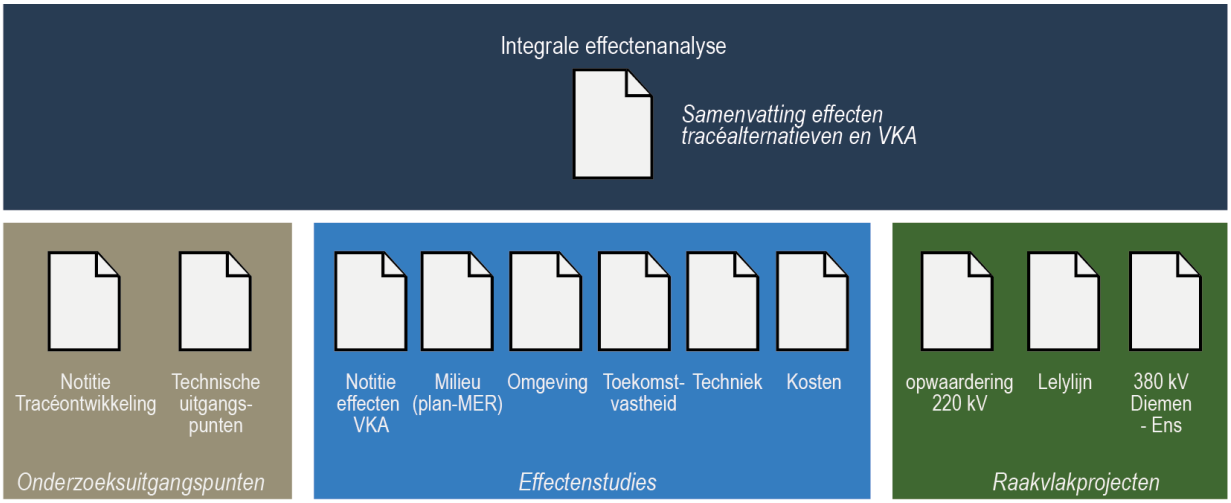
- de aanlanding van (nieuwe) windparken op de Noordzee;
- de verdergaande ontwikkeling van een grootindustrieel cluster met de doelstelling om te elektrificeren;
- de toename van het aantal verbindingen met het Europese elektriciteitsnet.

Om de energietransitie te kunnen faciliteren en knelpunten in het elektriciteitsnet te voorkomen is een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding nodig tussen de hoogspanningsstations Vierverlaten in de gemeente Groningen en Ens in de gemeente Noordoostpolder. Deze nieuwe verbinding lost knelpunten op die ontstaan door meer aanbod van duurzame opwek enerzijds en meer vraag naar elektriciteit van huishoudens en bedrijven anderzijds. Ook is de verbinding nodig om het internationale stroomtransport van en naar Duitsland en de rest van Europa beter te faciliteren. Ten slotte maakt de nieuwe verbinding ruimte vrij op het onderliggende net (het net met een spanningsniveau van 220 kV en lager).

TenneT is de initiatiefnemer voor de aanleg van de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding. De minister van Klimaat en Groene Groei is samen met de minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening het bevoegd gezag voor de besluitvorming over de ruimtelijke inpassing van de nieuwe hoogspanningsverbinding. Hiervoor wordt de projectprocedure uit de Omgevingswet gevolgd. De minister van Klimaat en Groene Groei coördineert tevens de vergunningverlening.

1.1.2 Integrale effectenanalyse

De aanleg en het in gebruik hebben van een hoogspanningsverbinding met bijbehorende infrastructuur heeft effecten op de fysieke leefomgeving. Bij het bepalen van het voorkeursalternatief voor een nieuwe hoogspanningsverbinding is het van belang om te onderzoeken welke effecten (kunnen) optreden.
De integrale effectenanalyse wordt opgesteld in de verkenningsfase van de projectprocedure. In deze fase wordt getrechterd naar één voorkeursalternatief in de voorkeursbeslissing. Als onderdeel van deze verkenningsfase worden vijf tracéalternatieven met elkaar vergeleken. Daarbij wordt gekeken naar effecten op milieu (plan-MER), omgeving (stakeholders), techniek, kosten en toekomstvastheid. De onderzoeken naar de effecten van de verschillende tracéalternatieven op deze thema’s zijn opgenomen in vijf verschillende effectstudies, die allen een bijlage vormen van de integrale effectanalyse. De effecten van het uiteindelijk gekozen VKA zijn in een aparte notitie effecten VKA samengevat. Ook deze notitie is een bijlage bij de integrale effectenanalyse. Voor de raakvlakken met de Lelylijn en de (mogelijke) opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding zijn daarnaast ook aparte analyses opgesteld. Figuur 1.1 geeft inzicht in de rapporten die ten grondslag liggen aan de integrale effectenanalyse. Na de voorkeursbeslissing wordt het voorkeursalternatief uitgewerkt tot een definitief tracé dat wordt vastgelegd in het projectbesluit.



Figuur 1.1: Integrale effectenanalyse inclusief achtergrondrapporten

1.2 Doel voorliggend rapport

In de integrale effectenanalyse worden de effecten van vijf tracéalternatieven, inclusief enkele varianten, voor de realisatie van de nieuwe hoogspanningsverbinding tussen Vierverlaten en Ens beschreven. Dit gebeurt voor alle relevante thema's die een relatie hebben met de mens, de fysieke leefomgeving of de uitvoerbaarheid. Een van de thema's waar in de integrale effectenanalyse aandacht aan wordt besteed is toekomstvastheid. Voorliggend rapport beschrijft en beoordeelt de effecten van de voorgenomen ontwikkeling voor dit thema.

Thema toekomstvastheid

Het doel van dit rapport is om inzicht te geven in de verschillen in toekomstvastheid tussen de tracéalternatieven en varianten. Dit wordt onderzocht aan de hand van de effecten van de tracéalternatieven en varianten op het criterium 'robuustheid' van het hoogspanningsnet. Voor een juiste effectbeoordeling is het noodzakelijk om inzicht te verkrijgen in de wettelijke taken van TenneT en de betekenis van 'toekomstvastheid' binnen de context van dit rapport, met inachtneming van aandachtspunten en zorgen uit de regio, beleidsstukken en relevante expertise op dit gebied. De definitie van toekomstvastheid voor dit project luidt als volgt:

Toekomstvastheid houdt in dat met de nieuwe verbinding de toekomstige energiescenario's en capaciteitsuitbreidingen gefaciliteerd kunnen worden, zonder dat op termijn significante aanpassingen aan de nieuwe verbinding nodig zijn.

De wettelijke taken die TenneT, de landelijke netbeheerder van het hoogspanningsnet[1], heeft zijn: het verzorgen van de aansluit- en transportdiensten, het verzorgen van systeemdiensten en het faciliteren van de energiemarkt.

[1] Een uitleg over de werking van het Nederlandse hoogspanningsnet is opgenomen in bijlage 6.1

Op het gebied van het verzorgen van de aansluit- en transportdiensten heeft TenneT de taak om: de netten aan te leggen, te onderhouden, te vernieuwen of uit te breiden, waarbij in overweging worden genomen maatregelen op het gebied van duurzame elektriciteit, energiebesparing en vraagsturing of decentrale elektriciteitsproductie waardoor de noodzaak van vervanging of vergroting van de productiecapaciteit ondervangen kan worden. Deze wettelijke taken volgen uit de Energiewet. In Nederland houdt de Autoriteit Consument en Markt (ACM) toezicht op de naleving hiervan. Op basis van breed afgestemde lange- en middellange termijnscenario's worden netberekeningen uitgevoerd. De resultaten, in samenhang met regionale visies, nationaal beleid en internationale ontwikkelingen vormen de onderbouwing voor waar capaciteitsuitbreiding[2] van het elektriciteitsnet nodig is. Op overstijgend niveau kent TenneT 'Target Grid', de visie op het klimaatneutrale en integrale elektriciteitsnet van 2045 op land en zee. Projecten die worden uitgevoerd om knelpunten op te lossen en het net te versterken, zoals het project 380 kV-hoogspanningsverbinding Vierverlaten – Ens, staan in het IP24-33.

De hoogspanningsverbinding tussen Vierverlaten en Ens wordt primair gebouwd als transportverbinding, onderdeel van het koppelnet. Daarmee neemt de nieuwe 380 kV-verbinding de transportfunctie van de bestaande 220 kV-verbinding gedeeltelijk over, waardoor er meer ruimte op de 220 kV-verbinding ontstaat om nieuwe vraag en aanbod te verwerken via de bestaande 220 kV-stations. De locatie van de nieuwe 380 kV-verbinding is hierop niet van invloed. Vanuit het project 380 kV-hoogspanningsverbinding Vierverlaten – Ens is er op dit moment geen aanleiding om een koppeling te maken tussen de nieuwe 380 kV-verbinding en het onderliggende net of eventuele klantaansluitingen te realiseren. Wel wordt er, in het kader van het toekomstig uitbreiden van het Friese net, in samenwerking met de regionale netbeheerder Liander, nagedacht over een mogelijke toekomstige koppeling met het Friese net. Dit betreft een toekomstvisie en staat los van het project 380 kV-hoogspanningsverbinding Vierverlaten – Ens. Daarnaast wordt de doorontwikkeling van het onderliggende net beïnvloed door externe factoren zoals beleidswijzigingen, onzekerheden in toekomstige energiescenario's[3] en strategische afwegingen over locaties van toekomstige hoogspanningsstations.

Vanuit de regio is aandacht gevraagd om een robuuste verbinding aan te leggen, zodat deze ook op lange termijn toekomstige energiescenario's en groeiende energievraag kan dragen en daarmee regionale ontwikkelingen kan faciliteren. De invulling van de wettelijke taken van TenneT zoals hierboven beschreven sluiten goed aan bij dit aandachtspunt. Echter, in voorliggend rapport wordt niet ingegaan op de ontwikkeling van onderliggende netten omdat deze zich kunnen aanpassen aan de locatie van de 380 kV-verbinding, ongeacht welk tracéalternatief gekozen wordt.

[2] Fysieke of technologische aanpassingen in het energienetwerk, zoals het opwaarderen van bestaande infrastructuur en het bouwen van nieuwe infrastructuur, om een grotere transportcapaciteit te realiseren.
[3] Prognoses en plannen voor energieopwekking, -transport en -gebruik in de komende decennia op transportniveau, inclusief integratie van hernieuwbare energiebronnen, elektrificatie van industrie en mobiliteit, en innovatieve energiedragers.

Raakvlakken andere IEA deelrapporten

Voorliggend deelrapport heeft een relatie met het Deelrapport Omgeving bij de Integrale effectenanalyse. Toekomstvastheid is door de regio als belangrijk aandachtspunt naar voren gebracht tijdens onder andere regio-overleggen. De regio-overleggen worden in de context van het omgevingsproces toegelicht in het Deelrapport Omgeving. Daarnaast worden in het Deelrapport Omgeving ook algemene aandachtspunten en zorgen besproken, waarvan toekomstvastheid een onderdeel is. Ten slotte worden de effecten van de verschillende tracéalternatieven en -varianten op de omgeving beschreven door middel van een effectenbeoordeling, waarbij rekening wordt gehouden met zachte (net)ontwikkelingen zoals bijvoorbeeld toekomstige zonneparken in het projectgebied. Daarnaast wordt in voorliggend rapport geen analyse uitgevoerd met daarin de opwaardering van de 220 kV-verbinding. In het Raakvlakonderzoek opwaardering 220 kV komt dit aan bod. In dit rapport wordt in het kader van capaciteitsuitbreidingen wel gekeken of opwaarderen van de nieuwe verbinding of de bestaande 220 kV-verbinding mogelijk is.

1.3 Leeswijzer

In paragraaf 1.2 is de relevantie en definitie van toekomstvastheid in relatie tot de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding Vierverlaten – Ens geïntroduceerd. In hoofdstuk 2 worden de tracéalternatieven en varianten beschreven. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 de methodiek die is toegepast voor dit onderzoek toegelicht. Hier wordt onder meer ingegaan op de relevante kaders vanuit wet- en regelgeving, beleid en visies, het beoordelingskader en worden de beoordelingscriteria onderbouwd.

In hoofdstuk 4 worden de effecten van de tracéalternatieven en varianten beschreven en beoordeeld. Dit gebeurt aan de hand van het beoordelingskader dat in hoofdstuk 3 is gepresenteerd. Een samenvatting en een conclusie van de effecten en de onderscheidende verschillen tussen de tracéalternatieven is te vinden in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 zijn de bijlagen opgenomen. In bijlage 6.1 wordt het hoogspanningsnet uitgelegd, in bijlage 6.2 wordt ingegaan op de gesprekken die met experts zijn gevoerd, vervolgens wordt in bijlage 6.3 een beleidsanalyse gepresenteerd. Tot slot zijn in hoofdstuk 7 de gebruikte bronnen terug te vinden.

2. Introductie tracéalternatieven en varianten

In de integrale effectenanalyse worden vijf tracéalternatieven onderzocht. Dit zijn zelfstandige tracéalternatieven die van Vierverlaten naar Ens lopen. Voor sommige tracéalternatieven zijn daarnaast enkele varianten opgesteld. Het gaat om delen van het tracéalternatief die om verschillende redenen een net wat andere ligging hebben gekregen. Dit levert de volgende tracéalternatieven en varianten op (zie figuur 2.1, de kleuren van de tracéalternatieven en varianten die op de kaart zijn weergegeven, zijn ter herkenning ook opgenomen bij de beschrijvingen):

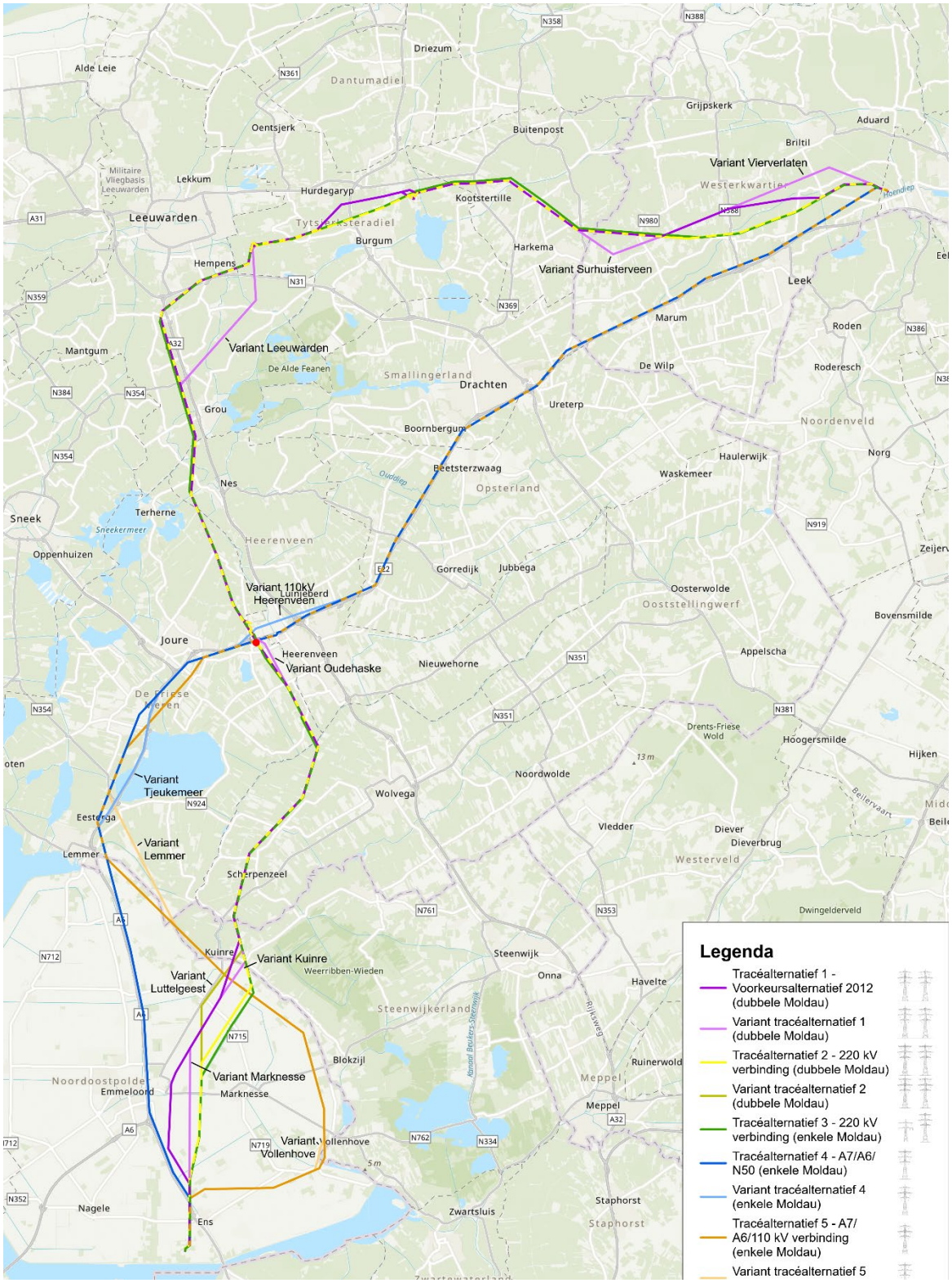
- Tracéalternatief 1 (dubbele Moldau[4]);
- - Varianten tracéalternatief 1 (dubbele Moldau);
- Tracéalternatief 2 – 220 kV-verbinding (dubbele Moldau);
- - Varianten tracéalternatief 2 (dubbele Moldau)
- Tracéalternatief 3 – 220 kV-verbinding (enkele Moldau);
- Tracéalternatief 4 – A7/A6/N50 (enkele Moldau);
- - Varianten tracéalternatief 4 (enkele Moldau);
- Tracéalternatief 5 – A7/A6/110 kV-verbinding[5] (enkele Moldau);
- - Varianten tracéalternatief 5 (enkele Moldau).

De tracéalternatieven worden uitgebreid beschreven in de Notitie tracéontwikkeling 380 kV-hoogspanningsverbinding Vierverlaten – Ens bij de integrale effectenanalyse. Zoals in figuur 2.1 te zien is, kan het tracé van een tracéalternatief in een noordelijk en een zuidelijk deel worden opgeknipt: het traject van Vierverlaten naar Oudehaske en vervolgens van Oudehaske naar Ens (het kruispunt is gemarkeerd met een rode stip). Naast de beoordeling voor het gehele tracéalternatief, krijgen deze twee delen van een alternatief ieder een eigen effectbeoordeling. Op die manier is alle informatie aanwezig om een goede afweging te kunnen maken, waarbij de combinatie van een noordelijk en een zuidelijk tracédeel mogelijk is.

Naast de vijf tracéalternatieven zijn er voor vier tracéalternatieven varianten samengesteld. Dit zijn relatief korte stukjes met een andere ligging dan het tracéalternatief. Voor de varianten wordt gekeken of deze leiden tot onderscheidende effecten ten opzichte van het betreffende tracéalternatief. Daarbij is elke keer de vraag: verandert de beoordeling van het betreffende tracéalternatief wanneer de onderscheidende onderdelen van de varianten worden toegepast voor dat deeltracé.

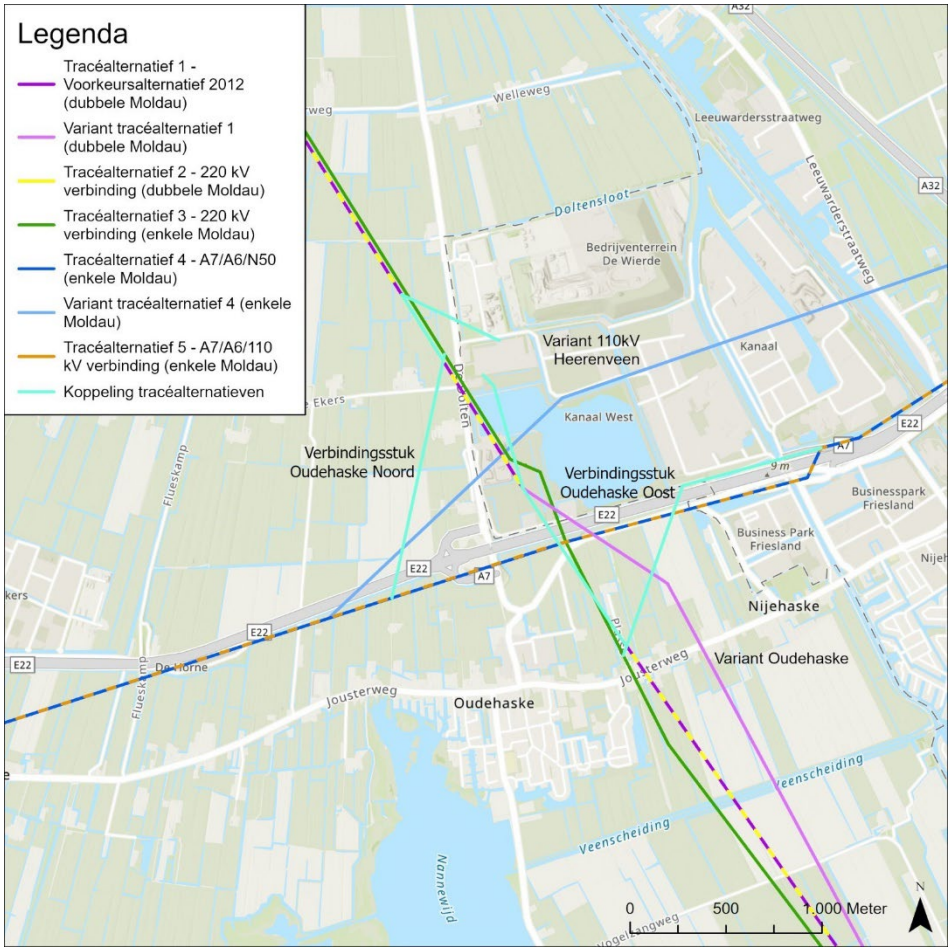
[4] De Moldaumast is het type mast dat wordt gebruikt voor een 380 kV-verbinding. Een dubbele Moldau betekent twee mastenrijen naast elkaar. In één mastenrij komt de huidige 220 kV-verbinding, in de andere mastenrij komt de nieuwe 380 kV-verbinding.

[5] Als de nieuwe 380 kV-verbinding het tracé van een bestaande 110 kV-verbinding volgt, dan wordt de bestaande 110 kV-verbinding op dat tracégedeelte in beginsel verkabeld. Daarbij is als uitgangspunt genomen dat de verkabelde 110 kV-verbinding nabij de nieuwe bovengrondse 380 kV-verbinding komt te liggen. Hoewel in principe de kabel ook een andere route kan volgen dan de bovengrondse verbinding, is de gedachte dat het samenlopen met de 380 kV-verbinding als voordeel heeft dat de meeste effecten beperkt blijven tot een beperkt gebied, waar bovendien nu al sprake is van beperkingen van de bestaande 110 kV-verbinding.



Figuur 2.1: Tracéalternatieven en varianten hoogspanningsverbinding Vierverlaten – Ens. De rode stip is het punt waar de tracéalternatieven elkaar ter hoogte van Oudehaske kruisen.

Tussen de tracéalternatieven ten noorden van Oudehaske en ten zuiden van Oudehaske zijn meerdere combinaties mogelijk. Deze tracéalternatieven dienen met elkaar verbonden te worden door middel van het verbindingsstuk Oudehaske Noord of verbindingsstuk Oudehaske Oost. In figuur 2.2 zijn deze verbindingsstukken weergegeven.



Figuur 2.2: Verbindingsstuk Oudehaske Noord en Oudehaske Oost

3. Methode

3.1 Aanpak

Per tracéalternatief wordt voor het aspect robuustheid een beoordeling uitgevoerd aan de hand van de relevante wet- en regelgeving, beleid en visies en bijbehorende analyse (zie bijlage 6.3). Deze weging wordt aangevuld met kwalitatief onderbouwde inzichten die zijn opgehaald in verdiepende gesprekken met experts van TenneT. In bijlage 6.2 wordt ingegaan op de aanpak van de gesprekken met de experts op het gebied van netstrategie, projectontwikkeling, ruimtelijke ordening en milieu, system operations en onderhoud. Daarnaast wordt in de bijlagen kort ingegaan op deze disciplines.

3.1.1 Relevante wet- en regelgeving, beleid en visies

Verschillende wetten, regels en beleidsmatige kaders geven richting aan de energietransitie. Op nationaal niveau zijn in het kader van voorliggend onderzoek de volgende wet- en regelgeving, beleid en visies meegenomen in de beoordeling:

- Energiewet
- Nationaal Klimaatakkoord
- Nationaal Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat
- Programma Energie Hoofdstructuur
- Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050

Vanuit TenneT worden zowel ‘Target Grid’ als het ‘Investeringsplan Net op Land 2024-2033’ (IP-24-33) meegenomen in de beoordeling.

3.2 Beoordelingskader

Toekomstvastheid	Aspecten	Beoordeling
Transport niveau	Geografische spreiding in relatie tot de ringstructuur	• Reeds beoordeeld, zie 3.2.1.
	Effect op robuustheid	• Kwalitatief: Het tracé wordt ontworpen zodat het geschikt is voor toekomstige energiescenario’s. Waar nodig wordt ruimte geboden voor toekomstige capaciteitsuitbreidingen.

Tabel 3.2: Beoordelingscriteria voor toekomstvastheid

Beoordeling tracéalternatieven
Voor de vijf tracéalternatieven worden de effecten op het beoordelingscriterium beschreven en beoordeeld, waarbij bij de beoordeling geen onderscheid wordt gemaakt tussen de noordelijke en zuidelijke delen van de verbinding[6]. De beschreven effecten worden samengevat in een tabel. Bij de samenvatting van de effecten wordt wél onderscheid gemaakt tussen het tracé van Vierverlaten tot Oudehaske (noord) en van Oudehaske naar Ens (zuid). Op die manier is alle informatie aanwezig om een goede afweging tussen de tracéalternatieven te kunnen maken, waarbij combinaties van een noordelijk en een zuidelijk tracédeel mogelijk blijven.

Beoordeling varianten
In dit rapport worden de varianten niet afzonderlijk beoordeeld, omdat de uitvoeringswijze overeenkomt met die van het tracéalternatief waarvan ze deel uitmaken. Hierdoor wijken de effecten van de varianten niet af van die van het vergelijkbare deel van het tracéalternatief. Omdat de varianten geen onderscheidende invloed hebben op de beoordeling, worden ze automatisch neutraal beoordeeld.

3.2.1 Geografische spreiding

Een goede geografische spreiding van hoogspanningsverbindingen van het 220/380 kV-net is essentieel voor de betrouwbaarheid van de Nederlandse elektriciteitsvoorziening. Deze spreiding zorgt voor ringstructuren die de voorziening bestendiger maken tegen extreme klimaatinvloeden, grote storingen en calamiteiten.

Aan de hand van bovenstaande informatie over geografische spreiding in relatie tot de betrouwbaarheid van de Nederlandse elektriciteitsvoorziening, is begin 2023 al gekeken naar deze specifieke vorm van toekomstvastheid. Dit gebeurde in het kader van de Notitie Kansrijke Alternatieven (NKA), die is meegeleverd als bijlage van de Notitie reikwijdte en detailniveau 380 kV-hoogspanningsverbinding Vierverlaten – Ens (NRD). Het doel was om het zoekgebied te verkleinen aan de hand van een toetsing aan een beperkt aantal criteria waaronder toekomstvastheid. Vanuit nettechniek is daarbij gekeken naar aspecten zoals geografische spreiding, veiligheid en leveringszekerheid. Deze criteria zijn opgeschreven in interne beleidsdocumenten van TenneT. Uit de analyse op basis van deze criteria bleek dat de tracéalternatieven aan de oostzijde van het zoekgebied slechts beperkt bijdragen aan een toekomstvast hoogspanningsnet. Dit komt doordat er al een 380 kV-verbinding door Drenthe en Overijssel loopt. Bij deze beoordeling is specifiek gekeken naar de ligging van de tracés en niet naar de uitvoeringswijze. Door het traceren in het westelijk deel van het toenmalig zoekgebied, via Friesland, ontstaat – als aanvulling op het noordelijke 380 kV-netwerk vanaf Eemshaven door Groningen, Drenthe en Overijssel – een 380 kV-ring in het noorden. In de NKA zijn de alternatieven door Friesland dan ook positief beoordeeld op het thema geografische spreiding. Omdat de 5 tracéalternatieven en varianten die nu in beeld zijn reeds aan dit criterium voldoen, wordt hier niet meer op beoordeeld.

[6] Bij alle vijf de tracéalternatieven komt verkabeling van 110 kV aan de orde. In het geval van tracéalternatief 5 is dit een dusdanig grote afstand dat hier in dit rapport op wordt ingezoomd. Voor de overige tracéalternatieven worden geen wezenlijke effecten verwacht. Indien bij tracéalternatief 5 verschillende effecten tussen een noordelijk en zuidelijk tracédeel naar voren komen wordt uitgegaan van het gemiddelde effect, afgerond naar beneden.

3.2.2 Robuustheid

Het beoordelingscriterium ‘Robuustheid’ richt zich op de mate waarin de tracéalternatieven zijn voorbereid op mogelijke toekomstige ontwikkelingen binnen het energiesysteem. Alle vijf de tracéalternatieven bieden voldoende transportcapaciteit en lossen daarmee de geïdentificeerde knelpunten op. Er wordt gekeken in hoeverre er ruimte is om in te spelen op veranderingen in energieopwekking, -transport en –gebruik. Daarbij wordt meegenomen of eventuele capaciteitsuitbreidingen in de toekomst op een relatief eenvoudige manier kunnen worden gerealiseerd, zonder significante aanpassingen aan de constructie of de omgeving. Een robuuste verbinding lost de knelpunten op en zorgt ervoor dat eventuele toekomstige aanpassingen ten behoeve van het vergroten van de transportcapaciteit veelal efficiënt kunnen worden doorgevoerd, met minimale impact op de omgeving en relatief eenvoudige planologische procedures.

Bij de beoordeling wordt gekeken naar de uitvoeringswijze van de tracéalternatieven (dubbele of enkele Moldau) zoals omschreven in de Notitie Tracéontwikkeling bij de Integrale effectenanalyse. Concreet wordt beoordeeld of het tracéalternatief de geïdentificeerde knelpunten oplost en of het toekomstige energiescenario’s kan faciliteren. Daarnaast wordt gekeken of en welke capaciteitsuitbreidingen mogelijk zijn op basis van de uitvoeringswijze. Bij deze mogelijke capaciteitsuitbreidingen wordt gekeken wat de impact is van deze uitbreidingen op zowel de omgeving als op de nodige procedures. In de context van mogelijke capaciteitsuitbreidingen wordt het aspect technische levensduur[7] ook meegenomen. Voor de beoordeling zijn bovengenoemde elementen opgesplitst in twee subaspecten, die elk afzonderlijk beschreven worden:

- Energiescenario’s;
- Capaciteitsuitbreidingen.

Om de beoordeling te onderbouwen, worden landelijke beleidsstukken en visiedocumenten betrokken. Documenten zoals het IP24-33, de II3050 en het Target Grid vormen belangrijke bronnen (zie de beleidsanalyse in 6.2), omdat hierin wordt gerekend aan toekomstige investeringen en scenario’s voor het energienetwerk. Het is lastig om een kwantitatieve beoordeling uit te voeren, omdat deze scenario’s een verre blik in de toekomst betreffen. Hierbij worden de meest uiterste scenario’s betrokken, zodat een zo volledig mogelijk beeld wordt geschetst van de mate waarin de verschillende alternatieven voorbereid zijn op de toekomst. Daarom biedt een kwalitatieve aanpak een waardevolle methode om robuustheid te beoordelen. Daarnaast wordt, hoewel er geen expliciete rekening wordt gehouden met onvoorziene ontwikkelingen, wel gekeken naar of de uitvoeringswijze voldoende marge biedt om eventuele onverwachte groei in vraag en aanbod op te vangen.

Voor het criteria ‘Robuustheid’ zijn er geen negatieve effecten te verwachten. De nieuwe 380 kV-verbinding zal in alle gevallen bijdragen aan het oplossen van het knelpunt in het hoogspanningsnet, namelijk het vergroten van transportcapaciteit tussen Vierverlaten en Ens en heeft daarmee een positief effect. Er is wel een verschil tussen de mate van de positiviteit.

[7] De technische levensduur is de tijd waarin de verbinding technisch zijn functie kan blijven vervullen. Dit is een referentieperiode om aan een betrouwbaarheidsniveau te kunnen voldoen. Voor informatie over de technische levensduur wordt verwezen naar het Deelrapport Technische Uitgangspunten bij de Integrale effectenanalyse.

Op transportniveau wordt de verbinding als een geheel gezien en zal voor dit criterium geen onderscheid gemaakt worden tussen noord en zuid in de kwalitatieve beoordeling. Daarnaast zal vanwege de overeenkomst tussen de uitvoeringswijze van het tracéalternatief en de varianten het effect niet afwijken van het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief en scoren de varianten per definitie neutraal.

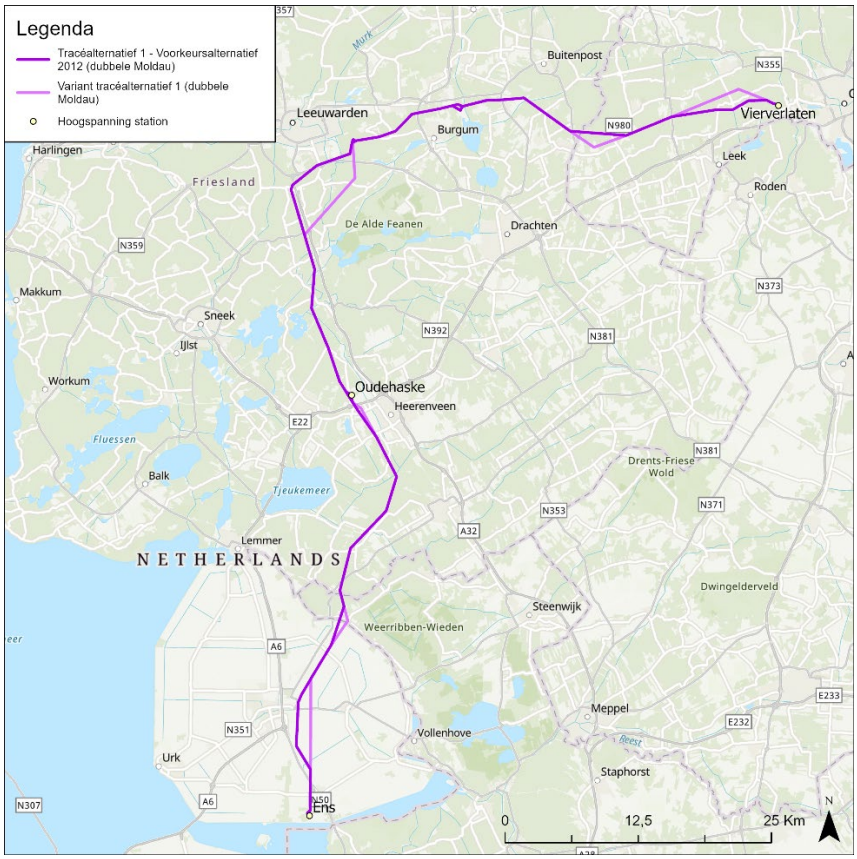
De beoordeling maakt gebruik van een schaal die varieert van sterk positief tot neutraal. Een tracéalternatief dat volledig voorbereid is op toekomstige energiescenario's en bovendien eenvoudig uitbreidbaar is, wordt als sterk positief beoordeeld. Alternatieven die in mindere mate bijdragen aan toekomstige behoeften of moeilijk uitbreidbaar zijn, ontvangen een lagere waardering. Negatieve effecten worden niet verwacht, omdat elk alternatief een bijdrage levert aan het oplossen van bestaande knelpunten in het netwerk.

+ +	Sterk positief: Het tracéalternatief faciliteert toekomstige energiescenario's volledig en is eenvoudig uit te breiden.
+	Positief: Het tracéalternatief draagt significant bij aan toekomstige energiescenario's en is uit te breiden.
0/+	Beperkt positief: Het tracéalternatief biedt beperkte ondersteuning aan toekomstige energiescenario's en heeft beperkte uitbreidingsmogelijkheden.
0	Neutraal: Het tracéalternatief heeft geen significante invloed op toekomstige energiescenario's en biedt geen wezenlijke uitbreidingsmogelijkheden.
0/-	n.v.t.
-	n.v.t.
- -	n.v.t.

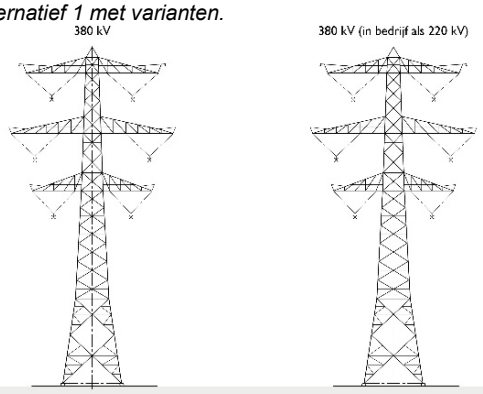
4. Effectbeoordeling alternatieven

4.1 Effecten op robuustheid

Tracéalternatief 1 (VKA 2012) – dubbele Moldau)



Figuur 4.1: Overzichtskaart tracéalternatief 1 met varianten.



Figuur 4.2: Uitvoeringswijze tracéalternatief 1

Energiescenario's
Tracéalternatief 1 wordt uitgevoerd door middel van de bouw van een dubbele rij Moldaumasten met elk 2 circuits; in totaal 4 circuits. Twee circuits van één mast worden bedreven op 380 kV en die van de andere mast op 220 kV (zie figuur 4.2). De transportcapaciteit van de geleiders per circuit 380 kV en 220 kV is in beide gevallen 4 kA. Bovendien ontstaat doordat de nieuwe 380 kV-verbinding de transportfunctie van de bestaande 220 kV-verbinding gedeeltelijk overneemt er meer ruimte op de 220 kV-verbinding om nieuwe vraag en aanbod in te voeden. De uitvoering (dubbele Moldau) biedt voldoende transportcapaciteit en lost daarmee de geïdentificeerde knelpunten, zoals omschreven in het IP24-33, op. Hierdoor maakt tracéalternatief 1 alle toekomstige energiescenario's mogelijk waar nu mee gerekend wordt, inclusief het scenario waarbij de meeste transportcapaciteit nodig is. Dit wordt ondersteund door zowel de II3050 waarin gerekend is met energiescenario's met maximale elektrificatie, als Target Grid waarvan de nieuwe verbinding onderdeel is. Daarnaast worden alle circuits, zowel die bedreven op 380 kV als 220 kV, uitgevoerd met een transportcapaciteit van 4 kA. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid om de 220 kV verbinding op een hogere stroomsterkte dan de huidige 2,5 kA te bedrijven.

Capaciteitsuitbreidingen
De bouw van een uitvoeringsvariant met een dubbele rij Moldaumasten biedt voor de toekomst de kans om de Moldaumast en geleiders, van de verbinding die wordt bedreven als 220 kV, te gebruiken als 380 kV. Hiermee ontstaat een 2 x 2 circuit, dubbele 380 kV, verbinding. Dit kan gerealiseerd worden zonder de geleiders te vervangen door middel van het uitvoeren van aanpassingen aan tussenliggende hoogspanningsstations. Dit brengt met zich mee dat er geen ingrijpende maatregelen nodig zijn aan de verbinding met bijvoorbeeld significante impact op de omgeving. De maatregelen die hiervoor getroffen moeten worden op of nabij de tussenliggende hoogspanningsstations zijn technisch wel complex en kunnen in de buurt van deze hoogspanningsstations voor overlast zorgen voor de omgeving. Toekomstige, nu nog niet voorziene, toename van behoefte aan vermogenstransport tussen Vierverlaten en Ens zou met deze uitbreiding dan opgevangen kunnen worden.

Tracéalternatief 1 wordt gekenmerkt door de gelijktijdige bouw van een dubbele rij Moldaumasten naast de bestaande 220 kV-verbinding. Na voltooiing hiervan zal de bestaande 220 kV-verbinding worden verwijderd. Het feit dat het hier een totaal nieuwe verbinding betreft zorgt ervoor dat tracéalternatief 1 een grote technische levensduur heeft en daarmee direct voldoet aan de huidige normen. Daarmee wordt tracéalternatief 1 in het geheel als sterk positief beoordeeld.

(effectbeoordeling: ++)

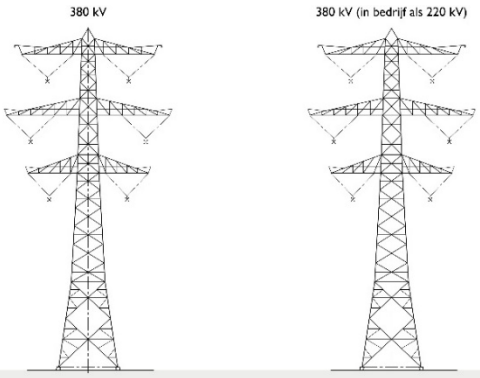
Varianten tracéalternatief 1 (dubbele Moldau)

De varianten worden neutraal beoordeeld.

(effectbeoordeling varianten: ~)

Tracéalternatief 2 – 220 kV-verbinding (dubbele Moldau)

Figuur 4.3: Overzichtskaart tracéalternatief 2 met varianten.



Figuur 4.4: Schematische weergave uitvoeringswijze tracéalternatief 2

De beoordeling van tracéalternatief 2 komt overeen met die van tracéalternatief 1. Daarom wordt ook alternatief 2 in zijn geheel als sterk positief beoordeeld.

(effectbeoordeling: ++)

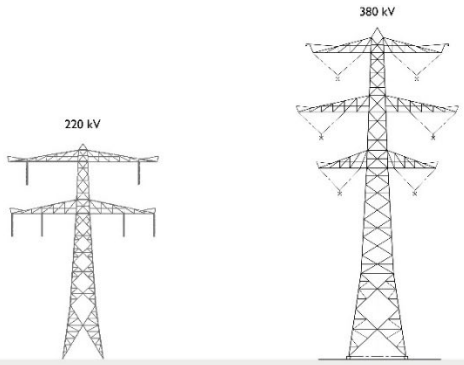
Variant tracéalternatief 2 (dubbele Moldau)

De variant is neutraal beoordeeld.

(effectbeoordeling variant: ~)

Tracéalternatief 3 – 220 kV-verbinding (enkele Moldau)

Figuur 4.6: Overzichtskaart tracéalternatief 3 met varianten.



Figuur 4.6: Schematische weergave uitvoeringswijze tracéalternatief 3

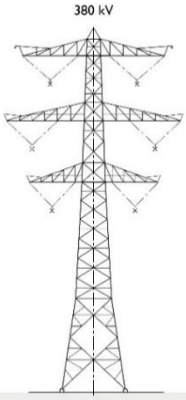
Energiescenario's
Tracéalternatief 3 wordt uitgevoerd door middel van de bouw van een enkele rij Moldaumasten met 2 circuits. Deze twee circuits worden bedreven op 380 kV (zie figuur 4.2). De bestaande 220 kV-verbinding blijft bestaan. De transportcapaciteit van de geleiders per circuit 380 kV is 4 kA en per circuit 220 kV 2,5 kA. Doordat de nieuwe 380 kV-verbinding de transportfunctie van de bestaande 220 kV-verbinding gedeeltelijk overneemt ontstaat er meer ruimte op de 220 kV-verbinding om nieuwe vraag en aanbod in te voeden. De uitvoering (enkele Moldau) biedt voldoende transportcapaciteit en lost daarmee de geïdentificeerde knelpunten, zoals omschreven in het IP24-33, op.

Capaciteitsuitbreidingen
Het is in de toekomst onwenselijk om de capaciteit van de twee circuits van de 380 kV-verbinding te vergroten gezien de stabiele bedrijfsvoering van het hoogspanningsnet. Bij een hogere transportcapaciteit zijn de gevolgen voor het hoogspanningsnet namelijk ook groter, bij plotselinge uitval van een van de circuits door een storing of calamiteit. Dit maakt een transportcapaciteit van 4 kA per circuit het maximum. Voor het realiseren van een aanvullende capaciteitsuitbreiding kan uitsluitend gekeken worden naar een opwaardering van de 220 kV-verbinding. Het is echter niet mogelijk om de capaciteit van 2,5 kA van de twee circuits van de 220-kV verbinding te vergroten zonder ingrijpende maatregelen. Een opwaardering in deze context vraagt om het vergroten van de transportcapaciteit door middel van het vervangen van de geleiders en eventuele andere technische componenten. Hiervoor zijn planologische procedures en impact op de omgeving onvermijdelijk. De impact op de omgeving komt voort uit het feit dat er onder andere tijdelijke bouwwegen en werkterreinen nodig zijn. De nieuwe verbinding voldoet direct aan de nieuwste normen, wat bijdraagt aan een grotere technische levensduur. De 220 kV-verbinding daarentegen is ouder en ontworpen volgens de normen van destijds, wat resulteert in een lichte afname van het betrouwbaarheidsniveau. Dit in combinatie met de huidige leeftijd en staat van de componenten resulteert in een kleinere technische levensduur van de huidige 220 kV-verbinding. Vanwege de beperkte mogelijkheid om zonder ingrijpende maatregelen de capaciteit te vergroten is tracéalternatief 3 in het geheel als beperkt positief beoordeeld.

(effectbeoordeling: 0/+)

Tracéalternatief 4 – A7/A6/N50 (enkele Moldau

Figuur 4.7 Overzichtskaart tracéalternatief 4 met varianten.



Figuur 4.8: Schematische weergave uitvoeringswijze tracéalternatief 4

De beoordeling van tracéalternatief 4 komt, ondanks een andere geografische ligging, overeen met die van tracéalternatief 3. Daarom wordt ook alternatief 4 in zijn geheel als beperkt positief beoordeeld.

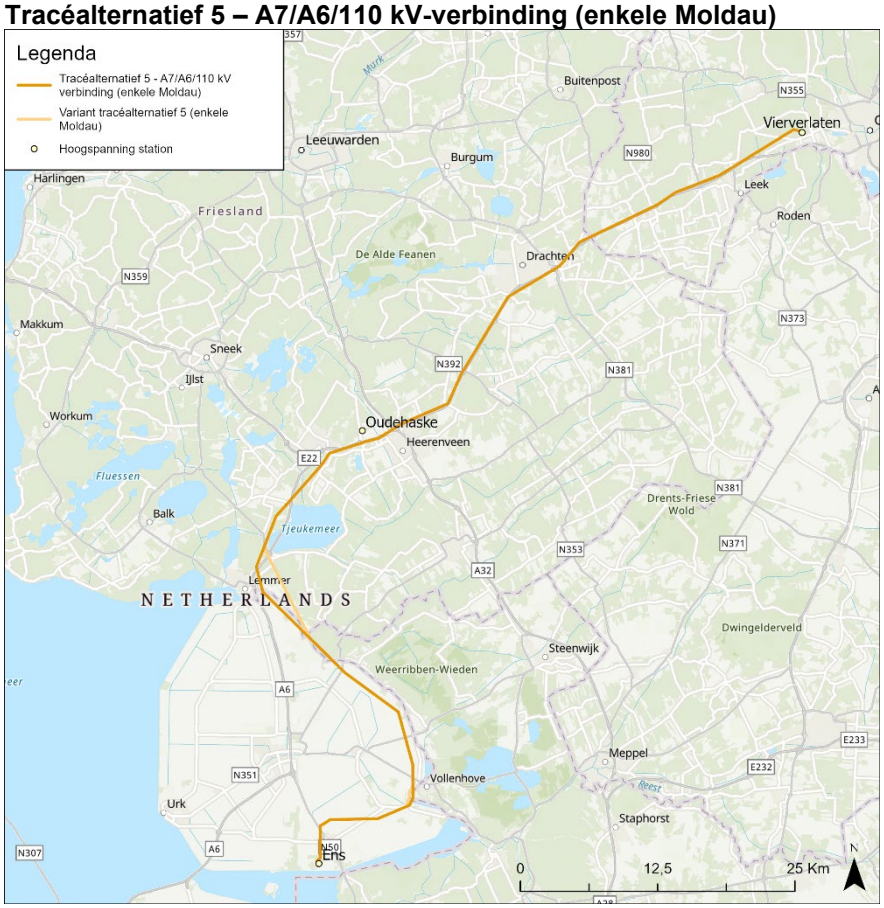
(effectbeoordeling: 0/+)

Varianten tracéalternatief 4 (enkele Moldau)

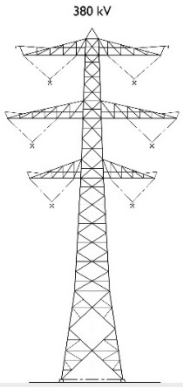
De varianten worden neutraal beoordeeld.

(effectbeoordeling varianten: ~)

Tracéalternatief 5 – A7/A6/110 kV-verbinding (enkele Moldau)



Figuur 4.9 Overzichtskaart tracéalternatief 5 met varianten.



Figuur 4.10: Schematische weergave uitvoeringswijze tracéalternatief 5

De beoordeling van tracéalternatief 5 komt, ondanks een andere geografische ligging, overeen met die van tracéalternatieven 3 en 4. Wat wel verschilt is de verkabeling van stukken 110 kV-verbinding. Hieronder wordt hierop ingegaan.

Effect 110 kV-verkabeling zuidelijk deel
Alleen waar de 380 kV-verbinding het tracé van de bestaande 110 kV-verbinding volgt, zal de bestaande 110 kV-verbinding op dat tracégedeelte in beginsel verkabeld worden. Verkabeling heeft invloed op de functionaliteit van het 110 kV-net, bijvoorbeeld langere reparatietijden en mogelijke noodzaak tot blindstroomcompensatie (met meer ruimtebeslag op stations, een grotere onderhoudsopgave en hogere maatschappelijke kosten). Naast de invloed op het 110 kV-net kunnen de negatieve invloeden die ontstaan bij deze verkabelingen ook invloed hebben op de rest van het hoogspanningsnet. Hoewel een verkabeling van een deel van de 110 kV-verbinding een vergroting van de 110 kV-transportcapaciteit mogelijk maakt, kan ditzelfde resultaat ook worden bereikt door opwaardering van de bestaande bovengrondse 110 kV-verbinding. Daarnaast is na verkabeling van een 110 kV-tracédeel een verdere vergroting van de transportcapaciteit alleen mogelijk door ingrijpende maatregelen. Dit in combinatie met het effect van de verkabeling op de functionaliteit van het 110 kV-net maakt de verkabeling van een deel van het tracé van de 110 kV-verbinding minder robuust dan de bestaande bovengrondse 110- kV verbinding.

Vanwege de overeenkomst met de beoordeling van het noordelijk deel van tracéalternatief 5 met tracéalternatief 4 is het noordelijk deel van tracéalternatief 5 als beperkt positief beoordeeld. Daarnaast is het zuidelijk deel van tracéalternatief 5 als neutraal beoordeeld vanwege de effecten van de 110 kV-verkabeling op robuustheid. Daarmee scoort tracéalternatief in het geheel neutraal.

(effectbeoordeling: 0)

Varianten tracéalternatief 5 (enkele Moldau)

De varianten worden neutraal beoordeeld.

(effectbeoordeling varianten: ~)

5. Conclusie

5.1 Essentie

Een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding is de oplossing voor de geïdentificeerde knelpunten, maar met de verbinding wordt geen regionale congestie opgelost. Wel ontstaat er meer ruimte op de 220 kV-verbinding om nieuwe vraag en aanbod in te voeden via de bestaande 220 kV-stations in de regio. Dit komt omdat de nieuwe 380 kV-verbinding de transportfunctie van de bestaande 220 kV-verbinding gedeeltelijk overneemt.

5.2 Leemten in kennis

Binnen het thema Toekomstvastheid is er gebruik gemaakt van een groot aantal uitgangspunten en op dit moment bekende visies en plannen. De meeste uitgangspunten komen voort uit de visies zoals de IP24-33, II3050 en Target Grid. Deze plannen variëren in doorlooptijd: het ene plan is gefocust op de korte termijn en het andere plan op de lange termijn. Het ene plan dient als houvast voor deze korte termijn en is definitief, de omschreven projecten zullen daadwerkelijk uitgevoerd gaan worden. De andere plannen zijn gebaseerd op trends en daarop gebaseerde toekomstige energiescenario’s en dienen als houvast voor toekomstige ontwikkelingen en investeringen.

Het is een continu proces wat blijvend geanalyseerd dient te worden door TenneT samen met andere stakeholders, zoals omgevingspartijen en de regionale netbeheerders. Hoewel voorliggend rapport zo nauwkeurig mogelijk is opgesteld, rekening houdend met de verschillende informatiebronnen en op dit moment best beschikbare informatie, blijft het vormgeven van energie-infrastructuur een dynamisch proces. Dit wil zeggen dat Toekomstvastheid onderhevig is aan verandering en dit rapport een momentopname is in het gehele proces.

5.3 Samenvatting effectbeoordeling

Alle tracéalternatieven bieden voldoende transportcapaciteit en lossen daarmee de geïdentificeerde knelpunten, zoals omschreven in het IP24-33, op. Hierdoor maken alle tracéalternatieven toekomstige energiescenario's mogelijk waar nu mee gerekend wordt, inclusief het scenario waarbij de meeste transportcapaciteit nodig is. Dit wordt ondersteund door zowel de II3050 waarin gerekend is met energiescenario's met maximale elektrificatie, als Target Grid waarvan de nieuwe verbinding onderdeel is.

Een verschil is zichtbaar kijkend naar de 220 kV-verbinding die bij tracéalternatieven 1 en 2 nieuw wordt gebouwd. De bouw van nieuwe masten waarin de 220 kV-verbinding wordt bedreven, biedt meer transportcapaciteit en uitbreidingsmogelijkheden in de toekomst. Daarnaast vergroot het de technische levensduur van die verbinding, omdat direct wordt voldaan aan de nieuwste normen. Om bij tracéalternatieven 3, 4 en 5 in de toekomst de capaciteit te vergroten moet gekeken worden naar een vergroting van de transportcapaciteit van de 220 kV-verbinding. Hiervoor zijn planologische procedures nodig en is impact op de omgeving onvermijdelijk. Daarnaast is het zuidelijk deel van tracéalternatief 5 als neutraal beoordeeld vanwege de effecten van de 110 kV-verkabeling op robuustheid. Door dit verschil scoren tracéalternatieven 1 en 2 beide zeer positief (++), tracéalternatieven 3 en 4 beperkt positief (0/+) en tracéalternatief 5 neutraal.

Tabel 5.1 Samenvatting effectbeoordeling effect op robuustheid

Thema: Duurzaamheid	Alternatief 1	V1 = Variant Vierverlaten	V2 = Variant Surhuisterveen	V3 = Variant Leeuwarden	V4 = Variant Kuinre	V5 = Variant Marknesse	V6 = Variant Oudehaske	Alternatief 2	V1 = Variant Luttelgeest	Alternatief 3	Alternatief 4	V1 = Variant Heerenveen	V2 = Variant Tjeukemeer	Alternatief 5	V1 = Variant Lemmer	V2 = Variant Vollenhove
Robuustheid																
Noord	++	~	~	~				++		0/+	0/+	~		0/+		
Zuid	++				~	~	~	++	~	0/+	0/+		~	0	~	~
Totaal	++							++		0/+	0/+			0		

Legenda bij variantbeoordeling

~ Effect wijkt niet af van het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

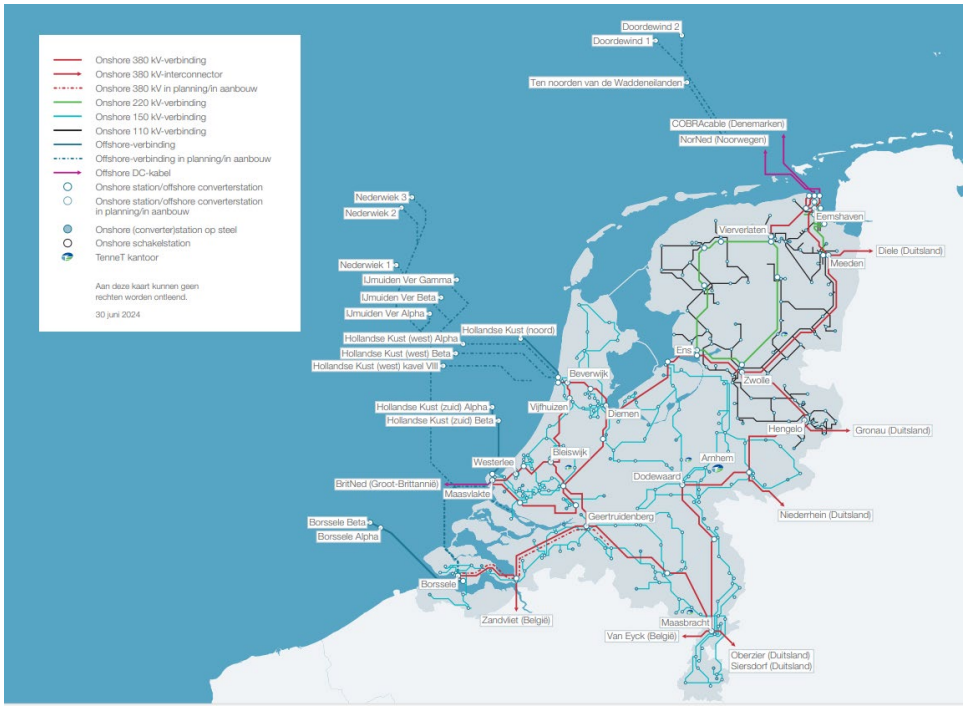
6. Bijlagen

6.1 Het hoogspanningsnet uitgelegd

TenneT is een Transmission System Operator (TSO) en verantwoordelijk voor het beheer, onderhoud en de uitbreiding van het hoogspanningsnet. Het hoogspanningsnet van TenneT bestaat uit vier spanningsniveaus: 110 kV, 150 kV, 220 kV en 380 kV. Deze spanningsniveaus zijn historisch ontstaan door de vroegere indeling van regionale netbeheerders. De 110 kV- en 220 kV-verbindingen bevinden zich voornamelijk in Overijssel, Flevoland, Drenthe, Friesland en Groningen, terwijl de 150 kV verbindingen meer in de andere provincies voorkomen (zie figuur 6.1). In dit rapport wordt daarom verwezen naar 110 kV in plaats van 150 kV. De 380 kV-verbinding is als nationale stroomsnelweg te vinden in bijna elke provincie.

De 220 kV- en 380 kV-verbindingen maken deel uit van het landelijke koppelnet, dat ontworpen is om grote hoeveelheden elektriciteit door het hele land te transporteren. Deze netten verdelen de energie van centrales, windparken en andere bronnen over Nederland. Ook internationale verbindingen, genaamd interconnectoren, maken deel uit van dit systeem. De 110 kV- en 150 kV verbindingen maken ook onderdeel uit van het landelijk hoogspanningsnet. Het hoogspanningsnet is verbonden met distributienetwerken via hoogspannings- of schakelstations. Deze knooppunten bestaan onder andere uit transformatoren die een hoge spanning omzetten in een lagere spanning. Deze spanning is geschikt voor huishoudens, bedrijven en instellingen en wordt gedistribueerd op het midden- en laagspanningsnet, dat wordt beheerd door de regionale netbeheerders.

Lees hier meer over [aansluit- en transportdiensten](#).



Figuur 6.1: Netkaart TenneT Onshore Nederland (TenneT, 2023) [Netkaarten (tennet.eu)](#)

6.2 Aanpak gesprekken experts

De onderwerpen die met interne experts zijn besproken zijn tot stand gekomen na analyse van de relevante wet- en regelgeving, beleid, richtlijnen en visies (zie bijlage 6.3). Experts zijn bevraagd op hoe zij vanuit hun expertise het beleid rondom toekomstvastheid vertalen naar dit project, in deze regio en met de regio specifieke vraagstukken en ontwikkelingen. Een afvaardiging van het projectteam was aanwezig om vanuit diverse invalshoeken deze verdiepende slag te kunnen maken. De volgende onderwerpen die een relatie met Toekomstvastheid hebben zijn met de experts besproken.

Netstrategie | Visie op 380 kV, 220 kV en 110 kV net
Netstrategen van TenneT analyseren knelpunten in het net, identificeren mogelijke aanpassingen en definiëren oplossingsrichtingen voor gesignaleerde knelpunten. Netstrategen dragen bij aan de jaarlijkse investeringsplannen van TenneT, investeringsbesluiten en lange-termijn visies.

Projectontwikkeling | Ontwikkeling van het 380 kV, 220 kV en 110 kV net
Projectontwikkelaars dragen binnen TenneT bij door voorgestelde oplossingsrichtingen uit te werken tot projecten. Verder dragen de projectontwikkelaars bij aan het initiëren van projecten en de bewaken zij de integrale interne afstemming.

Ruimtelijke ordening en milieu (ROM) | Inpassen van het 380 kV, 220 kV en 110 kV net
Binnen TenneT focussen ROM-strategen zich op de ruimtelijke ordening, inpassing en milieuwaarden rondom de assets van TenneT, zoals hoogspanningsverbindingen en stations. ROM-strategen zijn verantwoordelijk voor het ROM-beleid en zien toe op de toepassing hiervan in projecten.

System Operations | Bedrijven van het 380 kV, 220 kV en 110 kV net
System Operations (SO) zorgt voor twee belangrijke TenneT taken, namelijk handhaven van de 50Hz van het elektriciteitsnetwerk en daarnaast het matchen van vraag en aanbod van elektriciteit. Om het TenneT elektriciteitsnet goed te kunnen bedrijven heeft SO veel baat bij een hoogspanningsverbinding die zeer betrouwbaar maar ook flexibel te bedrijven is. Bovengrondse verbindingen zijn hier uitermate geschikt voor.

Onderhoud | In stand houden van het 380 kV, 220 kV en 110 kV net
Als een hoogspanningsverbinding is aangelegd en deze wordt gebruikt dan is belangrijk dat deze veilig kan worden onderhouden. Dat wil zeggen dat bij het ontwerpen en bouwen gekeken dient te worden naar de bouwkundige, technische en organisatorische (BTO)-keuzes. Ook een gestandaardiseerd ontwerp is toekomstvast. Immers de bouw is eenduidig en uitwisseling van componenten is eenvoudiger. Storingen kunnen sneller verholpen worden en onderhoud is eenvoudiger en veiliger uit te voeren.

6.3 Beleidsanalyse

6.3.1 Energiewet

TenneT heeft publieke taken die in de wet Energiewet (voorheen Elektriciteitswet 1998) zijn vastgelegd, waaronder:

- Het aansluiten van producenten en verbruikers op het elektriciteitsnet en het transport voor hen uitvoeren. En zorgen voor non-discriminatoire toegang tot het net, zodat de energiemarkt kan functioneren.
- Het beheren van het elektriciteitsnet met oog voor de veiligheid en het voorkomen van storingen en onderbrekingen (transportzekerheid).
- Op tijd en doelmatig (kostenefficiënt) investeren in uitbreidingen van het elektriciteitsnet.
- De taak om te zorgen voor de balans in het elektriciteitsnet (de balans tussen energievraag en -aanbod)

De nieuwe Energiewet vervangt en moderniseert de huidige Gaswet en Elektriciteitswet 1998. Bestaande regels worden verhelderd en versimpeld en onnodige verschillen tussen regels voor gas en elektriciteit verdwijnen. De nieuwe regels sluiten bovendien beter aan bij het energiesysteem van de toekomst, met meer duurzame lokale energieproductie, opslag en flexibiliteit.

6.3.2 Nationaal Klimaatakkoord

Het Klimaatakkoord is een onderdeel van het Nederlandse klimaatbeleid. Het Klimaatakkoord is een overeenkomst tussen veel organisaties en bedrijven in Nederland om de uitstoot van broeikasgassen tegen te gaan. In het Klimaatakkoord staat dat als gevolg van de toenemende elektrificatie, een forse groei van de elektriciteitsvraag is te verwachten. Er zijn vijf grotere industrieclusters in Nederland waar energie-intensieve bedrijvigheid is geclusterd, waaronder Noord-Nederland (Eemshaven-Delfzijl en Emmen). Deze zijn belangrijk voor de Nederlandse economie en zijn op dit moment belangrijke veroorzakers van broeikasgasemissies. De twaalf grote energie-intensieve bedrijven in deze clusters zijn samen verantwoordelijk voor 60% van de CO_2 -uitstoot in Nederland. De twaalf bedrijven hebben in het Klimaatakkoord een ambitie uitgesproken om hun uitstoot te reduceren met 14,3 Mton in 2030 (ten opzichte van het basispad van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)). Een belangrijke methode om de emissies terug te dringen is de elektrificatie van bedrijfsprocessen. Dit houdt in dat het gebruik van aardgas wordt vervangen door hernieuwbare elektriciteit, aardwarmte of groene waterstof, die wordt geproduceerd met duurzaam opgewekte elektriciteit.

Hernieuwbaar opgewekte elektriciteit zal ingevoed in en onttrokken moeten kunnen worden aan het net. Dat stelt netbeheerders voor de uitdaging om tegen zo laag mogelijke kosten nieuwe bronnen en additionele elektrificatie te faciliteren door o.a. toereikende netcapaciteiten te bieden. Het stelt overheden voor de taak om dit ruimtelijk goed in te passen. Infrastructuren voor het transporteren, converteren en opslaan van elektriciteit, aardgas, biogas, waterstof, CO_2 en warmte zullen ook op elkaar afgestemd moeten worden.

6.3.3 Nationaal Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat (nMIEK)

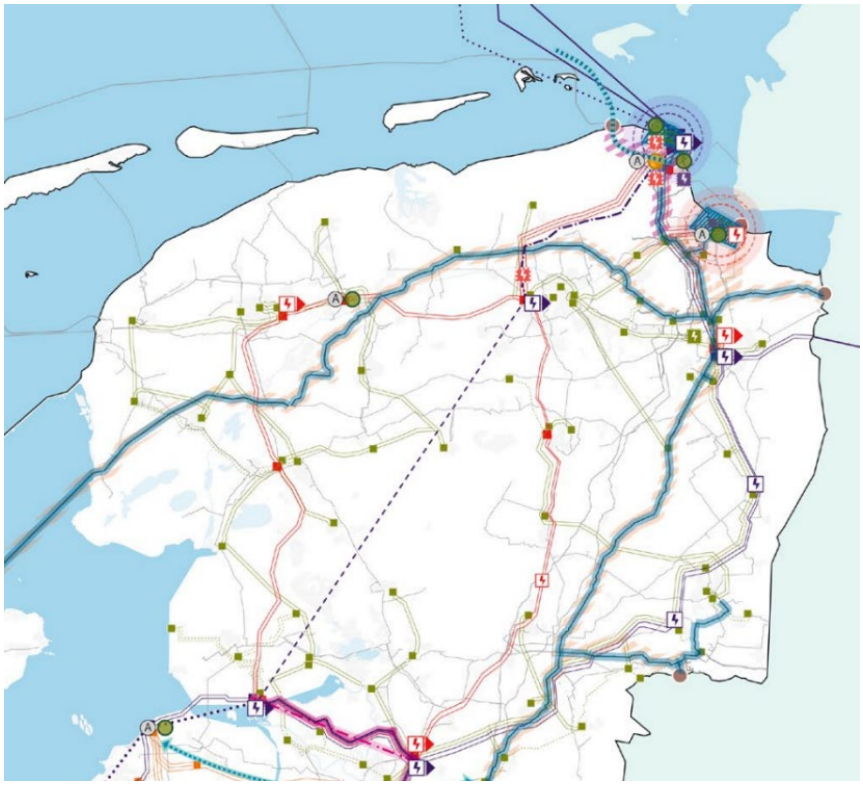
Het MIEK is een programma van nationale energie- en grondstoffen infrastructuurprojecten die bijdragen aan de klimaattransitie. Het doel is om met meer regie over de hele keten, de infrastructuur van opwek tot afname, en door het wegnemen van knelpunten in de besluitvorming van projecten de aanleg van energie- en grondstoffeninfrastructuur te versnellen en systeemintegratie te bereiken. De basis voor de selectie van de MIEK-projecten in 2024 ligt bij de door de industrieclusters opgestelde Cluster Energie Strategieën (CES'en), waarin zij beschrijven wat de modaliteitsbehoefte over de tijd is met bijbehorende randvoorwaarden. Daarnaast kunnen projecten ook aangedragen worden vanuit de pMIEK. Bij het opstellen zijn decentrale overheden, netbeheerders, industrie en energieproducenten betrokken. Het MIEK bevat projecten van nationaal schaalniveau. Dit zijn projecten die cluster-overstijgend zijn, een internationaal karakter hebben en/of onderdeel uitmaken van het landelijke hoofdtransportnet.

Het MIEK is de afgelopen jaren gevuld met projecten waarmee we een groot deel van de opgave op nationaal niveau geagendeerd hebben. Maar er zijn meer projecten nodig om Nederland te verduurzamen. Het afgelopen jaar zijn daarom drie nieuwe projecten geïdentificeerd op nationaal niveau en toegelaten tot het MIEK. Daarmee zijn er nu in totaal vijftien MIEK-projecten. Daarbij bestaan sommige MIEK-projecten uit meerdere projectprocedure-projecten voor wat betreft de ruimtelijke inpassing. Een van deze nieuwe MIEK-projecten is het project Vierverlaten – Ens 380 kV die is toegevoegd in 2023 als onderdeel van regio Noord-Nederland.

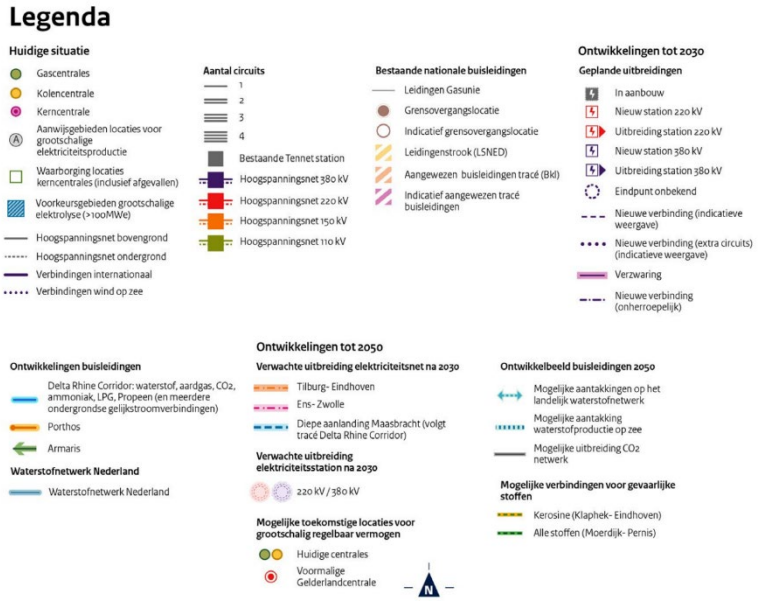
6.3.4 Programma Energie Hoofdstructuur (PEH)

In Nederland wordt hard gewerkt aan een gezamenlijke missie, een klimaatneutraal energiesysteem in 2050. Dit vraagt meer ruimte dan een fossiel energiesysteem en het is een uitdaging om die ruimte te vinden in ons kleine land. Door middel van het Programma Energiehoofdstructuur (PEH) wordt hier invulling aan gegeven. Op vrijdag 1 maart 2024 is het PEH vastgesteld door de minister voor Klimaat en Energie en de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties in de ministerraad.

Het PEH geeft inzicht in de toekomstige nationale energie-infrastructuur die nodig zal zijn, zoals hoogspanningskabels, buisleidingen, elektrolysers, regelbare centrales en locaties voor energieopslag. Hierdoor kunnen tijdig afspraken gemaakt worden over ruimte met gemeenten, provincies, havenbedrijven en netbeheerders. Soms betreft dit de behoefte aan nieuwe locaties, zoals ruimte voor extra hoogspanningskabels of elektrolysers. Maar ook kan het gaan om het behouden van bestaande locaties die momenteel worden gebruikt voor fossiele energie, maar geschikt zijn voor duurzame energie. Denk bijvoorbeeld aan kolencentrales die kunnen worden omgebouwd tot duurzame energiecentrales, of bestaande aardgasleidingen die in de toekomst voor het transport van waterstof gebruikt kunnen worden. Het PEH bevat beleid voor een zorgvuldige aanpak met respect voor de natuur, cultureel erfgoed en leefbaarheid. Zo draagt het PEH bij aan de ambitie van een klimaatneutraal energiesysteem in 2050.



Figuur 6.2: Overzichtskaart van alle ontwikkelingen die in het PEH zijn beschreven ingezoomd op Noord-Nederland.



Hoogspanningsinfrastructuur

Tot 2030 wordt het elektriciteitsnet aanzienlijk uitgebreid om de toegenomen vraag en hernieuwbare energieproductie op te vangen. Deze toegenomen vraag en hernieuwbare energieproductie heeft op veel plekken tot netcongestie geleid. Het Landelijk Actieprogramma Netcongestie (LAN), gestart eind 2022, stelt maatregelen voor om deze congestie te verlichten, zoals 'redispatch', waarbij energie anders wordt verdeeld zonder fysieke uitbreiding. Toch zijn ook fysieke uitbreidingen nodig. Grote projecten voor het 220 en 380 kV-net worden gepland en vereisen gedetailleerde inpassing in de omgeving. Het Rijk coördineert deze

processen, rekening houdend met natuur en leefomgeving via milieueffectrapportages. Gemeenten hebben een rol in de inpassing van het 110/150 kV-net, en analyses naar ontwikkelingen zoals batterijen en laadpalen kunnen verdere uitbreiding vereisen. De geplande uitbreidingen tot 2030 zijn vertaald uit het IP24-33 van TenneT en gevisualiseerd in figuur 6.2. De nieuwe hoogspanningsverbinding VVL-ENS 380 kV is in het PEH-onderdeel van ''Uitbreidingen van het elektriciteitsnet tot circa 2030'' Deze nieuwe verbinding is indicatief weergegeven. Daarnaast spelen er nog een aantal projecten in Noord-Nederland zoals de uitbreiding van Louwsmeer 220 kV en Vierverlaten 380 kV.

Met de uitbreidingen van de hoogspanningsverbindingen die reeds in gang zijn gezet, wordt het hoogspanningsnet op het niveau van 220/380 kV aanzienlijk robuuster. Maar kijkend naar een volledig klimaatneutraalenergiesysteem in 2050, zijn er aanvullende uitbreidingen noodzakelijk. Daarvoor wijst het PEH ontwikkelrichtingen aan. Een aantal van deze relevante aanvullende uitbreidingen richten zich op de verbinding tussen Ens-Zwolle en het 380 kV station bij Eemshaven.

Elektriciteitscentrales

In het Besluit kwaliteit leefomgeving zijn locaties aangewezen waar elektriciteitsproductie-eenheden met een vermogen van tenminste 500 MW gevestigd zijn en kunnen worden en zijn locaties aangewezen waar ruimte beschikbaar dient te blijven voor de mogelijke vestiging van kerncentrales (zogenaamde waarborglocaties). In het programma is bekeken in hoeverre deze aangewezen locaties nog geschikt zijn en behouden moeten blijven.

Er zijn enkele bestaande grootschalige elektriciteitscentrales en aangewezen gebieden voor verdere opwekking van elektriciteit in Nederland:

- Bestaande grootschalige centrales
  - Burgum: Deze locatie heeft een gascentrale met een productiecapaciteit van minimaal 500 MW.
  - Eemshaven: Hier bevinden zich drie gascentrales met een productiecapaciteit van minimaal 500 MW en één kolencentrale.

- Aangewezen gebieden voor grootschalige elektriciteitsproductie
  - Burgum: Toegewezen voor een productiecapaciteit van 500 MW.
  - Eemshaven: Eveneens toegewezen voor 500 MW.
  - Delfzijl: Ook aangewezen voor 500 MW.

- Waarborgingsbeleid voor kernenergie

In het Programma Energie-infrastructuur en Hernieuwbare Energie (PEH) is de Eemshaven niet langer opgenomen als waarborgingslocatie voor kernenergie.

Wel wordt onderzoek gedaan naar nieuwe kerncentrales. Op 15 mei 2025 maakte het ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) bekend welke 7 locaties in 4 gebieden worden onderzocht. In deze fase moeten alle zeven locaties worden onderzocht om tot een juridisch houdbaar besluit te komen. De Eemshaven is hierin wel opgenomen. Voor meer informatie zie: Volgende stap bouw nieuwe kerncentrales: onderzoeksplan locaties bekend en studies in Borssele afgerond | Kernenergie in Nederland

Grootschalige (systeem)batterijen

Vraag en aanbod van elektriciteit moeten continu in balans zijn. De landelijke netbeheerder is verantwoordelijk om dat evenwicht te bewaren. Het toekomstige energiesysteem zal meer weersafhankelijk zijn, vanwege de grote rol van zon en wind. Batterijen kunnen bijdragen om balanceringsdiensten te verzorgen door tijdelijk elektriciteit op te slaan en deze later weer te leveren.

Grootschalige elektrolyse

In een klimaatneutrale energievoorziening speelt waterstof naar verwachting een belangrijke rol. Waterstof is nodig voor de verduurzaming van een aanzienlijk deel van de vraag naar energie, bijvoorbeeld voor bepaalde industriële verbruikers. Naast dat waterstof geïmporteerd kan worden, is de inzet er ook op gericht om in Nederland hernieuwbare waterstofproductie te vergroten via elektrolyse. Elektrolysers zetten elektriciteit om in waterstof en die waterstof kan vervolgens via het waterstoftransportnet getransporteerd worden naar gebruikers. Relevante voorkeursgebieden voor grootschalige elektrolyseprojecten zijn Delfzijl en Eemshaven.

Ondergrondse waterstofopslag

Een energiesysteem waarin waterstof een grote rol speelt is niet mogelijk zonder grootschalige opslag van waterstof. Waterstof is nodig voor de leveringszekerheid en is ook noodzakelijk voor de verduurzaming van verschillende sectoren. Het kabinet richt zich in de eerste plaats op het vergroten van de capaciteit van waterstofopslag op land in zoutcavernes. Ondertussen dient de technische haalbaarheid van alternatieven in lege gasvelden en bergingen op land en in zoutcavernes en lege gasvelden op zee vergroot te worden.

Buisleidingen

Buisleidingen worden gebruikt voor transport van gevaarlijke stoffen, in grote hoeveelheden onder hoge druk en op een vast traject (circa de helft van de hoeveelheid gevaarlijke stoffen in Nederland wordt via buisleidingen vervoerd). Buisleidingen zijn belangrijke aders voor de industrieclusters in Europa en als achterlandverbinding vanuit de havens. Het gaat daarbij onder meer om ondergrondse buisleidingen voor het transport van aardgas, olieproducten en chemicaliën, die provinciegrens- en vaak ook landgrensoverschrijdend kunnen zijn. Buisleidingen zullen ook in het duurzame energiesysteem van de toekomst een belangrijke rol in het energie- en grondstoffentransport houden.

Het PEH richt zich op buisleidingen van nationaal belang en de daarvoor bedoelde reserveringsgebieden. Bij buisleidingen van nationaal belang gaat het in principe om buisleidingen die deel uitmaken van een provinciegrensoverschrijdend netwerk van buisleidingen dat is bestemd of wordt gebruikt voor vervoer over lange afstand van gevaarlijke stoffen, waaronder brandstoffen. Het PEH geeft aan in hoeverre de reserveringsgebieden voldoende zijn voor de eventueel benodigde uitbreiding van deze buisleidingen.

Een substantieel deel van het landelijke aardgasnet zal worden ingezet voor het transport van waterstof. Het hergebruik van bestaande buisleidingen kan ook voor andere nieuwe stromen een mogelijkheid zijn. Waterstof past qua volume in het huidige net. De aanleg van het landelijk waterstofnetwerk richting 2030 is hier een invulling van. Dit netwerk is indicatief weergegeven en ligt in het gebied tussen Vierverlaten en Ens.

6.3.5 Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050 (II3050)

De Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050 (II3050) is een rapport van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, opgesteld in samenwerking met netbeheerders zoals TenneT, Stedin, Enexis, Liander en Gasunie. Dit rapport is bedoeld om de langetermijnvisie op de Nederlandse energie-infrastructuur te bieden en vormt een leidraad voor de benodigde infrastructuuruitbreidingen en aanpassingen om de klimaatdoelen te behalen. Hiermee kan II3050-editie 2 ook als leidraad dienen voor verschillende stakeholders zoals marktpartijen, en leiden tot meer inzicht bij beleidsvorming van overheden. De II3050 onderzoekt hoe de energietransitie naar een CO2-neutrale energievoorziening in 2050 de Nederlandse infrastructuur beïnvloedt en geeft concrete aanbevelingen om voorbereid te zijn op toekomstige energiebehoeften en schommelingen in het systeem. Daarmee draagt het bij aan een betrouwbaar, effectief en robuust energiesysteem.

Het rapport schetst vier klimaatneutrale energiesystemen en de ontwikkelpaden van flexibiliteitsmiddelen en energie-infrastructuur. Het rapport baseert deze vier systemen op verschillende toekomstbeelden, waaronder factoren als economische groei, technologische vooruitgang, en de toenemende vraag naar elektriciteit en duurzame energie. Drie verschillende investeringsplan scenario's liggen ten grondslag aan deze vier geschetste energiesystemen. Deze scenario's heten Klimaatambitie (KA), Nationale drijfveren (ND) en Internationale ambitie (IA) waarbij met het scenario ND rekening wordt gehouden met de hoogste mate van elektrificatie.

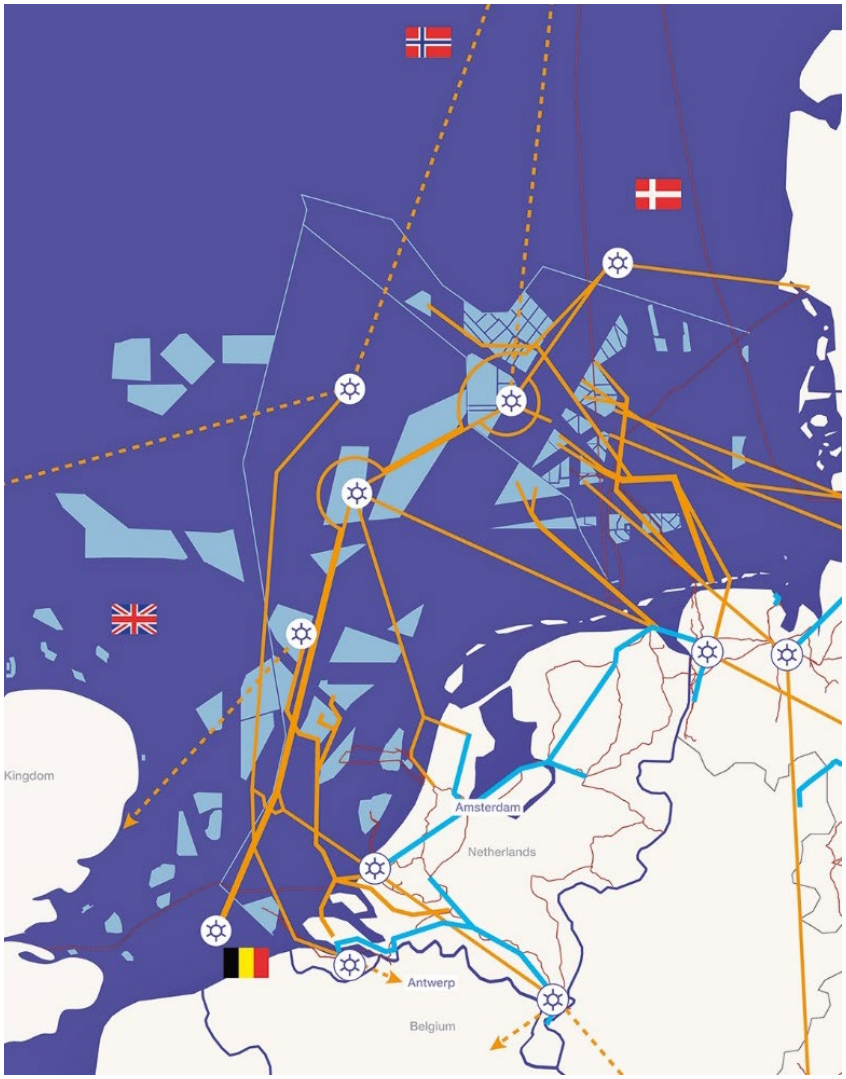
Door consultaties met experts en belanghebbenden uit de energiesector worden mogelijke knelpunten en benodigde flexibiliteitsopties in kaart gebracht. Hierbij wordt gekeken naar technieken zoals waterstofopslag, vraagrespons, batterijen, en interconnecties met andere landen. De samenwerking tussen de overheid en netbeheerders in de totstandkoming van deze scenario's helpt hen om bottlenecks tijdig te identificeren en effectief te plannen voor de benodigde infrastructuuruitbreiding, zodat de Nederlandse energievoorziening robuust en duurzaam kan blijven.

6.3.6 Target Grid

Target Grid is een toekomstgerichte visie van TenneT op het elektriciteitsnetwerk van de toekomst, waarin rekening wordt gehouden met de integratie van hernieuwbare energie, elektrificatie en netverzwaring. Het beschrijft op basis van het maximale elektrificatiescenario (Nationale Drijfveren uit II3050), wat TenneT in 2045 aan stations en verbindingen moet hebben gerealiseerd om aan die maximale vraag en aanbod te voorzien, en wat we daarvoor nu al in gang moeten zetten.

Het hele karakter van het energiesysteem verandert door de overgang naar hernieuwbare energie. Nu nog volgt het aanbod van elektriciteit de vraag. Binnenkort wordt het aanbod van hernieuwbare elektriciteit de leidende factor en reageert de vraag (inclusief voor conversie naar waterstof). Met de hoogste mate van elektrificatie wordt ingezet op een tijdige oplevering van ons toekomstbestendige en flexibele klimaatneutrale energiesysteem. Met Target Grid stemt TenneT bovendien de onderlinge verbindingspunten (interconnectiepunten) tussen het elektriciteitsnet en het gasnet op elkaar af, waardoor het net is voorbereid op (toekomstige) gasinfrastructuur – een belangrijke voorwaarde voor systeemintegratie.

In Nederland ontstaan twee belangrijke corridors in het energiesysteem. Een corridor loopt van het westen naar het zuidoosten. Deze kan in tijden van overvloed aan offshorewind via de aansluiting van Zeeland en Maasvlakte voorzien in de vraag in het gebied van Chemelot en de export naar België en Duitsland vergemakkelijken. De bestaande projecten Zuidwest 380 kV (Borssele -Tilburg) en versterkingsprojecten van Maasvlakte tot Maasbracht/Graetheide passen in deze toekomstige infrastructuur. Zonne-energie zuid naar noord (Offshore)wind beïnvloedt westzuidstromen NEP 2023. De andere energiecorridor loopt van de Eemshaven naar de Maasvlakte. Deze corridor is vooral relevant in tijden van weinig of geen wind en vergemakkelijkt dan de invoer van elektriciteit via interconnectoren. Vervolgens wordt die elektriciteit vanuit de Eemshaven naar het industriegebied op de Maasvlakte getransporteerd. Upgrades van bestaande circuits en de verbinding Noordwest 380 kV ondersteunen deze corridor (te zien in onderstaand figuur 6.4 als de blauwe wisselstroomverbinding). Onder Noordwest 380 kV vallen de volgende: Eemshaven Oudeschip – Vierverlaten 380 kV, Vierverlaten – Ens 380 kV en Diemen - Lelystad – Ens 380 kV.



Figuur 6.4: De Target Grid kaart ingezoomd op Nederland

6.3.7 Investeringsplan Net op Land 2024-2033

TenneT wil de leveringszekerheid van elektriciteit waarborgen en meewerken aan de ontwikkeling van een geïntegreerde en duurzame elektriciteitsmarkt in Noordwest-Europa. Dit is ook het leidende principe in het dagelijks werk van TenneT. Daarnaast zorgen TenneT ervoor om elektriciteitsproducenten en verbruikers toegang tot het net te verlenen en te voorzien in de behoefte aan transportcapaciteit. Om aan deze opdrachten te kunnen voldoen, investeert TenneT in de hoogspanningsinfrastructuur. In dit IP24-33 beschrijft en onderbouwt TenneT de voorziene investeringen voor de zichtperiode van 2024 tot en met 2033.

Het project 380 kV-hoogspanningsverbinding Vierverlaten – Ens is opgenomen in het IP24-33 onder projectnummer A-1002806 met de beschrijving: ‘realiseren verbinding’.

6.4 Verklarende woordenlijst en afkortingen

Verklarende woordenlijst

Beoordelingscriteria
De criteria aan de hand waarvan de (milieu)effecten worden beschreven en beoordeeld.

Bundelen
Het traceren, inpassen en/of bouwen van een nieuwe verbinding naast een bestaande hoogspanningsverbinding of naast andere bovenregionale infrastructuur.

Circuit
Het hoogspanningsnet werkt met wisselstroom in drie fasen. Drie geleiders of geleidersbundels tezamen vormen een circuit: voor elke fase is er één geleiderbundel. Hoogspanningsverbindingen worden redundant uitgevoerd, dat betekent dat een storing of defect van een lijn niet tot stroomuitval zal leiden. Eén hoogspanningsverbinding bestaat daarom uit minimaal twee circuits van elk drie geleiders of geleiderbundels.

Combineren
Het op één mast aanbrengen van verschillende hoogspanningsverbindingen. Het combineren van een nieuwe verbinding met een bestaande verbinding betekent dat een nieuwe gecombineerde verbinding wordt gebouwd, waarna de bestaande verbinding kan worden verwijderd.

Fase
Het spanningvoerende deel van een elektrische installatie. In hoogspanningsinstallaties die gebaseerd zijn op wisselspanning zijn er altijd drie fasen. Op iedere fase staat een sinusvormige wisselspanning, waarbij de sinussen per fase in de tijd zijn verschoven (faseverschil).

Geleider
De draden tussen de hoogspanningsmasten. Deze zijn gemaakt van hoofdzakelijk aluminium en geleiden de elektrische stroom tussen de hoogspanningsstations.

Hoogspanningsstation
Plaats waar hoogspanningsverbindingen onderling zijn verbonden (en waar ook de koppeling mogelijk is met elektriciteitscentrales). Ook wel aangeduid als koppelstation of transformatorstation. Bij koppelingen tussen verbindingen met verschillende voltages zijn transformatoren noodzakelijk.

Hoogspanningsverbinding
Verbinding tussen twee punten waardoor elektriciteit getransporteerd kan worden. Bij hoogspanning gaat het om een spanning van 110 kV, 150 kV, 220 kV of 380 kV. De hoogspanningsverbindingen zijn bedoeld om grote hoeveelheden elektriciteit te transporteren van de productielocaties naar de gebieden waar het verbruik plaatsvindt.

Integrale Effectenanalyse (IEA)
De Integrale Effectenanalyse (IEA) is een rapport waarin de impact van de tracéalternatieven voor de nieuwe verbinding tussen Vierverlaten en Ens wordt beschreven en waarmee de tracéalternatieven integraal met elkaar worden vergeleken

Kabel (hoogspanning)
Een geleider met een kunststof isolatielaag, geschikt om stroom te transporteren bij een hoge spanning. Een kabel kan ondergronds toegepast worden. Dan wordt gesproken over ‘verkabelen’.

Kilovolt (kV)
De eenheid waarin de spanning wordt uitgedrukt. 1 Kilovolt is 1.000 Volt.

Landelijke ring
Het hoogspanningsnet van TenneT is opgebouwd rondom een centrale ringstructuur. In deze ringstructuur zijn de hoogspanningsstations Diemen-Breukelen-Krimpen-Geertruidenberg-Eindhoven-Maasbracht-Dodewaard-Doetinchem-Hengelo-Zwolle-Ens-Lelystad-Diemen opgenomen en onderling verbonden.

Leveringszekerheid
De mate waarin alle partijen die zijn aangesloten op het hoogspanningsnet op elk moment de gewenste hoeveelheid elektrische energie kunnen afnemen of invoeden. Hiervoor is het nodig dat het hoogspanningsnet beschikt over voldoende transportcapaciteit, dat er voldoende redundantie is om geplande (onderhouds)werkzaamheden en ongeplande niet-beschikbaarheid (bijvoorbeeld door storingen) van delen van het net op te vangen en dat vraag en aanbod van elektrische energie in balans zijn. Redundantie betekent dat een storing of defect van een lijn niet tot stroomuitval zal leiden.

Lijn (hoogspanning)
Een geleider zonder isolatielaag, geschikt om hoog in een mast op te hangen (geïsoleerd van de aarde). Op die manier kan de lijn stroom transporteren bij een hoge spanning. Een lijn kan alleen bovengronds toegepast worden.

Milieueffectrapportage (mer)
Procedure voor de totstandkoming van en de besluitvorming over de milieueffectrapportage, zodat milieu een volwaardige rol krijgt bij de besluitvorming van ruimtelijke projecten. Ook wel mer-procedure.

Milieueffectrapport (MER)
Het rapport waarin de resultaten van de milieubeoordeling van de tracéalternatieven vastgelegd worden.

Milieuthema's
Onderdelen van het milieu waarop de effecten van de nieuw aan te leggen verbinding worden onderzocht en de alternatieven met elkaar worden vergeleken. De milieuthema's die in MER onderzocht worden zijn opgenomen in het beoordelingskader.

Moldaumast
Nieuw ontwikkeld type vakwerkmast, waarbij het mastontwerp is geoptimaliseerd voor een zo smal mogelijke magneetveldzone. Een Moldaumast is geschikt voor 2 circuits van maximaal 380 kV

Netbeheerder
De instantie die (op basis van wettelijke regels) verantwoordelijk is voor het beheer van het hoogspanningsnet. In Nederland is TenneT de netbeheerder.

Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD)
Eerste stap in de mer-procedure waarbij de reikwijdte en het detailniveau van het MER wordt aangegeven.

Omgevingswet
De Omgevingswet bundelt de wetgeving en regels voor ruimte, wonen, infrastructuur, milieu, natuur en water. En regelt daarmee het beheer en de ontwikkeling van de leefomgeving. Met de Omgevingswet wordt gestreefd naar integrale besluitvorming.

Opwaarderen
Het vergroten van de transportcapaciteit van een hoogspanningsverbinding door het vervangen van de geleiders. Afhankelijk van het gekozen type geleider zullen ook versterkingen van de mast en/of fundering worden uitgevoerd.

Plan-MER
Milieueffectrapport over de effecten op de fysieke leefomgeving van het plan (de verschillende alternatieven).

Planuitwerkingsfase
De planuitwerkingsfase volgt na het vaststellen van het voorkeursalternatief door de minister, de voorkeursbeslissing. In deze fase wordt het voorkeursalternatief (VKA) in detail uitgewerkt tot een ontwerp en een ruimtelijk-planologisch besluit ('het projectbesluit').

Projectbesluit
Besluit dat in de planuitwerkingsfase van het project opgesteld wordt op basis van de Omgevingswet. In het projectbesluit legt het bevoegd gezag vast op welke manier dit het project zal uitwerken. Er staat in elk geval in hoe het project eruit zal zien, welke maatregelen getroffen worden om het project te realiseren en welke maatregelen getroffen worden om nadelige gevolgen voor de omgeving te beperken.

Spanning
Potentiaalverschil tussen twee punten. De hoogte van de spanning wordt uitgedrukt in Volt (V). Het hoogspanningsnet in Nederland kent spanningsniveaus van 110, 150, 220 en 380 kV. 380 kV staat gelijk aan 380.000 Volt ofwel 380 kiloVolt.

Stroom
Elektrische stroom is beweging van elektronen (negatieve elektrische ladingen) in een geleider, bijvoorbeeld een metaaldraad die onder elektrische spanning staat. De intensiteit van de stroom of stroomsterkte wordt uitgedrukt in Ampère (A).

Tracé
De lijn door het landschap waar de nieuwe hoogspanningsverbinding wordt gesitueerd.

Tracéalternatieven
Mogelijke alternatieven die realistisch worden geacht op basis van de kansen en belemmeringen, de traceringsprincipes en een globale beoordeling van de IEA-thema's. Een alternatief is een mogelijke manier waarop de nieuwe hoogspanningsverbinding kan worden gerealiseerd. Een alternatief bestaat uit een tracé en een beschrijving van de vormgeving (welk type mast wordt gebruikt en is er sprake van combineren of bundelen).

Transportcapaciteit
De maximale hoeveelheid elektrisch vermogen die kan worden getransporteerd door een component of systeem. In dit rapport meestal gebruikt in de context van een hoogspanningsverbinding. Transportcapaciteit wordt uitgedrukt in MegaVoltAmpere (MVA). Daarnaast wordt de term capaciteit of transportcapaciteit ook gebruikt om de maximale stroomsterkte van de geleiders (in kiloampère of kA) aan te geven.

Variant
Lokaal andere mogelijkheden binnen een alternatief.

Verbinding
In het MER wordt onder een verbinding verstaan het geheel van masten en geleiders waarover onder hoge spanning elektriciteit kan worden getransporteerd tussen Vierverlaten en Ens.

Verkabelen
Zie kabel (hoogspanning).

Vermogen
Maat voor de hoeveelheid energie per tijdseenheid. De hoeveelheid vermogen die door een hoogspanningsverbinding getransporteerd kan worden is het product van spanning en stroomsterkte en wordt uitgedrukt in MVA (megavolt-ampère; ofwel 1 miljoen voltampère).

Voorkeursalternatief (VKA)
Het alternatief dat na zorgvuldige afweging van effecten op milieu, omgeving, techniek, kosten en toekomstvastheid de voorkeur heeft van het bevoegd gezag.

Voorkeursbeslissing
Het voorkeursalternatief wordt vastgesteld door het nemen van een voorkeursbeslissing door de ministers van Klimaat en Groene Groei en van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening. De voorkeursbeslissing wordt ter inzage gelegd (samen met de IEA).

Voornemen (of voorgenomen activiteit)
De ontwikkeling of activiteit die de initiatiefnemer van plan is om uit te voeren.

Wisselstroom
Wisselstroom (ook wel aangeduid als AC) is een elektrische stroom met periodiek wisselende stroomrichting. In zijn algemeenheid verstaat men onder wisselstroom de vorm van elektriciteit (elektrische energie) zoals die via het elektriciteitsnet geleverd wordt aan huishoudens en industrie. Het spanningsverschil, uitgedrukt in volt, wisselt volgens een sinusoïdale kromme met een frequentie van meestal 50 keer per seconde, oftewel 50 Hz.

Afkortingen

IEA
Integrale effectenanalyse

kA
Kiloampère

kV
Kilovolt

MER
Milieueffectrapport

mer
Milieueffectrapportage

NRD
Notitie Reikwijdte en Detailniveau

VKA
Voorkeursalternatief

7. Bronnen

Energiewet*: voormalig Elektriciteitswet 1998*. Geraadpleegd via: wetten.nl - Regeling - Elektriciteitswet 1998 - BWBR0009755

Integrale Infrastructuurverkennings 2030-2050 (II3050). Geraadpleegd via: https://open.overheid.nl/documenten/f3bc4bcf-9a5c-44db-9018-c93f243e4e4a/file

Klimaatakkoord (2019). Geraadpleegd via: https://open.overheid.nl/repository/ronl-7f383713-bf88-451d-a652-fbd0b1254c06/1/pdf/klimaatakkoord.pdf

Basisdocument over energie-infrastructuur (2019). Geraadpleegd via: Basisdocument_over_energie-infrastructuur_%28oktober_2019%29_161.pdf

Programma Energiehoofdstructuur - Ruimte voor een klimaatneutraal energiesysteem van nationaal belang. Geraadpleegd via: open.overheid.nl/documenten/f7d12cc1-4f28-4596-b498-ee56077b3622/file

Target Grid 2.0 (2024). Geraadpleegd via: https://tennet-drupal.s3.eu-central-1.amazonaws.com/default/2024-12/Target%20Grid%20report%20NL.pdf

TenneT (2024) Investeringsplan Net op land 2024-2033, 2024 Geraadpleegd via: Investeringsplan Net op land 2024-2033