AUTEUR	Projectteam Vierverlaten - Ens	**DATUM**	30 januari 2026
		STATUS	Definitief
		REFERENTIE	002.806.00
		PAGINA	1 van 58

380 kV-hoogspanningsverbinding Vierverlaten - Ens

Raakvlakkenonderzoek opwaardering 220 kV

Samenvatting

Aanleiding raakvlak
In het Investeringsplan Net op Land 2024-2033 (IP 24-33) van TenneT is voorzien dat de noordelijke 220 kV-verbindingen opgewaardeerd dienen te worden. Tracéalternatief 1, 2 en 3 van het project Vierverlaten – Ens lopen (deels) parallel aan de bestaande 220 kV-verbinding tussen Vierverlaten en Ens. Dit betekent dat de 220 kV opwaardering een raakvlakproject is voor de 380 kV-hoogspanningsverbinding. De keuze voor een enkele of dubbele rij Moldau-masten voor de 380 kV-verbinding bepaalt ook of de opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding in de bestaande Donau-masten tussen Vierverlaten en Ens noodzakelijk is of dat deze vervangen wordt door een nieuwe rij Moldau-masten (in bedrijf op 220 kV). De wijze waarop de opwaardering van de 220 kV-ring zal plaatsvinden is nog niet bekend. Momenteel wordt een haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd waarin wordt gekeken hoe de transportcapaciteit van de verbindingen vergroot kan worden. Ten tijde van het uitvoeren van dit onderzoek zijn hier nog geen resultaten van bekend. In dit onderzoek zijn daarom uitgangspunten geformuleerd op basis van de best beschikbare informatie. Aan de hand van deze uitgangspunten zijn de effecten van de opwaardering in beeld gebracht op basis van de beoordelingscriteria van de vijf IEA-thema's: milieu, techniek, kosten, omgeving en toekomstvastheid. Op basis van een getrapte beoordeling is beoordeeld of de effectbeoordeling van de tracéalternatieven 3, 4 en 5, inclusief opwaardering van de 220 kV-verbinding, wijzigt. Vervolgens is een vergelijking gemaakt met tracéalternatieven 1 en 2. Deze informatie is daarmee onderdeel van de beslisinformatie dat bij de ministers wordt aangeleverd ten behoeve van de (ontwerp-)voorkeursbeslissing.

Resultaten
Wanneer tracéalternatief 3, 4 of 5 wordt gekozen als voorkeursalternatief dient de opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding als apart project uitgevoerd te worden. Bij de keuze voor tracéalternatief 3 kunnen werkzaamheden, zoals de aanleg van werkwegen, met de opwaardering worden gecombineerd. Over het algemeen wordt geconstateerd dat, als bij tracéalternatief 3, 4 en 5 rekening wordt gehouden met de aanvullende effecten van de opwaardering, voor de meeste thema's de effecten dichter bij de effecten van tracéalternatieven 1 en 2 komen liggen. Tracéalternatieven 1 en 2 scoren op de thema's milieu, techniek en kosten over het algemeen nog steeds negatiever dan tracéalternatief 3, 4 en 5 (inclusief opwaardering). Tracéalternatieven 1 en 2 scoren op het thema toekomstvastheid nog steeds positiever dan tracéalternatief 3, 4 en 5 (inclusief opwaardering). De belangrijkste aandachtspunten worden onderstaand toegelicht.

Milieu
Doordat de bestaande 220 kV-verbinding bij tracéalternatief 3, 4 en 5 blijft staan blijkt uit de effectbeoordeling dat de milieueffecten vooral tijdelijk van aard zijn. De meeste milieueffecten worden veroorzaakt door de voorbereidende en uitvoerende werkzaamheden. Door de opwaardering mee te nemen in de effectbeoordeling van tracéalternatief 3, 4 en 5 zijn er een aantal beoordelingscriteria binnen het thema milieu die negatiever beoordeeld worden. Ook zijn er een aantal beoordelingscriteria waarbij er door de opwaardering geen onderscheid meer is in de beoordeling van de vijf tracéalternatieven.

Techniek
Aangezien de locatie van de 220 kV-verbinding hetzelfde blijft heeft de opwaardering geen impact op de leveringszekerheid en beheer- en onderhoudbaarheid van de verbinding. Binnen het thema techniek heeft de opwaardering vooral effecten op de technische maakbaarheid. Een belangrijk aandachtspunt bij de opwaardering zijn de benodigde VNB's (voorziene niet beschikbaarheid). Om veilig te kunnen werken zijn er veiligheidsmaatregelen nodig. Een VNB is een periode dat één circuit uit bedrijf is en er gewerkt kan worden. Doorgaans blijft het andere circuit in bedrijf bij opwaarderingswerkzaamheden. Het verkrijgen van een VNB is zeer lastig. Het stroomnet is zwaar belast en VNB's kunnen niet altijd gegeven worden omdat er minder stroom over het ene circuit getransporteerd kan worden tijdens de VNB. De benodigde VNB's die nodig zijn voor het opwaarderen zorgen voor grotere risico's.

Toekomstvastheid
De opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding biedt samen met tracéalternatieven 3, 4 of 5 voldoende capaciteit om de huidige knelpunten op te lossen. Toekomstige uitbreidingsmogelijkheden, zoals een aanpassing van de 220 kV-verbinding naar 380 kV, zijn alleen beperkter ten opzichte van tracéalternatief 1 en 2.

Kosten
Tracéalternatief 3, 4 en 5 worden duurder qua stichtingskosten en levensduurkosten als daar de opwaardering aan toegevoegd wordt. De kosten van tracéalternatief 1 en 2 zijn nog steeds het hoogst, maar de verschillen in indexen zijn door de opwaardering minder groot geworden.

Inhoudsopgave

Samenvatting **2**

1. Inleiding **6**
1.1 Aanleiding 6
1.1.1 Een nieuwe hoogspanningsverbinding Vierverlaten - Ens 6
1.1.2 Integrale effectenanalyse 6
1.2 Doel voorliggend rapport 7
1.3 Leeswijzer 8

2. Introductie tracéalternatieven en varianten **9**
2.1 Raakvlak 11

3. Uitgangspunten 220 kV opwaardering **12**
3.1 Planning 12
3.2 Geleiderwerkzaamheden 12
3.3 Magneetveldzone 13
3.4 Uitgangspunten werkzaamheden 13
3.4.1 Fase 1: Voorbereiding van de uitvoering 13
3.4.2 Fase 2: Werkzaamheden aan de masten en funderingen 15
3.4.3 Fase 3: Geleiderwerkzaamheden 16
3.5 Samenvatting uitgangspunten 16

4. Methode en selectie beoordelingscriteria **18**
4.1 Aanpak 18
4.2 Selectie relevante beoordelingscriteria 19
4.2.1 Milieu 19
4.2.2 Omgeving 27
4.2.3 Toekomstvastheid 27
4.2.4 Techniek 27
4.2.5 Kosten 30

5. Effectbeoordeling opwaardering 220 kV en vergelijking **32**
5.1 Milieu 32
5.2 Omgeving 40
5.3 Toekomstvastheid 40
5.4 Techniek 41
5.5 Kosten 42
5.6 Leemten in kennis 44

6. Conclusie en vergelijking met tracéalternatief 1 en 2 **44**
6.1 Milieu 44
6.2 Omgeving 46
6.3 Toekomstvastheid 47
6.4 Techniek 47
6.5 Kosten 49

7. Bijlagen **50**

Bijlage 1: Verklarende woordenlijst en afkortingen **50**

Bijlage 2: Stikstofberekening opwaardering 220 kV **58**

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:

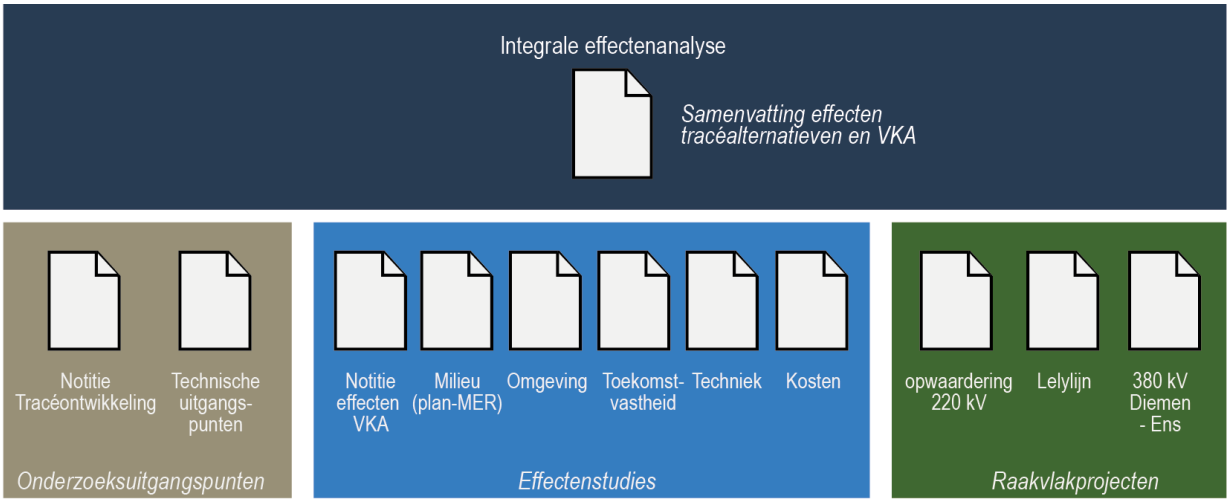
- de aanlanding van (nieuwe) windparken op de Noordzee;
- de verdergaande ontwikkeling van een grootindustrieel cluster met de doelstelling om te elektrificeren;
- de toename van het aantal verbindingen met het Europese elektriciteitsnet.

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. Naast deze relevante thema's wordt in de integrale effectenanalyse aandacht besteed aan drie raakvlakprojecten. Voorliggend rapport beschrijft en beoordeelt de effecten van het raakvlakproject: Opwaardering 220 kV Vierverlaten – Ens.

In het Investeringsplan Net op Land 2024-2033 (IP 24-33) van TenneT is voorzien dat de noordelijke 220 kV-verbindingen opgewaardeerd dienen te worden. Deze noordelijke 220 kV-verbindingen vormen samen een ring die is verdeeld in een oostelijk en westelijk deel (zie figuur 1.2), waarbij de onderstaande genoemde namen hoogspanningstations betreffen:

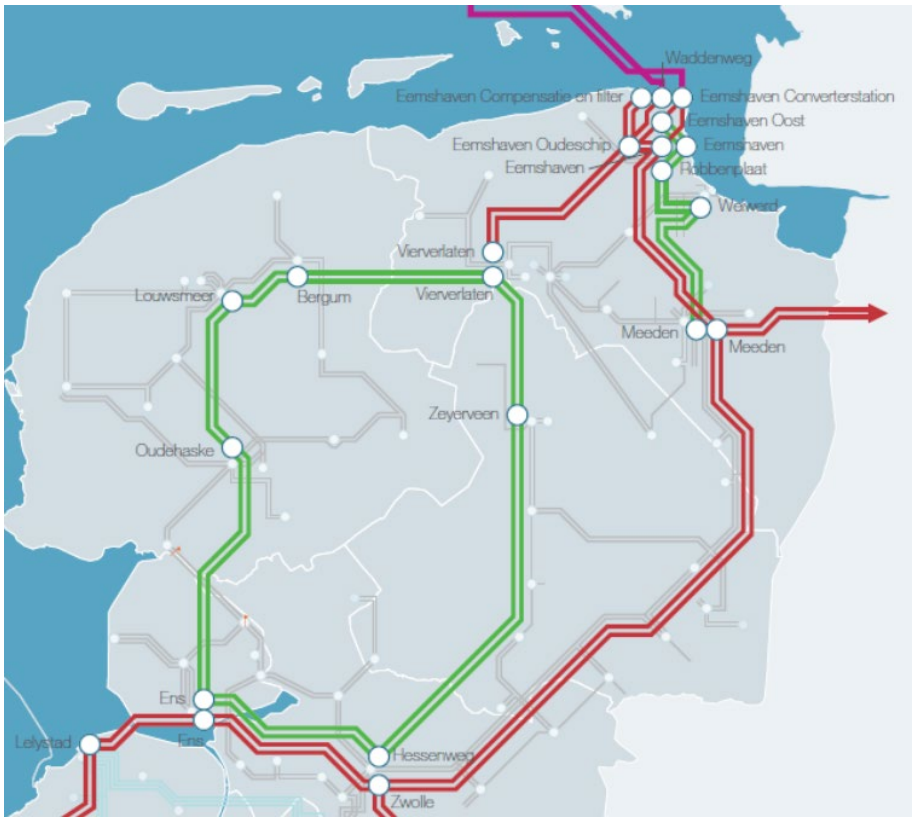
- Oost = Vierverlaten – Zeyerveen – Hessenweg – Ens
- West = Vierverlaten – Burgum – Louwsmeer – Oudehaske – Ens

Het oostelijke deel heeft geen raakvlak met het project 380 kV Vierverlaten – Ens. Wanneer in dit rapport wordt gesproken over het westelijke deel van de 220 kV-ring wordt de 220 kV-verbinding tussen Vierverlaten – Burgum – Louwsmeer – Oudehaske – Ens bedoeld.

De wijze waarop de opwaardering van de 220 kV-ring zal plaatsvinden is nog niet bekend. Momenteel wordt een haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd waarin wordt gekeken hoe de transportcapaciteit van de verbindingen vergroot kan worden. Tracéalternatief 1, 2 en 3 van het project Vierverlaten – Ens lopen (deels) parallel aan de bestaande 220 kV-verbinding. Dit betekent dat de 220 kV opwaardering een raakvlakproject[1] is voor de 380 kV-hoogspanningsverbinding Vierverlaten - Ens. Op basis van de inzichten in de effecten van

[1] Het raakvlak tussen de opwaardering van de 220 kV verbindingen en de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding wordt uitgelegd in paragraaf 2.1

de opwaardering van de 220 kV-verbinding wordt toegelicht of de effectbeoordeling van de tracéalternatieven 3, 4 en 5 wijzigt door het meenemen van de opwaardering van de 220 KV-verbinding. Hiermee kunnen de tracéalternatieven 3, 4 en 5, inclusief opwaardering, vergeleken worden met tracéalternatieven 1 en 2.



Figuur 1.2: Schematische weergave van de noordelijke 220 kV-ring tussen Vierverlaten en Ens (weergegeven in groen)

1.3 Leeswijzer

In paragraaf 1.2 is het doel van dit rapport in relatie tot de opwaardering 220-kV toegelicht. In hoofdstuk 2 worden de tracéalternatieven en varianten beschreven. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de uitgangspunten voor deze opwaardering gepresenteerd. Hier wordt onder meer ingegaan op de verschillende fasen van een opwaardering en de te gebruiken materialen en hoeveelheden. In hoofdstuk 4 wordt de methodiek die is toegepast voor dit onderzoek toegelicht per thema. De effectbeoordeling van de verschillende thema’s is te vinden in hoofdstuk 5 en in hoofdstuk 6 worden de effecten vergeleken.

2. Introductie tracéalternatieven en varianten

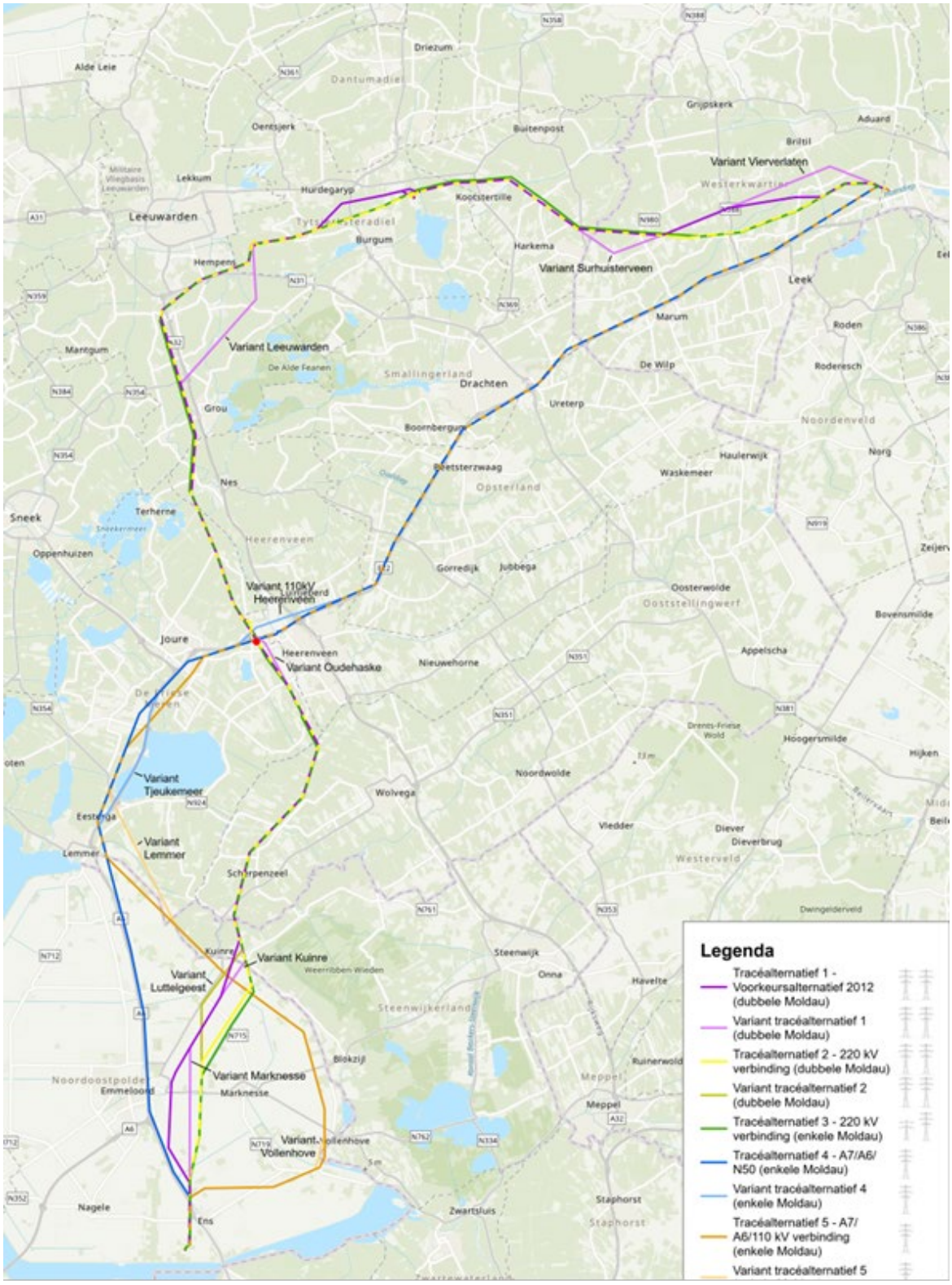
In de integrale effectenanalyse worden vijf tracéalternatieven onderzocht. Dit zijn zelfstandige tracéalternatieven die van Vierverlaten naar Ens lopen. Voor sommige tracéalternatieven zijn daarnaast enkele varianten opgesteld. Het gaat om delen van het tracéalternatief die om verschillende redenen een 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[2]);
- - 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 (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.

[2] De Moldau-mast 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



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

2.1 Raakvlak

In de te onderzoeken tracéalternatieven en varianten wordt onderzoek gedaan naar een enkele rij Moldau-masten en dubbele rij Moldau-masten:

- 2x 380 kV (enkele Moldau-mast): Tracéalternatief 3 bundelt met de bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding. Deze uitvoeringsvariant voorziet in een enkele Moldau-mast parallel aan de bestaande 220 kV-verbinding, die opgewaardeerd dient te worden in de bestaande Donau-masten. Tracéalternatief 4 en 5 bundelen met de A6 en A7. Indien voor tracéalternatief 4 en 5 wordt gekozen zal ook de bestaande 220 kV-verbinding als losstaand project opgewaardeerd worden.
- 4x 380 kV (dubbele Moldau-mast): Bij tracéalternatief 1 en 2 worden er twee nieuwe mastenrijen in type Moldau gerealiseerd, waarbij er één verbinding in bedrijf is als 220 kV en wordt gebouwd met een capaciteit van 4 kA per circuit. De bestaande 220 kV-verbinding wordt vervolgens verwijderd. In dit geval is een opwaardering van het westelijke deel van de 220 kV-verbinding als losstaand project niet meer aan de orde.

De keuze voor een enkele of dubbele rij Moldau-masten voor de 380 kV-verbinding bepaalt of de opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding in de bestaande Donau-masten tussen Vierverlaten en Ens noodzakelijk is of dat deze vervangen wordt door een nieuwe rij Moldau-masten (in bedrijf op 220 kV). Dit betekent dat de 220 kV opwaardering tussen Vierverlaten en Ens een raakvlakproject is voor de 380 kV-hoogspanningsverbinding. De opwaardering van het oostelijke deel is geen onderdeel van dit raakvlakkenonderzoek.

In de IEA-deelrapporten wordt voor tracéalternatief 3, 4 en 5 in de basis uitgegaan van de realisatie van een enkele 380 kV-verbinding, zonder aanpassing aan de 220 kV-verbinding. In dit raakvlakrapport worden de effecten van de opwaardering voor de IEA-thema’s Kosten, Omgeving, Toekomstvastheid, Techniek en Milieu in beeld gebracht. De wijze waarop de opwaardering van de 220 kV-ring zal plaatsvinden is nog niet bekend. Momenteel wordt een haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd waarin wordt gekeken hoe de transportcapaciteit van de verbindingen vergroot kan worden. Het haalbaarheidsonderzoek is naar verwachting in Q2 2026 gereed. In dit onderzoek is daarom gebruik gemaakt van uitgangspunten die zijn vastgesteld op basis van vergelijkbare opwaarderingsprojecten die sinds 2019 zijn uitgevoerd in het kader van het programma Beter Benutten Bestaande 380 kV.

3. Uitgangspunten 220 kV opwaardering

Om de effecten van de opwaardering van de 220 kV in beeld te krijgen en te vergelijken met de verschillende tracéalternatieven is het van belang om uitgangspunten voor de opwaardering van de 220 kV-verbinding te formuleren. De verdere invulling van de werkzaamheden van de 220 kV opwaardering blijven onbekend totdat de haalbaarheidsstudie is uitgevoerd. Dit is de reden dat er in dit onderzoek gebruik is gemaakt van uitgangspunten die zijn vastgesteld op basis van vergelijkbare opwaarderingsprojecten die sinds 2019 zijn uitgevoerd in het kader van het programma Beter Benutten Bestaande 380 kV. De reden dat er alleen naar 380 kV-opwaarderingen is gekeken in plaats van 220 kV-opwaarderingen is dat er recentelijk geen 220 kV-verbindingen zijn opgewaardeerd. Daarnaast zijn de werkzaamheden die nodig zijn ten behoeve van een 380 kV-opwaardering vergelijkbaar met die van een 220 kV-opwaardering, daarmee zijn de 380 kV-opwaarderingen representatief.

3.1 Planning

Werkzaamheden ten behoeve van de opwaardering kunnen grotendeels gelijktijdig plaatsvinden met de werkzaamheden van de nieuwe 380 kV-verbinding om overlast voor de omgeving zoveel mogelijk te beperken.

3.2 Geleiderwerkzaamheden

De huidige 4 verbindingen van het westelijke deel, zoals weergegeven in tabel 3.1, hebben op dit moment allemaal twee circuits waarvan elk circuit drie fasen kent, iedere fase bestaat uit een 3-bundel geleider met elk een transportcapaciteit van 2,5 kA. Bekend is dat bij deze opwaardering de transportcapaciteit van de geleiders verhoogd zal worden van 2,5 kA naar 4 kA. Dit zal naar alle waarschijnlijkheid gerealiseerd worden door middel van het gebruik van High Temperature Low Sag (HTLS)-geleiders[3] met een 3 bundel genaamd ACCC Warsaw [4](zie tabel 3.2). De reden dat vooralsnog wordt uitgegaan van de ACCC Warsaw geleider is dat deze ook wordt toegepast bij alle 380 kV-opwaarderingsprojecten. Hierbij wordt eveneens een 3-bundel geleider (geschikt voor 2,5 kA) vervangen door de ACCC Warsaw (geschikt voor 4 kA), waardoor er veel ervaring is opgedaan met dit geleidertype.

Verbinding	Geleider Type	Capaciteit	Afstand	Aantal masten
BGM-VVL220	3 bundel SEP48/7 423/37	2,5 kA	32,3 km	102
LSM-BGM220	3 bundel SEP48/7 423/37	2,5 kA	10,9 km	35
LSM-OHK220	3 bundel SEP48/7 423/37	2,5 kA	28,5 km	93
OHK-ENS220	3 bundel SEP48/7 423/37	2,5 kA	43, 4 km	140

Tabel 3.1: Bestaande geleider types van het westelijke deel

[3] Dit is een geleider met een kern van koolstofvezel en daarom heen aluminium. De kern zorgt voor de sterkte en omdat koolstofvezel bijna niet uitzet bij hogere temperaturen, is deze geleider geschikt voor hogere stromen en daarmee hogere temperaturen dan de bestaande geleider (met stalen kern, dat was het standaard type geleider tijdens de bouw van de 220 kV-verbinding), zonder een grote toename van de doorhang (zeeg).

[4] Momenteel wordt een haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd waarin wordt gekeken hoe de transportcapaciteit van de verbindingen van de 220 kV-ring vergroot kunnen worden. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen het westelijke en oostelijke deel van de 220 kV-ring, vanwege de specifieke eigenschappen van deze verbindingen.

Verbinding	Geleider Type	Capaciteit	Afstand	Aantal masten
BGM-VVL220	3 bundel ACCC Warsaw	4 kA	32,3 km	102
LSM-BGM220	3 bundel ACCC Warsaw	4 kA	10,9 km	35
LSM-OHK220	3 bundel ACCC Warsaw	4 kA	28,5 km	93
OHK-ENS220	3 bundel ACCC Warsaw	4 kA	43, 4 km	140

Tabel 3.2: Verwachte toekomstige geleider types van het westelijke deel

3.3 Magneetveldzone

De grootte van het magneetveld neemt toe wanneer de transportcapaciteit van 2,5 kA naar 4 kA wordt vergroot. Dit kan gecompenseerd worden door de klokgetallen (de volgorde van de geleiders in de mast) aan te passen. Binnen het Beter Benutten Programma zijn deze optimalisaties ook toegepast. Daaruit blijkt dat deze fase-optimalisatie doorgaans leiden tot gelijkblijvende of zelfs kleinere magneetveldzones. Door deze optimalisatie ook toe te passen bij de opwaardering van de 220 kV-verbindingen, zal de magneetveldzone naar verwachting niet breder worden. Uitgangspunt voor dit onderzoek is dat de breedte van de magneetveldzone (95 meter aan weerszijde van de verbinding) van de 220 kV-verbinding ongewijzigd blijft.

3.4 Uitgangspunten werkzaamheden

Een opwaardering van een hoogspanningsverbinding houdt in principe in dat de transportcapaciteit wordt vergroot. Dit wordt gedaan door het vervangen van de bestaande geleiders door nieuwe geleiders die meer transportvermogen hebben. Dit type opwaarderen kent drie verschillende fasen: voorbereiding van de uitvoering, eventuele werkzaamheden aan de masten en funderingen en geleiderwerkzaamheden. Hieronder worden deze fasen beschreven. Op basis van deze bouwfasen worden de uitgangspunten voor de werkzaamheden beschreven. Bij de uitvoering van de werkzaamheden wordt één circuit tussen twee hoogspanningsstations uit bedrijf genomen. Hiervoor is een Voorziene Niet Beschikbaarheid (VNB) nodig waarbij de vraag naar elektriciteit tijdelijk wordt overgenomen door een andere verbinding.

3.4.1 Fase 1: Voorbereiding van de uitvoering

Ter voorbereiding van de uitvoering worden toegangswegen, lierplaatsen en werkterreinen aangelegd. Deze zijn nodig om onder andere bij de mast te komen met zwaar materieel en de nieuwe geleiders in de mast te trekken. Voordat deze aangelegd kunnen worden is het mogelijk dat er bomen en struiken gekapt of gesnoeid moeten worden. Daarnaast kan het nodig zijn dat er een overkluizing aangelegd moet worden wanneer toegangswegen, sloten of watergangen worden gekruist. Wat betreft het voorbereiden van de masten worden er soms jukken geplaatst ten behoeve van het veilig uitvoeren van geleiderwerkzaamheden, kunnen aanwezige vogelnesten verwijderd worden en moeten er op sommige plekken centrale opslagterreinen worden aangelegd.

Werkzaamheden	Uitleg	Uitgangspunt
Kappen/snoeien bomen en struiken	Ten behoeve van de veiligheid en efficiëntie van de werkzaamheden moeten locaties waar toegangswegen, werkterreinen en lierplaatsen zijn gepland vrij gemaakt worden van bomen en struiken. Het is niet noodzakelijk om de beplanting die zich onder de bestaande verbinding bevindt te kappen.	Op dit moment is nog niet bekend waar toegangswegen komen te liggen, daarom wordt dit aspect nu niet meegenomen.
Aanleg overkluizing	Bij sloten en watergangen zullen dammen of overkluizingen aangelegd worden om deze te kunnen kruisen.	Op dit moment is nog niet bekend waar toegangswegen en lierplaatsen komen te liggen, daarom wordt dit aspect nu niet meegenomen.
Aanleg toegangswegen, lierplaatsen en werkterreinen	Om de masten te bereiken met zwaar materieel en geleiders te trekken moeten zowel toegangswegen als lierplaatsen aangelegd worden. Rondom de mast komen werkterreinen om veilig rondom de mast te werken.	Rondom elke mast wordt een werkterrein van 40x40m aangelegd. Bij elke hoek- of eindmast wordt een lierplaats aangelegd. Voor deze toegangswegen, lierplaatsen en werkterreinen worden rijplaten gebruikt. De rijplaten zijn van staal. Omdat op dit moment nog niet bekend is waar toegangswegen en lierplaatsen komen te liggen wordt uitgegaan van het potentiële ruimtebeslag. Uitgangspunt daarbij is: 0,5 ha per mast.
Plaatsen jukken	Daar waar de hoogspanningslijn over wegen gaat, worden stalen of houten jukken geplaatst. Deze zorgen ervoor dat passerend verkeer niet in aanraking kan komen met de geleiders, aangezien deze bij het intrekken vrij laag hangen. Bij grote vaarwegen, snelwegen en spoorlijnen kunnen aanvullende constructies nodig zijn.	Op dit moment is nog niet bekend waar werkwegen komen te liggen, daarom wordt dit aspect nu niet meegenomen.
Verwijderen vogelnesten	Onder supervisie van een ecoloog kan vastgesteld worden welke maatregelen getroffen dienen te worden. Vogelnesten van jaarrond beschermde vogels worden buiten het broedseizoen uit de masten gehaald en na de werkzaamheden weer teruggeplaatst.	Op dit moment is nog niet bekend waar vogelnesten aanwezig zijn ten tijde van de werkzaamheden, daarom wordt dit aspect nu niet meegenomen.
Aanleg centraal opslagterrein	Transporten worden per definitie tot een minimum beperkt, wanneer niet realistisch zal gebruikt gemaakt worden van een centraal opslagpunt.	Op dit moment is nog niet bekend of opslagterreinen nodig zijn en waar deze komen te liggen, daarom wordt dit aspect nu niet meegenomen.

Tabel 3.3: Uitgangspunten van de werkzaamheden ten behoeve van fase 1: voorbereiding van de uitvoering

3.4.2 Fase 2: Werkzaamheden aan de masten en funderingen

Het geleidertype zoals vermeld in tabel 3.2 heeft bij benadering hetzelfde gewicht en dezelfde diameter als de bestaande geleiders. Het is nog onduidelijk of dit leidt tot verschillen in mechanische belasting die de geleiders uitoefenen op de masten, aangezien geleiders verschillende eigenschappen hebben. Daarnaast is ook nog onduidelijk hoe strak de geleiders afgespannen moeten worden (afhankelijk van de aan te houden externe spanningsafstanden). Het is hierdoor mogelijk dat de masten verzwaard moeten worden door middel van extra staalprofielen. Daarnaast moet bij grootschalige werkzaamheden (zoals de opwaardering) getoetst worden of de masten voldoen aan de huidige normen. Aangezien de ontwerpnorm voor hoogspanningslijnen in de afgelopen decennia een aantal keer is aangepast, zijn er naar verwachting verzwaringen nodig aan masten en funderingen om aan de huidige normen te voldoen. Naast aanpassingen aan mechanische eisen, zijn er ook aanpassingen in de norm op het gebied van veiligheidsvoorzieningen. Denk hierbij aan stapstaven en handrails in de traversen. Bij het toetsen van de mast op het voldoen aan de mechanische eisen wordt in eerste instantie getoetst op het zogenaamde afkeurniveau[5] gebaseerd op de NEN 8700. Aan de hand van deze norm vindt een toetsing plaats van de constructieve veiligheid. Dit afkeurniveau is lager dan het nieuwbouwniveau. Indien niet wordt voldaan aan het afkeurniveau, zijn aanpassingen nodig zodat minimaal wordt voldaan aan het verbouwniveau. Daarnaast wordt er gezorgd dat de masten worden voorzien van de vereiste veiligheidsvoorzieningen.

Werkzaamheden	Uitleg	Uitgangspunt
Verstevigen funderingen	Indien niet wordt voldaan aan het afkeurniveau, zijn aanpassingen nodig zodat minimaal wordt voldaan aan het verbouwniveau. Deze aanpassingen aan de fundaties kunnen inhouden dat er ballastverzwaring moet worden toegevoegd of dat er aanvullende funderingspalen worden geboord. Uit detailberekeningen moet bepaald worden hoe de fundaties verstevigd dienen te worden en bij welke masten dit het geval is.	Op basis van expert judgement is een schatting gemaakt dat tussen de 50 en 75% van de fundaties versterkt dienen te worden. Voor het onderzoek wordt uitgegaan van het uitgangspunt dat bij 75% van de masten de fundaties verstevigd dienen te worden. Dit vindt plaats door middel van een ballastverzwaring of slaan van aanvullende funderingspalen.
Verzwaren masten	Indien niet wordt voldaan aan het afkeurniveau, zijn aanpassingen nodig zodat minimaal wordt voldaan aan het verbouwniveau. Kijkend naar de mast zullen staalprofielen toegevoegd moeten worden om hieraan te voldoen.	Verstevigen van alle masten door middel van extra staalprofielen. Uitgegaan wordt van 200 tot 600 kg staal per mast. Uitgangspunt is daarom gemiddeld 400 kg per mast. De hoofdopzet en uitstraling van de masten zullen niet wijzigen.

Tabel 3.4: Uitgangspunten van de werkzaamheden ten behoeve van fase 2: Werkzaamheden aan de masten en funderingen

[5] Het afkeurniveau is een specifiek prestatieniveau waar een bouwwerk absoluut niet onder mag komen.
NEN 8700 bevat de voorschriften om te beoordelen of die bouwwerken in constructieve zin moeten worden afgekeurd.

3.4.3 Fase 3: Geleiderwerkzaamheden

Het vervangen van de geleiders zal per circuit plaatsvinden. Binnen een circuit zal dit per lijnvak gebeuren (een lijnvlak is het stuk tussen twee hoekmasten of tussen een hoek- en eindmast). Daarnaast zullen ook de glasisolatorkettingen vervangen worden.

Werkzaamheden	Uitleg	Uitgangspunt
Trekken geleiders	In het verlengde van het lijnvlak, het stuk tussen twee hoekmasten of tussen een hoek- en eindmast zal een lierplaats worden ingericht waar door middel van het gebruik van rem- en liermachines geleiders getrokken zullen worden.	Voor 1 km circuit is 18 km aan geleiders nodig + 10% doorhang. De afstand van de verbindingen in totaal is 115,1 km. Dit betekent dat er ongeveer 2300 km geleider nodig zal zijn. Verder zullen naar waarschijnlijkheid ook de Optical fibered Ground Wire (OPGW) en bliksemdraad vervangen worden (beide 120 km).
Vervangen glasisolatorkettingen	De huidige glasisolatorkettingen zullen vervangen worden door kunststof varianten.	Minimaal 6 stuks per circuit, dus minimaal 12 per mast. Bij hoek- en wisselmasten dienen meer isolatoren vervangen te worden.

Tabel 3.5: Uitgangspunten van de werkzaamheden ten behoeve van fase 3: Geleiderwerkzaamheden

3.5 Samenvatting uitgangspunten

Onderstaand worden de uitgangspunten, zoals beschreven in dit hoofdstuk, samengevat.

Onderdeel	Uitgangspunt
Planning	Werkzaamheden ten behoeve van de opwaardering kunnen grotendeels gelijktijdig plaatsvinden met de werkzaamheden van de nieuwe 380 kV-verbinding. Er zijn VNB's nodig voor de opwaardering van de 220 kV-verbinding.
Magneetveldzone	De breedte van de magneetveldzone blijft ongewijzigd. Voor het onderzoek wordt uitgegaan van de bestaande magneetveldzone van 2x 95 meter.
Geleiders	Bij de opwaardering wordt de transportcapaciteit van de geleiders verhoogd van 2,5 kA naar 4 kA. De huidige inschatting is dat dit gerealiseerd wordt door middel van het gebruik van HTLS-geleiders met een 3 bundel (genaamd ACCC Warsaw). Het geleidertype heeft bij benadering hetzelfde gewicht en dezelfde diameter als de bestaande geleiders.
Voorbereidende werkzaamheden	Omdat op dit moment nog niet bekend is waar toegangswegen en lierplaatsen komen te liggen wordt uitgegaan van het potentiële ruimtebeslag Uitgangspunt daarbij is: 0,5 ha per mast.
Verzwaren masten	Wegens het bouwjaar van de masten is uitgangspunt dat alle masten verstevigd moeten

	worden door middel van extra staalprofielen. Uitgegaan wordt van 200 tot 600 kg staal per mast. Uitgangspunt is daarom gemiddeld 400 kg per mast. Hoofdopzet en uitstraling van de masten zal niet wijzigen.
Funderingen	Uitgangspunt is dat bij 75% van de masten de fundaties verstevigd dienen te worden. Dit vindt plaats door middel van een ballastverzwaring of slaan van aanvullende funderingspalen.
Trekken geleiders	De afstand van de verbindingen in totaal is 115,1 km. Dit betekent dat er ongeveer 2300 km geleider nodig zal zijn.
Vervangen glasisolatorkettingen	Minimaal 12 per mast. Bij hoek- en wisselmasten dienen meer isolatoren vervangen te worden. De huidige glasisolatorkettingen zullen vervangen worden door kunststof isolatorkettingen.

Tabel 3.6: Uitgangspunten van de werkzaamheden opwaardering 220 kV

4. Methode en selectie beoordelingscriteria

In dit hoofdstuk wordt de aanpak en het beoordelingskader van de vijf IEA-thema's voor de beoordeling van de opwaardering van de 220 kV-verbinding beschreven.

4.1 Aanpak

Voor het in beeld brengen van de effecten van de opwaardering van de 220 kV-verbinding wordt een getrapte beoordeling toegepast:

1. Selectie relevante beoordelingscriteria (tabel paragraaf 4.2)

In de IEA-deelrapporten worden de tracéalternatieven en varianten beoordeeld door middel van beoordelingscriteria. Niet alle beoordelingscriteria zijn relevant voor de opwaardering van een hoogspanningsverbinding. Er wordt een selectie gemaakt welke beoordelingscriteria relevant zijn voor de opwaardering van de 220 kV-verbinding.

2. Onderbouwing wezenlijke effecten (tekst paragraaf 4.2)

Bij de beoordeling is het voornamelijk van belang om te weten of er bij de opwaardering van de 220 kV-verbinding wezenlijke effecten optreden. Het gaat daarbij om duidelijke niet verwaarloosbare effecten, die mogelijk kunnen leiden tot een andere beoordeling van de tracéalternatieven 3, 4 en 5. Op basis van de uitgangspunten, zoals beschreven in hoofdstuk 3, wordt onderbouwd voor welke beoordelingscriteria wezenlijke effecten te verwachten zijn. Er wordt in paragraaf 4.2 kort beschreven welk effect mogelijk voorzien wordt.

3. Beschrijving effecten (hoofdstuk 5)

Voor de beoordelingscriteria waar wezenlijke effecten te verwachten zijn worden de effecten van de opwaardering beschreven. Op basis van de inzichten in de effecten van de opwaardering van de 220 kV-verbinding wordt toegelicht of de effectbeoordeling van de tracéalternatieven 3, 4 en 5 wijzigt door het meenemen van de opwaardering van de 220 KV-verbinding in de totale beoordeling.

4. Conclusie en vergelijking met tracéalternatieven 1 en 2 (hoofdstuk 6)

Voor de beoordelingscriteria waar wezenlijke effecten worden verwacht wordt de vergelijking gemaakt met tracéalternatieven 1 en 2. Hiermee kunnen de tracéalternatieven 3, 4 en 5, inclusief opwaardering, vergeleken worden met tracéalternatief 1 en 2. Dit wordt beschreven in hoofdstuk 6.

In dit raakvlakkenonderzoek is geen onderscheid gemaakt tussen noord en zuid. Vanuit techniek heeft het namelijk sterk de voorkeur dat een uniforme uitvoeringswijze wordt aangehouden met zo min mogelijk wisselingen. Dat wil zeggen òf van Vierverlaten tot Ens een dubbele mastenrij òf van Vierverlaten tot Ens een enkele mastenrij. Indien opwaardering van de 220 kV-hoogspanningsverbinding aan de orde is, zal dat in principe voor het gehele tracé van Vierverlaten naar Ens gelden.

4.2 Selectie relevante beoordelingscriteria

4.2.1 Milieu

Voor de beoordeling van het thema milieu voor de opwaardering van de 220 kV-verbinding, zijn dezelfde beoordelingscriteria en -methodiek gehanteerd als voor de tracéalternatieven en varianten die in het kader van het plan-MER zijn onderzocht (zie deelrapporten bij het plan-MER). Bij de beoordeling is het voornamelijk van belang om te weten of er bij de opwaardering van de 220 kV-verbinding wezenlijke effecten optreden. Het gaat daarbij om duidelijke niet verwaarloosbare effecten, die mogelijk kunnen leiden tot een andere beoordeling van de tracéalternatieven 3, 4 en 5 zoals die is gegeven in het plan-MER.

De analyse van milieueffecten is in twee stappen uitgevoerd. In de eerste stap is per beoordelingscriterium met “ja” of “nee” aangegeven of er sprake is van wezenlijke effecten (zie onderstaande tabel). Onder de tabel is vervolgens per beoordelingscriterium toegelicht waarom wel of niet sprake is van wezenlijke effecten. Voor de beoordelingscriteria waar sprake is van wezenlijke effecten, wordt in hoofdstuk 5 dieper ingegaan op de effecten. Tot slot wordt in hoofdstuk 6 toegelicht of de effectbeoordeling van de tracéalternatieven 3, 4 en 5 wijzigt door het meenemen van de opwaardering van de 220 kV-verbinding.

Milieu	Criterium	Zijn er wezenlijke effecten te verwachten?
Bodem	Invloed op de chemische bodemkwaliteit	Nee
	Grondverzet en invloed op bodemprofiel	Nee
	Risico op zetting	Ja
Water	Verzilting	Nee
	Effect op de grondwaterkwaliteit	Nee
Natuur	Effecten op instandhoudingsdoelstellingen van habitattypen en soorten in Natura 2000-gebied(en)	Ja
	Effecten op beschermde soorten	Ja
	Effecten op houtopstanden	Ja
	Effecten op NNN	Ja
	Effecten op weidevogelgebieden en ganzenfoerageergebieden	Ja
	Effecten op Rode lijst-soorten	Ja
Landschap	Aansluiting op het landschappelijk hoofdpatroon	Nee
	Kwaliteit tracé	Nee
	Beïnvloeding gebiedskarakteristiek en specifieke elementen en hun samenhang	Nee
Cultuurhistorie	Beïnvloeding historische stedenbouw	Nee
	Beïnvloeding historische geografie	Nee
	Beïnvloeding UNESCO werelderfgoed	Nee
Archeologie	Effect op archeologische rijksmonumenten en archeologisch waardevolle terreinen (AMK-terreinen)	Nee
	Effect op gebieden met een hoge en/of middelhoge archeologische	Ja

Milieu	Criterium	Zijn er wezenlijke effecten te verwachten?
	verwachting	
Aardkundige waarden	Effect op aardkundig waardevolle gebieden	Ja
Veiligheid	Externe veiligheid	Nee
	Waterveiligheid	Nee
	Windturbines	Nee
Leefomgeving en gezondheid	Gevoelige gebouwen binnen magneetveldzone (gebruiksfase)	Nee
	Effecten op geluidsgevoelige gebouwen (realisatiefase)	Ja
	Effecten op de luchtkwaliteit (realisatiefase)	Nee
Gebruiksfuncties	Effect op recreatie	Nee
	Effect op werkfuncties	Nee
	Oppervlakteverlies landbouwareaal	Ja
	Lengte doorsnijding landbouwgrond	Nee
	Effect op zonneparken	Nee
	Effect op wonen	Nee
Duurzaamheid	Effecten circulariteit als gevolg van materiaalgebruik	Ja
	Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO_2 eq.) door materieel in de realisatiefase	Ja
	Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO_2 eq.) door netverliezen in gebruiksfase	Ja

Tabel 4.1 Beoordelingscriteria milieu

Bodem

Invloed op de chemische bodemkwaliteit

De opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt niet tot verontreiniging van de bodem, er treden daarom geen negatieve effecten op. Bij de versteviging van de fundering wordt geen tot weinig grond afgevoerd, waardoor niet of nauwelijks sprake zal zijn van een verbetering van de bodemkwaliteit. Het streven is bestaande bodemverontreinigingen zoveel mogelijk onaangeroerd te laten. Er worden daarom geen relevante effecten verwacht op de bodemkwaliteit. Daarmee is geen sprake van wezenlijke effecten.

Grondverzet en invloed op bodemprofiel

Voor de aanleg van bouwwegen, werkterreinen en lierplaatsen wordt gebruik gemaakt van een constructie waardoor zo min mogelijk aantasting van het bodemprofiel plaatsvindt. Er wordt een doek aangebracht waarop vervolgens een laag zand en een vorm van verharding (bijv. stalen rijplaten of stelconplaten) wordt aangebracht. Er worden daarom geen relevante effecten verwacht op het bodemprofiel. Daarmee is geen sprake van wezenlijke effecten.

Risico op zetting

Veen- en in mindere mate kleigronden zijn zettingsgevoelig. In die gebieden kan zetting optreden door zware

belasting van (tijdelijke) bouwwegen en werkterreinen door in te zetten bouwmaterieel. Hierdoor kan sprake zijn van wezenlijke effecten. In hoofdstuk 5 wordt hier nader op ingegaan. Zetting als gevolg van een tijdelijke verlaging van de grondwaterstand door bemaling is niet aan de orde omdat geen verkabeling wordt toegepast. Bij de masten is mogelijk wel op kleine schaal bemaling nodig bij het aanleggen van de poer die de mastpoot en funderingspalen met elkaar verbindt. De effecten hiervan zijn zeer lokaal en beperkt, waardoor wezenlijke effecten kunnen worden uitgesloten.

Water

Verzilting

Bij doorsnijding van slecht doorlatende lagen en bemaling is er risico op verzilting. Bij het verstevigen van de fundering zijn de effecten verwaarloosbaar omdat er alleen ter plaatse van de mastvoeten doorsnijding optreedt. Indien bemaling bij het verstevigen van de fundering nodig is, dan zijn de effecten hiervan ook zeer lokaal en beperkt. Daarmee is geen sprake van wezenlijke effecten.

Effect op de grondwaterkwaliteit

Bij het criterium grondwaterkwaliteit gaat het over de effecten op waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en Kaderrichtlijn Water-grondwaterlichamen (hierna: KRW-grondwaterlichamen). Voor KRW-grondwaterlichamen geldt dat de waterkwaliteit van het grondwater in deze gebieden is beschermd. Effecten op KRW-grondwaterlichamen spelen een rol bij het doorsnijden van slecht doorlatende lagen en het toepassen van bemaling. Dit kan aan de orde zijn bij het verstevigen van de fundering. De effecten worden echter verwaarloosbaar geacht gezien de beperkte oppervlakte waar versteviging van de fundering plaatsvindt. Effecten op waterwingebieden zijn niet aan de orde omdat er geen masten in deze gebieden staan. Het tracé loopt met 10 masten wel door grondwaterbeschermingsgebied Noordbergum. Maar omdat eventuele extra funderingspalen niet leiden tot verontreiniging van de bodem en aantasting van slecht doorlatende bodemlagen, worden wezenlijke effecten niet verwacht.

Natuur

Voor alle beoordelingscriteria geldt dat de werkterreinen, bouwwegen en uit te voeren werkzaamheden voor de opwaardering van de 220 kV-verbinding direct of indirect effect kunnen hebben op beschermde gebieden (Natura 2000, NNN, weidevogelgebieden en ganzenfoerageergebieden) en beschermde soorten/Rode lijst-soorten. Daarmee kan sprake zijn van wezenlijke effecten. In hoofdstuk 5 wordt hier nader op ingegaan.

Landschap

Aansluiting op het landschappelijk hoofdpatroon

Het hoofdpatroon is opgebouwd uit de natuurlijke laag (geomorfologie, bodem, watersysteem), een cultuurlijke laag (verstedelijkingspatronen, verkavelingspatronen, lokale infrastructuur, linten, groenstructuren, etc.) en een autonome laag (bovenregionale infrastructuur zoals snelwegen, spoorwegen en hoogspanningsverbindingen). Het opwaarderen van de 220 kV-hoogspanningsverbinding verandert niets aan dit hoofdpatroon. Daarmee is geen sprake van wezenlijke effecten.

Kwaliteit tracé
Om de kwaliteit van het tracé te beoordelen wordt gebruik gemaakt van de kenmerken van goede kwaliteit. De kenmerken van goede kwaliteit zijn:

- een eenduidige toepassing van het traceringsprincipe dat consequent is doorgevoerd over het hele tracé;
- zo lang mogelijke rechtstanden (uitgangspunt: rechtstanden tussen de 3 en 5 kilometer vormen de basis voor eenvoudige rechte lijnen);
- zo min mogelijk afwijkingen in hoogte, richting en masttypen;
- noodzakelijke afwijkingen zijn herleidbaar naar het landschappelijk hoofdpatroon of eventueel andere structuren in het landschap.

De opwaardering van de 220 kV-hoogspanningsverbinding leidt niet tot andere effecten. Het tracé blijft hetzelfde en de positie van de masten ook. De kwaliteit van het tracé blijft dus gelijk na de opwaardering. Daarmee is geen sprake van wezenlijke effecten.

Beïnvloeding gebiedskarakteristiek en specifieke elementen en hun samenhang
Om de mate van beïnvloeding van de gebiedskarakteristiek en de specifieke elementen en hun samenhang vast te stellen, wordt beoordeeld in hoeverre de hoogspanningsverbinding deze per landschapstype verzwakt of eventueel versterkt. Het gaat daarbij om:

- de zichtbaarheid en beleving van de hoogspanningsverbinding in het landschap (mate van openheid en beslotenheid);
- het beeld van de lijn in de omgeving, dat wordt afgeleid uit de kwaliteit van de hoogspanningsverbinding zelf (eenheid, rechtstand, afwijkingen en herleidbaarheid daarvan), en het onrustige beeld dat ontstaat door de visuele verstoring/interferentie met andere hoogspanningsverbindingen;
- de storende contrasten tussen de hoogspanningsverbinding en elementen en structuren in het landschap;
- de wijze van doorsnijding en raken van structuren van het landschap.

De verwachting is dat ten behoeve van de voorbereiding van de opwaardering (aanleg bouwwegen, werkterreinen en lierplaatsen) geen groen hoeft te worden verwijderd. Het bestaande groen onder de 220 kV-hoogspanningsverbinding mag blijven staan. Er worden daarom geen effecten op de gebiedskarakteristiek en specifieke elementen en hun samenhang verwacht. Daarmee is geen sprake van wezenlijke effecten.

Cultuurhistorie
Beïnvloeding historische stedenbouw
Om de mate van beïnvloeding van historische (steden)bouw vast te stellen wordt gekeken naar de nabijheid van monumenten tot de hoogspanningsverbinding (beïnvloeding van de beleefde kwaliteit: zichtbaarheid, herkenbaarheid of herinnerbaarheid). Er staan geen historische gebouwen in de nabijheid van de bestaande 220 kV-verbinding die door de opwaardering worden beïnvloed. Effecten zijn daarmee uit te sluiten.

Beïnvloeding historische geografie
Historische geografische waarden zijn structuren en elementen in het landschap die ontstaan zijn door de historische invloed van menselijk handelen. Bij historische geografie wordt ook de ensemblewaarde van een cultuurhistorisch element beschouwd. De ensemblewaarde betreft de waarde van een monument en de meerwaarde door de samenhang met objecten in de omgeving. Relevante waardevolle ensembles zijn:

- nationaal landschap 'Noardlike Fryske Wâlden': langgerekte verkavelingsstructuren met houtwallen en elzensingels;
- concentratie van monumenten in het Zeekleilandschap: terpen en boerderijplaatsen op kwelderwal;
- voormalige Zuiderzeekust: leesbare ontwikkelingsgeschiedenis met dijk, wielen, Zuiderzeesteden/dorpen, en relicten van onder meer havens in de Noordoostpolder;
- 'gesammtkunstwerk' van het polderontwerp van de Noordoostpolder: concentrische opbouw, assenkruis, en dorpenring met bijbehorende beplanting.

De 220 kV-hoogspanningsverbinding doorsnijdt historisch geografisch waardevolle gebieden. Voor de meeste gebieden heeft de opwaardering van de 220 kV-verbinding geen invloed op de historische geografie. In bepaalde gebieden komen echter houtwallen en elzensingels voor die beeldbepalend zijn voor het landschap. Zo zijn de houtwallen en elzensingels essentiële structuren en elementen in nationaal Landschap 'Noardlike Fryske Wâlden', die zijn ontstaan door historische invloed van menselijk handelen. Bestaande groenstructuren die onder de 220 kV-verbinding staan, mogen ook na de opwaardering blijven staan. Ook is de verwachting dat bij de voorbereiding van de opwaardering (aanleg bouwwegen, werkterreinen en lierplaatsen) rekening kan worden gehouden met de doorgaande groenstructuren in het gebied. De verwachting is daarom dat de opwaardering van de 220 kV-verbinding geen negatieve invloed zal hebben op de historische geografie. Daarmee is geen sprake van een wezenlijke effecten.

Beïnvloeding UNESCO werelderfgoed
De bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding ligt niet binnen de invloedsfeer van UNESCO werelderfgoed. Effecten kunnen daarmee worden uitgesloten.

Archeologie
Effect op archeologische rijksmonumenten en archeologisch waardevolle terreinen (AMK-terreinen)
Verzwaring van de bestaande fundering van masten en de aanleg van tijdelijke werkterreinen en bouwwegen kan gepaard gaan met bodemingrepen en graafwerkzaamheden. Indien deze werkzaamheden plaatsvinden ter hoogte van bekende archeologische terreinen, dan kunnen archeologische waarden worden verstoord of vernietigd. Ook plaatselijke verlaging van de grondwaterstand kan mogelijk lokaal nadelige effecten hebben op de fysieke en inhoudelijke kwaliteit van met name archeologische resten van organisch materiaal. De mastlocaties van de bestaande verbinding bevinden zich echter niet op locaties en binnen de begrenzingen van archeologische rijksmonumenten of archeologisch waardevolle terreinen (AMK-terreinen). In vijf situaties ligt een AMK-terrein wel gedeeltelijk binnen 50 meter afstand van een mastlocatie. Bij de locatiekeuze voor de aanleg van werkterreinen zal rekening moeten worden gehouden met de aanwezigheid van deze AMK-terreinen. Dat wil zeggen dat er geen werkterreinen of bouwwegen worden aangelegd op of grenzend aan die AMK-terreinen. Uit detailkaarten blijkt dat rondom de masten voldoende ruimte aanwezig is om een werkterrein aan te leggen. Wezenlijke effecten kunnen daardoor worden uitgesloten.

Effect op gebieden met een hoge of middelhoge archeologische verwachting
Verzwaring van de bestaande fundering van masten en de aanleg van tijdelijke werkterreinen en bouwwegen kunnen gepaard gaan met bodemingrepen en graafwerkzaamheden. Deze werkzaamheden kunnen verwachte, maar nog onbekende archeologische waarden verstoren of vernietigen. Indien plaatselijk de grondwaterstand wordt verlaagd, kan dit lokaal mogelijk nadelige effecten hebben op de fysieke en inhoudelijke kwaliteit van met name archeologische resten van organisch materiaal. Omdat een groot aantal masten in of in de nabijheid van gebieden met middelhoge tot hoge verwachtingswaarden staat, kunnen wezenlijke effecten niet worden uitgesloten. In hoofdstuk 5 wordt hier nader op ingegaan.

Aardkundige waarden
Effect op aardkundige waardevolle gebieden
Graafwerkzaamheden of andere bodemingrepen voor de verzwaring van de fundering van masten en de aanleg van werkterreinen en bouwwegen kunnen negatieve effecten hebben op de in de bodem (soms vanaf maaiveld) aanwezige aardkundige waarden. Omdat een groot aantal masten in aardkundig waardevol gebied staan, kunnen wezenlijke effecten niet worden uitgesloten. In hoofdstuk 5 wordt hier nader op ingegaan.

Veiligheid
Externe veiligheid
De bestaande 220 kV-verbinding kruist in de huidige situatie 24 buisleidingen (gas). Er worden geen Seveso-inrichtingen doorsneden. De opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt niet tot extra masten of verplaatsing van masten. Effecten op de externe veiligheid worden daarom niet verwacht.

Waterveiligheid
De bestaande 220 kV-verbinding kruist in de huidige situatie 79 waterkeringen. De opwaardering van de 220 kV-verbinding verandert daar niets aan. Wel staan er drie masten aan de rand of net buiten de beschermingszone van een regionale kering. Bij werkzaamheden aan/rondom de mast (aanleg werkterrein, versteviging fundering) is afstemming met het waterschap gewenst. Aangezien het een regionale kering betreft en de masten aan de rand of net buiten de beschermingszone staan, worden effecten op de waterveiligheid niet verwacht.

Windturbines
Bij de opwaardering van de 220 kV-verbinding verandert er niets aan de locatie en afmetingen van de masten. De opwaardering leidt daardoor niet tot een ander veiligheidsrisico van windturbines die in de nabijheid van de verbinding staan. Daarmee is geen sprake van wezenlijke effecten.

Leefomgeving en gezondheid
Gevoelige gebouwen binnen indicatieve magneetveldzone (gebruiksfase)
De magneetveldzone van de huidige 220 kV-verbinding is 95 meter aan weerszijde van de verbinding vanaf de hartlijn, dus 180 meter in totaal. De opwaardering van de 220 kV-verbinding kan tot een grotere magneetveldzone leiden. Door optimalisatie van de klokgetallen zal de magneetveldzone naar verwachting

niet breder worden dan de huidige breedte. Daarnaast verandert de locatie van de masten niet, waardoor ook de magneetveldzone niet zal verschuiven. Daardoor is er geen verschil te verwachten in het aantal gevoelige bestemmingen binnen de indicatieve magneetveldzone van de opwaardering en de huidige situatie. Daarmee is geen sprake van wezenlijke effecten.

Effecten op geluidgevoelige gebouwen (realisatiefase)
In de gebruiksfase van hoogspanningsverbindingen ontstaan geen langdurige geluidseffecten en zijn de geluidniveaus van de effecten beperkt, daarom zijn deze gezondheidseffecten niet verder meegenomen. De tijdelijke geluidseffecten en geluidsniveaus in de realisatiefase (als gevolg van de werkzaamheden voor het opwaarderen van de verbinding) zijn wel relevant. In hoofdstuk 5 wordt hier nader op ingegaan.

Effecten op de luchtkwaliteit (realisatiefase)
Bouwwerkzaamheden en bouwverkeer hebben invloed op de luchtkwaliteit. In het Besluit kwaliteit leefomgeving zijn de aandachtsgebieden opgenomen voor zowel stikstofdioxide als fijnstof. De 220 kV-verbinding bevindt zich niet in een van de aandachtsgebieden. Buiten deze gebieden is er geen toetsingskader. Het effect in de realisatiefase is tijdelijk en de emissies zullen al op korte afstand van de bron opgaan in de achtergrondconcentraties, waardoor er nauwelijks sprake is van meetbare verschillen. Daarmee is geen sprake van wezenlijke effecten.

Gebruiksfuncties
Effect op recreatie
Bij de opwaardering van de 220 kV-verbinding verandert de breedte van de bestaande ZRO-strook niet. Dat betekent dat mogelijke beperkingen, als gevolg van de ligging binnen de ZRO-strook, niet veranderen. Wel kan de aanleg van werkterreinen bij de bestaande masten effect hebben op recreatieve functies. Dit speelt bij camping Hiddema State (Noardburgum), mini camping it Peareltsje (Rotstergaast) en de autonome ontwikkeling uitbreiding waterpark Zwartkruis. Bij deze recreatiegebieden staan in totaal vier masten van de 220 kV-verbinding net buiten het recreatiegebied, maar overlapt de ZRO-strook wel met het recreatiegebied. Er wordt vanuit gegaan dat de werkterreinen met een oppervlakte van circa 0,5 hectare, buiten deze recreatiegebieden kunnen worden aangelegd, waardoor er geen effecten op recreatie optreden. Daarmee is geen sprake van wezenlijke effecten.

Effect op werkfuncties
Bij de opwaardering van de 220 kV-verbinding verandert de breedte van de bestaande ZRO-strook niet. Dat betekent dat mogelijke beperkingen, als gevolg van de ligging binnen de ZRO-strook, niet veranderen. Wel kan de aanleg van werkterreinen bij de bestaande masten effect hebben op werkfuncties. Dit speelt bij de bedrijventerreinen buitengebied Achtkarspelen, Burgum-West, De Wierde (Heerenveen) en de autonome ontwikkelingen Groningen Westpoort en uitbreiding glastuinbouw Luttelgeest. Bij deze bedrijventerreinen staan enkele masten op een (toekomstig) bedrijventerrein. Uit luchtfoto’s blijkt dat bij de bestaande masten veelal voldoende ruimte aanwezig is voor een werkterrein, waardoor er geen effecten op werkfuncties optreden. Daarmee is geen sprake van wezenlijke effecten.

Oppervlakteverlies landbouwareaal
Voor de opwaardering van de 220 kV-verbinding wordt bij de bestaande masten een werkterrein aangelegd met een oppervlakte van circa 0,5 hectare. Hierdoor treedt een tijdelijk ruimtebeslag op waardoor de landbouwgrond tijdelijk niet gebruikt kan worden voor agrarische doeleinden. In hoofdstuk 5 wordt hier nader op ingegaan.

Lengte doorsnijding landbouwgrond
Bij de opwaardering van de 220 kV-verbinding verandert de breedte van de bestaande ZRO-strook niet. Dat betekent dat mogelijke beperkingen in de gebruiksfase, als gevolg van de ligging binnen de ZRO-strook, op de landbouw niet veranderen. Er worden daarom geen wezenlijke effecten verwacht.

Effect op zonneparken
Bij de opwaardering van de 220 kV-verbinding verandert de breedte van de bestaande ZRO-strook niet. Dit betekent dat mogelijke beperkingen, als gevolg van de ligging binnen de ZRO-strook, niet veranderen. Wel kan de aanleg van werkterreinen en bouwwegen bij de bestaande masten effect hebben op zonneparken. Dit speelt bij de bestaande zonneparken Drachtsterweg (Leeuwarden), De Dolten (Heerenveen) en de autonome ontwikkeling zonnepark Stoppelsoal (Burgum).

Bij het zonnepark Drachtsterweg (Leeuwarden) staan twee masten in het zonnepark. Rond deze masten is een vrije ruimte beschikbaar van circa 50 x 60 m. Dit lijkt voldoende voor het aanleggen van een werkterrein van 40 x 40 m. Ook is voldoende ruimte aanwezig om een bouwweg naar het werkterrein aan te leggen. Effecten op dit zonnepark worden daarom niet verwacht. In het zonnepark De Dolten (Heerenveen) staan geen masten, wel staan er twee masten net buiten het zonnepark. Bij deze masten is voldoende vrije ruimte beschikbaar om een werkterrein aan te leggen. Effecten worden daarom niet verwacht. Bij de autonome ontwikkeling zonnepark Stoppelsoal (Burgum) staan vier masten in het zonnepark. Bij de aanleg van dit zonnepark zal rekening moeten worden gehouden met de belangen van TenneT, dit is geregeld in de ZRO-overeenkomst van de 220 kV-verbinding. Mogelijk dat een klein deel van het zonnepark moet worden verwijderd ten behoeve van de opwaardering van de 220 kV-verbinding. Dit is echter een tijdelijk effect, na afronding van de werkzaamheden worden de zonnepanelen teruggeplaatst. Daarmee is geen sprake van wezenlijke effecten.

Effect op wonen
Bij het aspect effect op woningen is gekeken naar het aantal woningen onder de geleiders van de hoogspanningsverbinding. De opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding heeft geen effect op wonen. Er komen geen andere woningen onder de geleiders te staan omdat het tracé niet wijzigt. Daarmee is geen sprake van wezenlijke effecten.

Duurzaamheid
Effecten circulariteit als gevolg van materiaalgebruik
De opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding zorgt voor aanvullende materiaalgebonden milieu-impact bij tracéalternatief 3, 4 en 5. In hoofdstuk 5 wordt hier nader op ingegaan.

Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO_2 eq.) door materieel in de realisatiefase
De opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding zorgt voor aanvullende bouwwerkzaamheden bij tracéalternatief 3, 4 en 5, waarbij sprake is van uitstoot van broeikasgassen. In hoofdstuk 5 wordt hier verder op ingegaan.

Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO_2 eq.) door netverliezen in gebruiksfase
Het transporteren van elektriciteit gaat gepaard met verliezen. Dat is van meerdere factoren afhankelijk, zoals de stroomsterkte, het type geleider en de afstand waarover de stroom getransporteerd wordt. De opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding heeft effect op de netverliezen bij tracéalternatief 3, 4 en 5. In hoofdstuk 5 wordt hier verder op ingegaan.

4.2.2 Omgeving

De zachte ontwikkelingen worden in het deelrapport Omgeving beschreven. De impact van het 380 kV-project op de zachte ontwikkelingen wordt daarbij in beeld gebracht. Bij een opwaardering vinden er werkzaamheden plaats aan de bestaande masten. De magneetveldzone neemt niet toe (zie hoofdstuk 3). Bij een opwaardering is er daardoor geen aanvullende impact op zachte ontwikkelingen.

In het deelrapport Omgeving wordt ook ingegaan op aandachtspunten en zorgen vanuit de omgeving bij de verschillende tracéalternatieven. In dit rapport wordt ingegaan op de hinder tijdens de bouwfase. Deze effecten worden in hoofdstuk 5 beschreven.

4.2.3 Toekomstvastheid

In het IEA-Deelrapport Toekomstvastheid wordt inzicht gegeven in de verschillen in toekomstvastheid tussen de tracéalternatieven en varianten. In dat rapport is geen rekening gehouden met het feit dat de opwaardering plaatsvindt. Wel is in dat rapport ingezoomd op de mogelijkheid om de bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding op te waarderen. Onderstaande tabel geeft weer welke beoordelingscriteria van toepassing zijn bij een opwaardering.

Toekomstvastheid	Criterium	Zijn er wezenlijke effecten te verwachten?
	Effect op robuustheid	Ja

Tabel 4.2 Beoordelingscriteria toekomstvastheid

Effect op robuustheid
De opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding zorgt voor aanvullende effecten op robuustheid bij tracéalternatief 3, 4 en 5. In hoofdstuk 5 wordt hier verder op ingegaan.

4.2.4 Techniek

De opwaardering van de 220 kV-verbinding heeft meerdere technische implicaties. Deze technische effecten

worden in beeld gebracht. De beoordelingscriteria waarop wezenlijke effecten worden verwacht zijn in hoofdstuk 5 nader beschreven. De beoordelingscriteria zijn hetzelfde als bij de aanleg van de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding. Echter, de risico's per criterium zijn aangepast aan de specifieke risico's tijdens het opwaarderen van de 220 kV-verbinding. Onderstaande tabel geeft weer welke beoordelingscriteria van toepassing zijn bij een opwaardering.

Techniek	Criterium	Zijn er wezenlijke effecten te verwachten?
Leveringszekerheid	Geografische spreiding t.o.v. bestaande (380 kV/ (220 kV))-verbindingen	Nee
	Aantal kilometers 4-circuit 380 kV (/220 kV)	Nee
	Barrières in relatie tot exceptioneel transport	Nee
	Effecten op functionaliteit 110/220 kV-net	Nee
	Kruisingen hoogste spanningsniveau (complexiteit en aantal)	Nee
	Switchen tussen mastconfiguraties	Nee
Beheer- en onderhoudbaarheid	Bereikbaarheid verbindingen	Nee
	Veiligheid tijdens beheer en onderhoud	Nee
	Nabijheid van/afstand tot andere hoogspanningsverbindingen	Nee
Technische maakbaarheid (realisatiefase)	Bereikbaarheid verbinding en mastlocaties	Ja
	Ruimte voor werkterreinen en toegangswegen op mast- en stationslocaties	Ja
	Niet-standaard masttypes	Nee
	Complexiteit, tijdelijke voorzieningen en kruisingen	Ja
	Voorziene niet beschikbaarheid (VNB)	Ja
	Veiligheid bij realisatie	Ja
Externe beïnvloeding	EM-beïnvloeding	Nee
	Overige risicobronnen	Nee
Doorlooptijd		Nee

Tabel 4.3 Beoordelingscriteria techniek

Leveringszekerheid en beheer- en onderhoudbaarheid

De criteria leveringszekerheid en beheer- en onderhoudbaarheid zijn niet van toepassing, aangezien deze criteria gaan over de gebruiksfase. Aangezien de locatie van de 220 kV-verbinding hetzelfde blijft zijn deze criteria niet van toepassing.

Technische maakbaarheid

Bereikbaarheid verbinding en mastlocaties

Voor opwaardering van de gehele lijn van de 220 kV-verbinding tussen Vierverlaten en Ens moeten er werkwegen en lierterreinen worden aangelegd. Dit brengt de nodige risico’s met zich mee. Te denken valt aan complexe kruisingen met bestaande infra (rijks-, spoor- en vaarwegen en bestaande bovengrondse hoogspanningsverbindingen), maar ook specifieke gebieden zoals natuur-, waterwin- en waterbergingsgebieden. Verder zijn er risico’s bij gebieden met zettingsgevoelige ondergronden. In hoofdstuk 5 wordt hier nader op ingegaan.

Ruimte voor werkterreinen en toegangswegen op mastlocaties
Voor werkterreinen en toegangswegen (= werkwegen op terrein perceeleigenaar) geldt hetzelfde als beschreven bij het vorige aspect. Bijzonderheid is het werken op deze werkterreinen in de nabijheid van gebouwde omgeving waar mensen veiligheidsrisico's lopen. In hoofdstuk 5 wordt hier nader op ingegaan.

Complexiteit, tijdelijke voorzieningen en kruisingen
Bij het opwaarderen van de 220 kV-verbinding zijn met name de kruisingen met bestaande bovengrondse hoogspanningsverbindingen uitdagend, omdat hiervoor veel tijdelijke voorzieningen nodig zijn. Ook andere kruisingen met bestaande infrastructuur vragen de nodige aandacht en vormen een verhoogd risico tijdens de realisatie, waardoor ze zonder de juiste mitigerende maatregelen niet veilig kunnen worden uitgevoerd. In hoofdstuk 5 wordt hier nader op ingegaan.

Voorziene niet beschikbaarheid (VNB)
Een VNB is een periode dat één circuit uit bedrijf is en er gewerkt kan worden. Doorgaans blijft het andere circuit in bedrijf bij opwaarderingswerkzaamheden. Om veilig te kunnen werken zijn er veiligheidsmaatregelen nodig. Het verkrijgen van een VNB is zeer lastig. Het stroomnet is zwaar belast en VNB's kunnen niet altijd gegeven worden omdat er minder stroom over het ene circuit getransporteerd kan worden tijdens de VNB. In hoofdstuk 5 wordt hier nader op ingegaan.

Veiligheid bij realisatie
Als de VNB is verkregen en het werk kan beginnen, moeten er intensieve veiligheidsmaatregelen worden getroffen, zodat de aannemer die de oude geleiders eruit haalt en de nieuwe gaat ophangen veilig kan werken. Die intensieve veiligheidsmaatregelen houden in het goed aarden van de lijn die uit bedrijf is en daarnaast het regelen van permanent elektrotechnisch veiligheidstoezicht. Een deel van de voorbereidende en afrondende werkzaamheden zal plaats vinden tijdens het in bedrijf zijn van beide circuits, zoals het aanleggen en opruimen van werkwegen, werkterreinen en lieropstelplaatsen, en ook de verzwaring van de fundering vindt plaats als de lijn in bedrijf is. De mastverzwaringen van het mastlichaam kunnen plaatsvinden als beide circuits in bedrijf zijn, maar kunnen in de uitvoering ook gecombineerd worden met de geleider vervanging tijdens de VNB. De verzwaring van traversen kan doorgaans alleen tijdens de VNB plaatsvinden. In hoofdstuk 5 wordt hier nader op ingegaan.

Externe beïnvloeding
Elektromagnetische beïnvloeding (EMC)
Naar alle waarschijnlijkheid is het mogelijk om de klokgetallen van de opgewaardeerde 220 kV-verbinding te optimaliseren, waardoor de effecten van de elektromagnetische beïnvloeding gering blijven. Binnen het Beter Benutten Programma zijn deze optimalisaties namelijk ook toegepast, daaruit blijkt dat deze fase-optimalisatie doorgaans leiden tot gelijkblijvende of zelfs kleinere magneetveldzones. Voor de aanraakspanning bij normaal bedrijf, en voor de langdurig gemiddelde buisspanning, (d.w.z. de inductieve beïnvloeding) betekent het optimaliseren van de klokgetallen ervoor dat de elektromagnetische beïnvloeding niet toeneemt. Bij normaal bedrijf en langdurig gemiddelde buisspanning zijn beide circuits in bedrijf, en zorgt

de optimalisatie van klokgetallen ervoor dat de magneetvelden van beide circuits elkaar zoveel mogelijk opheffen. Dit werkt echter niet voor de situatie waarbij 1 circuit in onderhoud is. Dan is er geen compenserend effect van het magneetveld van het andere circuit. In de onderhoud situatie neemt de elektromagnetische beïnvloeding (d.w.z. de inductieve beïnvloeding) daardoor wel toe. Voor de magneetveldzone wordt er gekeken naar de situatie waarbij beide circuits in bedrijf zijn. Dus niet naar de situatie waarbij 1 circuit uit bedrijf is. Dat de magneetveldzone niet toeneemt door klokgetal optimalisatie, betekent dus niet dat de inductieve beïnvloeding niet toeneemt, omdat bij de inductieve beïnvloeding ook naar de onderhoud situatie wordt gekeken. De kortsluitstroom wordt niet groter, waardoor de potentiaaltrechters en de inductieve beïnvloeding bij kortsluiting niet toenemen. De bovengenoemde effecten zijn aandachtspunten voor een volgende fase en zijn niet meegenomen in deze effectenbeoordeling, omdat de exacte uitwerkingen van de klokgetallen optimalisatie en EMC-berekeningen niet worden uitgevoerd in deze fase.

Doorlooptijd
Het project 380 kV Vierverlaten - Ens en het project opwaardering 220 kV worden voor het criterium doorlooptijd als losse projecten beschouwd. Voor tracéalternatief 3 geldt dat er een enkele rij met Moldaumasten wordt gebouwd naast de bestaande 220 kV-verbinding. De bouw van een enkele rij Moldaumasten kan deels gelijktijdig plaatsvinden met de opwaardering van de 220 kV-verbinding. Of deze werkzaamheden ook geografisch gezien op dezelfde plek uitgevoerd kunnen worden, is nog niet bekend. Om te voorkomen dat de voor beide projecten benodigde VNB's elkaar beïnvloeden, is het essentieel om hiermee rekening te houden bij de bouwfasering en planning. Wanneer dit goed wordt afgestemd heeft dit geen invloed op de doorlooptijd. Het gegeven dat er bij tracéalternatief 3 voordeel zal zijn qua combinatie van werkterreinen is voor de doorlooptijd niet van belang, aangezien het trekken van de geleiders de doorlooptijd bepaalt. Het trekken van de geleiders dient namelijk in serie plaats te vinden. Dit is het gevolg van de eis dat er maar één circuit uit bedrijf mag tussen twee naast elkaar gelegen hoogspanningsstations. Anders gezegd wordt het kritieke pad van de planning niet bepaald door de aanleg van de werkterreinen.

Bij tracéalternatieven 4 en 5 inclusief de opwaardering van de 220 kV-verbinding beïnvloeden de projecten er niet of nauwelijks. Langs de A6/A7 wordt namelijk een nieuwe enkele Moldauverbinding gebouwd en grotendeels gelijktijdig kan de bestaande 220 kV-verbinding worden opgewaardeerd. Dit heeft geen invloed op de doorlooptijd.

4.2.5 Kosten

In het deelrapport Kosten worden de indexen bepaald van de verschillende alternatieven waarbij telkens het tracéalternatief met de laagste kosten de index 1 krijgt. Dit is gedaan voor zowel de stichtingskosten als de levensduurkosten waarbij de levensduurkosten eenmaal mét en eenmaal zonder congestiekosten zijn weergegeven. In het IEA-deelrapport Kosten is ervan uitgegaan dat de bestaande 220 kV hoogspanningsverbinding niet wordt opgewaardeerd.

In dit rapport is onderzocht wat er gebeurt met de indexen voor de stichtingskosten en de levensduurkosten (zonder congestiekosten) als de opwaardering van 220 kV-verbinding in de berekening wordt meegenomen.

De verschillen zijn berekend door een eenheidsprijs per kilometer in rekening te brengen voor het opwaarderen als extra post bij de stichtingskosten. Daarnaast worden de energieverliezen over de geleider bepaald voor het nieuwe type geleider bij gelijkblijvend transport. Dit is onderdeel van de levensduurkosten. De eenheidsprijs is bepaald op basis van vergelijkbare opwaarderingsprojecten die sinds 2019 zijn uitgevoerd in het kader van het programma Beter Benutten Bestaande 380 kV. De reden dat er alleen naar 380 kV-opwaarderingen is gekeken in plaats van 220 kV-opwaarderingen is dat er recentelijk geen 220 kV-verbindingen zijn opgewaardeerd. De verwachting is dat de kosten van de opwaardering van een 220 kV-verbinding redelijk in lijn zullen zijn met die van reeds uitgevoerde opwaarderingen van 380 kV-verbindingen.

5. Effectbeoordeling opwaardering 220 kV en vergelijking

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de beoordelingscriteria waarvan in hoofdstuk 4 is geconcludeerd dat naar verwachting sprake is van wezenlijke effecten. Op basis van de inzichten in de effecten van de opwaardering van de 220 kV-verbinding wordt voor de vijf IEA-thema's toegelicht of de effectbeoordeling van de tracéalternatieven 3, 4 en 5 wijzigt door het meenemen van de opwaardering van de 220 KV-verbinding in de totale beoordeling.

5.1 Milieu

Bodem

Risico op zetting

De 220 kV-hoogspanningsverbinding doorkruist over een grote lengte zettingsgevoelige gebieden. Bij het opwaarderen van de masten worden rondom de bestaande masten werkterreinen aangelegd. Om de oppervlakte van de werkterreinen in zettingsgevoelige gebieden te berekenen is het aantal masten in zettingsgevoelige bodem vermenigvuldigd met een oppervlakte van 0,5 ha/mast. Uit de GIS-analyse volgt dat 266 masten zich in zettingsgevoelig gebied bevinden. Daarmee is sprake van een oppervlakte van 133 ha (266 masten * 0,5 ha) in zettingsgevoelig gebied. Daarmee is sprake van een negatief effect. Als deze oppervlakte wordt opgeteld bij de oppervlaktes zettingsgevoelige gronden bij de tracéalternatieven 3, 4 en 5, dan verandert de beoordeling van negatief (effectbeoordeling: -) naar sterk negatief (effectbeoordeling: - -).

Natuur

Effecten op instandhoudingsdoelstellingen van habitattypen en soorten in Natura 2000-gebied(en)

Een van de bestaande masten van de 220 kV-verbinding ligt binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied Rottige Meenthe & Brandemeer. De werkterreinen rondom de mastvoeten liggen echter niet binnen habitattypen of leefgebieden. Bij de werkzaamheden moet wel rekening worden gehouden met habitattypen en leefgebieden in de nabijheid van de mast. Werkterreinen, bouwwegen en lierplaatsen moeten buiten de begrenzing van habitattypen of leefgebieden komen. Deze liggen in de bos- en moeraszone oostelijk van de huidige mast, de dijk langs de Jonkersvaart kent geen natuurwaarden met instandhoudingsdoelen. Bij werkzaamheden als bronbemaling, welke een effect kan hebben dat verder reikt, zal moeten worden onderzocht op welke manier deze het beste ingezet kan worden. Met maatregelen kunnen effecten op instandhoudingsdoelen worden voorkomen. Er zijn dan ook geen directe effecten door de werkzaamheden voor de opwaardering van de 220 kV-verbinding op Natura 2000 te verwachten. Wel kunnen bij de aanleg tijdelijk verstorende effecten optreden op met name vogels met instandhoudingsdoelen. De exacte locatie en omvang van werkterreinen en bouwwegen is nog niet bekend, waardoor op dit moment niet nader kan worden ingegaan op mogelijke effecten.

Daarnaast leiden de werkzaamheden tot extra stikstofdeposities in de aanlegfase met mogelijk gevolgen voor stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in omliggende Natura 2000-gebieden (zie bijlage 2). Daarmee kan sprake zijn van een negatief effect op instandhoudingsdoelen. De precieze omvang van het effect zal in een nadere ecologische beoordeling onderzocht moeten worden. Een mogelijke maatregel om

effecten te voorkomen is de inzet van emissieloos (elektrisch) materieel. De opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt (mogelijk) tot een meer negatieve beoordeling van het criterium “effecten op instandhoudingsdoelstellingen” (Natura 2000). Op het geheel leidt dit niet tot een meer negatieve beoordeling van de tracéalternatieven 3, 4 en 5, omdat deze beoordeling al zeer negatief is (effectbeoordeling: - -).

	Tracéalternatief 3		Tracéalternatief 4		Tracéalternatief 5	
	Excl. opwaardering	Incl. opwaardering	Excl. opwaardering	Incl. opwaardering	Excl. opwaardering	Incl. opwaardering
Maximale depositie in mol N/ha/j	0,11	0,57	0,12	0,49	0,10	0,50

Effecten op beschermde soorten en Rode lijst-soorten
Bij het inrichten van werkterreinen rond de masten, en de aanleg van bouwwegen en lierplaatsen kunnen verblijfplaatsen of leefgebieden van beschermde soorten aanwezig zijn. Deze gebieden kunnen worden aangetast of worden verstoord door werkzaamheden. Bij werkzaamheden aan masten, funderingen en geleiders kan verstoring optreden van beschermde soorten, zoals broedvogels in en rond de mast. Masten waar werkzaamheden aan moeten gebeuren, kunnen nesten herbergen van vogels, ook vogels waarvan de nesten jaarrond beschermd zijn, zoals boomvalk en slechtvalk. Deze kunnen tijdelijk worden verstoord of worden aangetast waarmee ze hun functie verliezen. Verstoring kan voorkomen worden door buiten periode te werken waarin de nesten worden gebruikt. Wanneer een nest niet kan worden behouden kan compensatie aan de orde zijn, waarvoor een vergunning nodig is. Op basis van waarnemingen in NDFF is momenteel niet met voldoende zekerheid te zeggen of en waar (nesten van) deze soorten aanwezig zijn, en de situatie kan bij uitvoering zijn veranderd. Er kan daardoor op dit moment niet nader worden ingegaan op mogelijke effecten. In een latere fase van het project zullen alle masten onderzocht dienen te worden op aanwezigheid van vogels met jaarrond beschermde nesten. Bij aanwezigheid zal vergunning moeten worden aangevraagd wanneer de nesten aangetast worden. Mogelijk kan compensatie nodig zijn in de vorm van het aanbrengen van nieuwe (kunst)nesten nabij de oude nestlocatie. De opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt (mogelijk) tot een meer negatieve beoordeling van het criterium “effecten op beschermde soorten en Rode lijst-soorten”. De beoordeling van de tracéalternatieven 3, 4 en 5 verschuift daardoor (mogelijk) van negatief (effectbeoordeling: -) naar sterk negatief (effectbeoordeling: - -).

Effecten op houtopstanden
Houtopstanden kunnen geraakt worden als er tijdelijke werkterreinen en bouwwegen worden aangelegd waarvoor houtopstanden gekapt moet worden. De exacte locatie en omvang van werkterreinen en bouwwegen is nog niet bekend. Bij de nadere uitwerking van de bouwwegen, werkterreinen en lierplaatsen zal zoveel mogelijk rekening worden gehouden met aanwezige beplanting. De eventueel te kappen beplanting zal naderhand worden gecompenseerd. Het is daarom niet de verwachting dat er effecten zullen optreden op houtopstanden. De huidige beoordeling van de tracéalternatieven 3 (effectbeoordeling negatief: -) en 4 en 5 (effectbeoordeling: - -) wijzigt daardoor niet.

Effecten op NNN
Met name op plekken waar de bestaande 220 kV-verbinding grotere NNN-gebieden doorsnijdt en masten binnen of zeer nabij NNN staan, kunnen werkzaamheden aan bestaande masten leiden tot (tijdelijke) aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden. NNN-gebieden waar masten in of in de directe omgeving van staan, zijn onder andere Rottige Meenthe (N14.02 Hoog- en laagveenbos, N12.02 Kruiden- en structuurrijk grasland), Rotstergaasterwallen (N10.02 Vochtig hooiland), gebied nabij Noordbergum, omgeving Hamstermieden (vooral N12.02), Polder de Kale Weg (vooral N12.02) en Polder De Dijken N12.02 en N13.01. Bij de bestaande 220 kV-verbinding liggen 60 masten binnen NNN-gebied.

Permanente aantasting kan optreden wanneer bij voorbereidende werkzaamheden natuurbeheertypen worden aangetast of er anderszins sprake is van aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden door bijvoorbeeld aantasting van leefgebied van soorten. Tijdelijke aantasting gebeurt wanneer verstoringsgevoelige soorten die deel uitmaken van de wezenlijke kenmerken en waarden worden verstoord in de aanlegfase. De exacte locatie en omvang van werkterreinen en bouwwegen is nog niet bekend, waardoor op dit moment niet nader kan worden ingegaan op mogelijke effecten. Op het geheel leidt dit niet tot een meer negatieve beoordeling van de tracéalternatieven 3, 4 en 5 omdat deze al zeer negatief is (effectbeoordeling: - -).

Effecten op weidevogelgebieden en ganzenfoerageergebieden
Opwaardering van de verbinding kan in de aanlegfase leiden tot tijdelijke verstoring van weidevogels in weidevogelgebieden in Groningen en Friesland. Dit speelt met name in de grotere gebieden zoals in Groningen de polders Hamstermieden, Polder de Kale Weg, De Drie Polders, en in Friesland de weidevogelgebieden direct ten zuiden/zuidoosten van Heerenveen en die tussen Heerenveen en Leeuwarden. De exacte locatie en omvang van werkterreinen, bouwwegen en lierplaatsen is nog niet bekend, waardoor op dit moment niet nader kan worden ingegaan op waar mogelijke effecten op kunnen treden. Verstorende effecten zullen enkel tijdelijk optreden tijdens de realisatiefase. Effecten in gebruiksfase zullen niet anders zijn dan in de huidige situatie. Een effectieve maatregel is het niet uitvoeren van werkzaamheden in de kwetsbare periode van de broedvogels (weidevogels) en gedurende de aanwezigheid van ganzen in herfst/winterperiode wanneer de werkzaamheden binnen de verstoringsafstand plaats zullen vinden. Door gefaseerd te werken kunnen mogelijk ook effecten worden voorkomen, dat zal voor elke specifieke situatie moeten worden beoordeeld. De opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt niet tot een meer negatieve beoordeling van het criterium “effecten op weidevogelgebieden en ganzenfoerageergebieden”, omdat de effecten niet permanent zijn. Dit leidt dan ook niet tot een andere beoordeling van de tracéalternatieven 3, 4 en 5, deze blijft zeer negatief (effectbeoordeling: - -).

Archeologie
Effect op gebieden met een hoge of middelhoge archeologische verwachting
De effectbeoordeling voor het beoordelingscriterium ‘gebieden met een hoge of middelhoge verwachtingswaarde’ is uitgevoerd op basis van een voor het deelrapport archeologie vervaardigde archeologische verwachtingskaart. Hierbij zijn de verschillende provinciale en gemeentelijke kaartlegenda’s vertaald naar één van de voor de onderhavige kaart gehanteerde kaarteenheden, in de vorm van een

standaard legenda:

- hoge archeologische verwachting (incl. AMK-terreinen);
- middelhoge archeologische verwachting;
- lage archeologische verwachting;
- overig (bijv. onbekend, onderzocht, verstoord, water, bebouwd).

Omdat de trefkans op archeologische waarden en vindplaatsen in gebieden met een lage archeologische verwachting klein is, wordt deze categorie en de categorie 'overig' niet in de effectbeoordeling meegenomen. De effectbeoordeling is gericht op de gebieden met een hoge of middelhoge archeologische verwachting.

In de onderstaande tabel is de oppervlakte berekend die nodig is voor het uitvoeren van de opwaarderingswerkzaamheden. Hierbij is het aantal masten in gebieden met een hoge en middelhoge archeologische verwachting vermenigvuldigd met een oppervlakte van (25 x 25 =) 625 m^2 per mast voor werkzaamheden aan de fundering. Deze oppervlakte wordt ook in het deelrapport archeologie gehanteerd. Het bestaat uit de omvang van de mast en een smalle zone daaromheen. Het merendeel van de masten staat in gebieden met een middelhoge verwachting. De werkzaamheden in deze gebieden leiden tot een negatief effect op gebieden met een hoge en middelhoge archeologische verwachting. Als deze oppervlaktes (in hectares) worden opgeteld bij de oppervlaktes doorsnijding van de tracéalternatieven 3, 4 en 5, dan verandert de beoordeling niet, deze blijft negatief (effectbeoordeling: -).

Archeologische verwachting	Aantal mastlocaties	Oppervlakte (ha)
Hoog	10	0,6
Middelhoog	321	20,1
Totaal	331	20,7

Tabel 5.1 Aantal masten in gebieden met hoge en middelhoge archeologische verwachting.

Effect op aardkundig waardevolle gebieden

Voor de effectbeoordeling is gebruik gemaakt van gegevens over aardkundig waardevolle gebieden uit de provinciale dataset Aardkundige waarden (INSPIRE), die wordt onderhouden door het Interprovinciaal Overleg (IPO). In aanvulling op deze dataset is voor enkele provincies informatie verzameld over specifieke aardkundig waardevolle gebieden uit provinciale documenten en bestanden die niet in de dataset Aardkundige waarden (INSPIRE) zijn opgenomen. In de onderstaande tabel is het aantal masten weergegeven dat binnen specifieke aardkundig waardevol gebieden staan. De doorsnijding van deze gebieden leidt tot een negatief effect op aardkundig waardevolle gebieden. Als deze oppervlaktes worden opgeteld bij de oppervlaktes doorsnijding aardkundig waardevolle gebieden van de tracéalternatieven 3, 4 en 5, dan verandert de beoordeling van de tracéalternatieven 3 en 4 niet, deze blijft negatief (effectbeoordeling: -). Alleen bij tracéalternatief 5 verandert de beoordeling van negatief (effectbeoordeling: -) naar sterk negatief (effectbeoordeling: - -).

Provincie	Aardkundig waardevol gebied	Aantal masten	Effect-berekening (ha)
Groningen	Pingoruïne Polmanlaan	1	0,06
Fryslân	Dobben, diverse gemeenten noordoosten, oosten	30	1,88
	Rotstergaast	3	0,19
Overijssel	Oude Kuinre en Blokzijl	1	0,06
Flevoland	Dekzandrug en loop Kuinder	6	0,38
	Stroomgebied Oer-Vecht en rivierduinen	8	0,5
	Stroomgebied Oer-IJssel met rivierduinen	7	0,44
Totaal		56	3,5

Tabel 5.2 Aantal masten in aardkundig waardevolle gebieden.

Leefomgeving en gezondheid

Effecten op geluidgevoelige gebouwen (realisatiefase)

Tijdens de realisatiefase van de opwaardering van de 220 kV-verbinding treden tijdelijk geluidseffecten op. De mogelijke hinder is onderzocht door het aantal geluidgevoelige gebouwen binnen de 150 meter zone van de bestaande 220 kV-verbinding in beeld te brengen. Door middel van een GIS-analyse is inzichtelijk gemaakt hoeveel geluidgevoelige gebouwen er in de geluidszone van 300 meter staan (150 meter aan weerszijden van de hartlijn). In de onderstaande tabel staat in de tweede kolom het aantal geluidgevoelige gebouwen zonder opwaardering, dit zijn de geluidgevoelige gebouwen in tracéalternatief 3, 4 en 5. Deze analyse is uitgevoerd in het deelrapport ‘Leefomgeving en gezondheid’. Uit de analyse voor de opwaardering blijkt dat er 438 geluidgevoelige gebouwen in de geluidszone staan, wanneer de bestaande 220 kV wordt opgewaardeerd. De geluidszone van de op te waarderen 220 kV overlapt met de geluidszone van de tracéalternatieven, in de onderstaande tabel is het aantal geluidsgevoelige gebouwen aangepast door de dubbelingen vanuit de overlappende zone te verwijderen. Bij tracéalternatief 3 loopt het tracé gedeeltelijk gelijk aan de huidige 220 kV-verbinding en is er overlap in de geluidszones, waardoor het aantal geluidgevoelige gebouwen dat in de geluidszone staat bij de opwaardering lager is. Ook bij tracéalternatief 4 en 5 zit er een kleine overlap in de geluidszone, waardoor het aantal geluidgevoelige gebouwen lager is. Voor deze geluidgevoelige gebouwen treedt mogelijk tijdelijk hinder op door de werkzaamheden. Dit is een negatief effect. Als de geluidgevoelige gebouwen van de opwaardering worden opgeteld bij het aantal geluidgevoelige gebouwen bij de tracéalternatieven 3, 4 en 5, dan verandert de beoordeling van tracéalternatief 3 niet, deze blijft negatief (effectbeoordeling: -). Voor tracéalternatief 4 en 5 verandert de beoordeling van beperkt negatief (effectbeoordeling: 0/-) naar sterk negatief (effectbeoordeling: - -).

Alternatief	Aantal geluidgevoelige gebouwen zonder opwaardering	Aanvullende geluidgevoelige gebouwen door opwaardering	Totaal	Verschil
Tracéalternatief 3 (enkele Moldau) + opwaardering 220 kV	402	121	523	+30%
Tracéalternatief 4 (enkele Moldau) + opwaardering 220 kV	209	434	643	+208%
Tracéalternatief 5 (enkele Moldau) + opwaardering 220 kV	261	434	695	+166%

Tabel 5.3 Toename aantal geluidgevoelige gebouwen door opwaardering 220 kV-verbinding.

Gebruiksfuncties

Oppervlakteverlies landbouwareaal

De aanleg van werkterreinen rondom de mast kan leiden tot tijdelijk ruimtebeslag op agrarische grond. Door middel van een GIS-analyse is inzichtelijk gemaakt hoeveel masten zich bevinden op agrarische grond. Dit aantal is vervolgens vermenigvuldigd met het oppervlak van de werkterreinen (0,5 ha per werkterrein). Hieruit volgt dat 337 masten zich bevinden op agrarische grond of net tussen twee agrarische percelen in. Dit betekent een tijdelijk ruimtebeslag van (337 masten *0,5 ha) 168,5 ha. Daarmee is sprake van een tijdelijk negatief effect. Als de effecten van de opwaardering van de 220 kV-verbinding worden opgeteld bij de effecten van de tracéalternatieven 3, 4 en 5, dan verandert de beoordeling van beperkt negatief (effectbeoordeling: 0/-) naar negatief (effectbeoordeling: -).

Duurzaamheid

Effecten circulariteit als gevolg van materiaalgebruik

De opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding zorgt voor aanvullende materiaalgebonden milieu-impact bij tracéalternatieven 3, 4 en 5. Het vervangen van de geleiders draagt daar voor het grootste deel aan bij. In de onderstaande tabel is uiteengezet welk effect dit heeft op de totale milieu-impact.

Alternatief	Milieu-impact zonder opwaardering [€]	Aanvullende milieu-impact door opwaardering [€]	Totaal [€]	Verschil
Tracéalternatief 3 (enkele Moldau) + opwaardering 220 kV	18.132.713	14.676.455	32.809.168	+81%
Tracéalternatief 4 (enkele Moldau) + opwaardering 220 kV	15.468.061	14.676.455	30.144.516	+95%
Tracéalternatief 5 (enkele Moldau) + opwaardering 220 kV	24.080.682	14.676.455	38.757.137	+61%

Tabel 5.4 Toename milieu-impact door opwaardering 220 kV-verbinding.

Tracéalternatieven 3 en 4 krijgen respectievelijk 81% en 95% meer milieu-impact, waardoor deze in de buurt komen bij de milieu-impact van tracéalternatief 1 en 2. Bij tracéalternatief 5 komt er 61% milieu-impact bij, waardoor deze in totaliteit meer milieu-impact heeft dat tracéalternatief 1 of 2. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de opwaardering een negatief effect heeft.

In de onderstaande tabel is aangegeven wat het effect is van de opwaardering van de 220 kV-verbinding op de beoordeling. Tracéalternatief 3 behoudt de totaalscore negatief (effectbeoordeling: -). Tracéalternatief 4 en 5 verslechteren allebei. De score van tracéalternatief 4 verandert van beperkt negatief (effectbeoordeling: 0/-) naar negatief (effectbeoordeling: -). De score van tracéalternatief 5 verandert van negatief (effectbeoordeling: -) naar sterk negatief (effectbeoordeling: - -).

Alternatief	Score voor opwaardering			Verschil	Score na opwaardering		
	MKI	Score	Totaal	zie tabel 5.4	MKI	Score	Totaal
3N	43%	-	-	+51%	94%	-	-
3Z	3%	0/-		+30%	33%	-	
4N	9%	0/-	0/-	52%	61%	-	-
4Z	0%	0/-		43%	43%	-	
5N	3%	0/-	-	29%	32%	-	- -
5Z	123%	- -		32%	155%	- -	

Tabel 5.5 Verandering van de beoordeling van de effecten circulariteit als gevolg van materiaalgebruik.

Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO_2 eq.) door materieel in de realisatiefase

De opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding zorgt voor aanvullende bouwwerkzaamheden bij tracéalternatieven 3, 4 en 5. In de onderstaande tabel is uiteengezet welk effect dit heeft op de totale CO_2-uitstoot. Tracéalternatieven 3 en 4 krijgen respectievelijk 68% en 79% meer CO_2-uitstoot, waardoor deze in de buurt komen bij de CO_2-uitstoot van tracéalternatief 1 en 2. Bij tracéalternatief 5 komt er 24% CO_2-uitstoot bij, waardoor dit tracéalternatief nog steeds de meeste CO_2-uitstoot heeft. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de opwaardering een negatief effect heeft.

	CO_2-uitstoot zonder opwaardering [ton CO_2-eq.]	Aanvullende CO_2-uitstoot door opwaardering [ton CO_2-eq.]	Totaal [ton CO_2-eq.]	Verschil
Tracéalternatief 3 (enkel Moldau) + opwaardering 220 kV	14.057	9.611	23.668	+68%
Tracéalternatief 4 (enkel Moldau) + opwaardering 220 kV	12.235	9.611	21.846	+79%
Tracéalternatief 5 (enkel Moldau) + opwaardering 220 kV	39.248	9.611	48.859	+24%

Tabel 5.6 Toename CO_2-uitstoot door opwaardering 220 kV-verbinding.

In de onderstaande tabel is aangegeven wat het effect is van de opwaardering van de 220 kV-verbinding op de beoordeling. Tracéalternatief 3, 4 en 5 scoren alle drie slechter. De score van tracéalternatief 3, 4 en 5 verandert van negatief (effectbeoordeling: -) naar sterk negatief (effectbeoordeling: - -).

Alternatief	Score voor opwaardering			Verschil	Score na opwaardering		
	CO2	Score	Totaal	zie tabel 5.5	CO_2	Score	Totaal
3N	24%	0/-	-	+43%	67%	-	- -
3Z	149%	- -		+25%	174%	- -	
4N	36%	-	-	+43%	79%	-	- -
4Z	89%	-		+36%	125%	- -	
5N	0%	0/-	-	+11%	11%	-	- -
5Z	841%	- -		+13%	854%	- -	

Tabel 5.7 Verandering van de beoordeling van de effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO2 eq.) door materieel in de realisatiefase.

Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO_2 eq.) door netverliezen in gebruiksfase

De opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding zorgt voor minder netverliezen bij tracéalternatieven 3, 4 en 5. In onderstaande tabel is uiteengezet welk effect dit heeft op de totale CO_2-uitstoot. Tracéalternatief 4 stoot door de opwaardering 37% minder CO_2 uit, waardoor dit tracéalternatief een lagere CO_2-uitstoot heeft dan tracéalternatief 1 en 2. Tracéalternatief 3 en 5 stoten respectievelijk 34% en 35% minder CO_2 uit, waardoor deze in de buurt komen bij de CO_2-uitstoot van tracéalternatief 1 en 2. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de opwaardering een positief effect heeft.

	CO_2-uitstoot voor opwaardering [ton CO_2-eq.]	CO_2-uitstoot na opwaardering [ton CO_2-eq.]	Verschil
Tracéalternatief 3 (enkel Moldau) + opwaardering 220 kV	74.530,23	49.204,21	-34%
Tracéalternatief 4 (enkel Moldau) + opwaardering 220 kV	67.902,36	42.576,34	-37%
Tracéalternatief 5 (enkel Moldau) + opwaardering 220 kV	71.816,83	46.490,81	-35%

Tabel 5.8 Afname CO_2-uitstoot door minder netverliezen door opwaardering 220 kV-verbinding.

In de onderstaande tabel is aangegeven wat het effect is van de opwaardering van de 220 kV-verbinding op de beoordeling. Tracéalternatief 3 behoudt de totaalscore negatief (effectbeoordeling: -). Tracéalternatief 4 en 5 krijgen een betere score. De score van tracéalternatief 4 en 5 verandert van sterk negatief (effectbeoordeling: - -) naar negatief (effectbeoordeling: -).

Alternatief	Score voor opwaardering			Verschil	Score na opwaardering		
	CO2	Score	Totaal	zie tabel 5.6	CO_2	Score	Totaal
3N	156%	- -	**- -**	-21%	135%	- -	**- -**
3Z	53%	-		-13%	40%	-	
4N	119%	- -	**- -**	-20%	99%	-	**-**
4Z	54%	-		-17%	37%	-	
5N	116%	- -	**- -**	17%	99%	-	**-**
5Z	78%	-		18%	60%	-	

Tabel 5.9 Verandering van de beoordeling van de effecten op het klimaat als gevolg van netverliezen

5.2 Omgeving

Voor de opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding zijn toegangswegen, lierplaatsen en werkterreinen nodig. Daarnaast worden er werkzaamheden aan de mast en geleiders verricht. Deze werkzaamheden kunnen overlast in de omgeving met zich meebrengen. Voor tracéalternatief 3 geldt dat er een enkele rij met Moldaumasten wordt gebouwd naast de bestaande 220 kV-verbinding. De bouw van een enkele rij Moldaumasten kan deels gelijktijdig plaatsvinden met de opwaardering van de 220 kV-verbinding. Of deze werkzaamheden ook geografisch gezien op dezelfde plek uitgevoerd kunnen worden, is nog niet bekend. Hierdoor bestaat de kans op een langere periode van overlast, ook wanneer deze twee activiteiten gelijktijdig worden uitgevoerd. De werkwegen die nodig zijn kunnen voor zowel de opwaardering als de aanleg van de nieuwe 380 kV-verbinding worden gebruikt in het geval van tracéalternatief 3. Deze werkwegen blijven hierdoor mogelijk langer in het gebied aanwezig.

Bij tracéalternatieven 4 en 5 inclusief de opwaardering van de 220 kV-verbinding geldt dat er maar één hindermoment is, maar dat dit voor een groter gebied geldt. Langs de A6/A7 wordt namelijk een nieuwe enkele Moldauverbinding gebouwd en grotendeels gelijktijdig kan de bestaande 220 kV-verbinding worden opgewaardeerd. Dit betekent dat personen, op verschillende plekken in de omgeving, hinder kunnen ervaren.

5.3 Toekomstvastheid

Energiescenario's
De transportcapaciteit van de geleiders per circuit van de nieuwe 380 kV-verbinding en de bestaande 220 kV-verbinding is in beide gevallen 4 kA na opwaardering. Dit biedt voldoende transportcapaciteit en lost daarmee de geïdentificeerde knelpunten, zoals omschreven in het Investeringsplan Net op Land 2024-2033 (IP24-33), op.

Capaciteitsuitbreidingen
Bij de opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding zal de capaciteit van de twee circuits bij de tracéalternatieven 3, 4 en 5 naar 4 kA gebracht worden. Dit brengt met zich mee dat een mogelijke toekomstige verdere opwaardering of het mogelijke gebruik van de verbinding op een spanningsniveau van

380 kV niet te realiseren is zonder ingrijpende maatregelen in zowel procedures als voor de omgeving. Een verdere uitbreiding van capaciteit zou met zich meebrengen dat er een nieuwe verbinding gebouwd moet worden. Kijkend naar de levensduur wordt de 220 kV-verbinding getoetst aan de huidige normen (afkeurniveau) en indien nodig aangepast naar het verbouwniveau (zie paragraaf 3.4.2). In het algemeen wordt de technische levensduur dus vergroot.

Tracéalternatieven 3 en 4 zijn in het geheel als positief beoordeeld (effectbeoordeling: +) en tracéalternatief 5, in verband met de 110 kV-verkabeling, beperkt positief (effectbeoordeling: 0/+). Daarmee hebben tracéalternatieven 3, 4 en 5 door de opwaardering een betere score gekregen. De opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt dus tot een meer positieve beoordeling van het criterium robuustheid.

5.4 Techniek

Binnen het thema techniek heeft de opwaardering effecten op de technische maakbaarheid. De effecten worden onderstaand toegelicht.

Bereikbaarheid verbinding en mastlocaties
Bij het opwaarderen nabij tracéalternatief 3 zijn er geen bijkomende risico's met betrekking tot de bereikbaarheid van de verbinding en mastlocaties, aangezien de bereikbaarheid hetzelfde is als bij tracéalternatief 3. Voor de tracéalternatieven 4 en 5 worden de benoemde risico’s in paragraaf 4.2.4 wel meegenomen. Voornamelijk de lengte van de verbinding, vele kruisingen met vaarwegen en zettingsgevoelig gebied zorgen bij dit sub-criterium voor extra risico's voor de tracéalternatieven 4 en 5.

Ruimte voor werkterreinen en toegangswegen op mastlocaties
Bij tracéalternatief 3 kan er tijdens het opwaarderen gebruikt worden gemaakt van de werkterreinen en toegangswegen van tracéalternatief 3. Desondanks zijn er wel grotere werkterreinen en langer toegangswegen nodig, dus zijn er wel extra risico's. Maar dit zijn kleinere risico's vergeleken met de tracéalternatieven 4 en 5, waar volledig nieuwe werkterreinen en toegangswegen gerealiseerd moeten worden.

Complexiteit, tijdelijke voorzieningen en kruisingen
Bij tracéalternatief 3 zijn qua complexiteit, tijdelijke voorzieningen en kruisingen al maatregelen getroffen, des ondanks moet er voor het opwaarderen extra maatregelen genomen worden bij de complexe situaties, zoals kruisingen met ander hoogspanningsverbindingen en vaarwegen. Voor de tracéalternatieven 4 en 5 zijn deze maatregelen nog niet genomen ter plaatse van de opwaardering, daarom zijn er ook hier hogere risico's met betrekking tot complexiteit, tijdelijke voorzieningen en kruisingen.

Voorziene niet beschikbaarheid (VNB)
Op het sub-criterium van voorziene niet-beschikbaarheid scoren alle tracéalternatieven hetzelfde. Er is echter een hoog risico met betrekking tot de VNB’s. Tijdens het opwaarderen wordt telkens één circuit tussen twee hoogspanningstations uit bedrijf genomen. Aangezien er tussen Vierverlaten en Ens vier hoogspanningstations en twee circuits zijn, betekent dit dat er acht keer een VNB nodig is voor het

opwaarderen. Vanwege de belastbaarheid van de gehele 220 kV-ring is het niet mogelijk om één circuit uit bedrijf te nemen als er elders in de ring een storing of calamiteit optreedt. Bovendien betreft het langdurige VNB's in vergelijking met de VNB's die noodzakelijk zijn bij een kruising met een 110 kV-verbinding. De op te waarderen 220 kV-verbinding heeft in totaal zeven kruisingen met een 110 kV-verbinding. De risico's met betrekking tot de VNB's zijn groter in het noordelijke gedeelte van het tracé, aangezien daar meer VNB's nodig zijn.

Veiligheid bij realisatie
Gezien het feit dat bij tracéalternatief 3 er meerdere werkzaamheden in dezelfde omgeving plaatsvinden zorgt ervoor dat er hogere risico's zijn met betrekking tot veiligheid. Doordat de nieuwe 380 kV-verbinding naar verwachting niet eerder in gebruik wordt genomen dan de opwaardering, wordt er niet gewerkt naast een in gebruik zijnde 380 kV-verbinding. Verder zijn er weinig verschillen tussen de tracéalternatieven 3, 4 en 5. De hogere risico's worden voornamelijk veroorzaakt door de lengte, omdat er veel kilometers worden opgewaardeerd, wat ook leidt tot meer risico's. Daardoor zijn de risico's in het noordelijke gedeelte groter.

Beoordeling technische maakbaarheid
Op basis van bovenstaande beschreven effecten zorgt dit ervoor dat het totale risicoprofiel voor technische maakbaarheid van tracéalternatief 3 van zeer laag (+) naar laag (0/+) gaat als de opwaardering is meegenomen. Het totale risicoprofiel voor technische maakbaarheid van tracéalternatief 4 en 5 wijzigt van zeer laag (+) naar hoog (0/-) als de opwaardering is meegenomen. Dit is in onderstaand figuur weergegeven.

Thema: technische maak- en haalbaarheid	Tracéalternatief 3	Tracéalternatief 4	Tracéalternatief 5
Zonder opwaardering	+	+	+
Met opwaardering	0/+	0/-	0/-

Tabel 5.10 Samenvatting effectbeoordeling effecten op technische maak- en haalbaarheid

5.5 Kosten

De opwaardering van de 220 kV-hoogspanningsverbinding brengt extra stichtingskosten met zich mee ten opzichte van de situatie dat dit niet gedaan wordt, zoals het geval is bij tracéalternatief 1 en 2. Tracéalternatief 3, 4 en 5 zullen dus duurder worden qua stichtingskosten indien daar een opwaardering aan toegevoegd wordt. Dat zal de index verhogen van de tracéalternatieven 3, 4 en 5.

Voor de levensduurkosten zal daar ook een klein effect zijn. Bij een opwaardering zal de geleider een wat grotere geleidbaarheid krijgen waardoor bij gelijk transport het netverlies lager wordt. Hieronder volgt een

samenvattend overzicht van de kostenindex van de onderzochte tracéalternatieven met betrekking tot de stichtingskosten. In tabel 5.11 zijn de indexen zichtbaar in vergelijking met en zonder opwaardering. Te zien is dat tracéalternatief 4 nog steeds de laagste kosten heeft.

Thema: Kosten	Tracéalternatief 3	Tracéalternatief 4	Tracéalternatief 5
Zonder opwaardering	1,29	1,00	1,23
Met opwaardering	1,53	1,23	1,46

Tabel 5.11 Samenvatting effectbeoordeling effect op stichtingskosten

Hieronder volgt een samenvattend overzicht van de kostenindex van de onderzochte tracéalternatieven met betrekking tot de levensduurkosten zonder congestiekosten. In tabel 5.12 zijn de indexen zichtbaar in vergelijking met en zonder opwaardering. Te zien is dat tracéalternatief 4 nog steeds de laagste kosten heeft.

Thema: Kosten	Tracéalternatief 3	Tracéalternatief 4	Tracéalternatief 5
Zonder opwaardering	1,21	1,00	1,15
Met opwaardering	1,35	1,14	1,29

Tabel 5.12 Samenvatting effectbeoordeling effect op levensduurkosten zonder congestiekosten

5.6 Leemten in kennis

In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van uitgangspunten voor een 220 kV opwaardering, zoals beschreven in hoofdstuk 3. Op basis van deze uitgangspunten zijn de effecten in beeld gebracht. De uitgangspunten zijn bepaald op basis van vergelijkbare opwaarderingsprojecten die sinds 2019 zijn uitgevoerd in het kader van het programma Beter Benutten Bestaande 380 kV. Hoewel deze uitgangspunten uiterst nauwkeurig zijn bepaald en voortkomen uit eerdere opwaarderingen, is nader onderzoek nodig om de concrete uitgangspunten voor de opwaardering van het westelijk deel te bepalen. De aanname is dat de 220 kV opwaarderingswerkzaamheden in het gebied zoveel mogelijk gelijktijdig zullen worden uitgevoerd met de realisatie van de 380kV mastenrij(en). Dit zal een grotere mate van complexiteit toevoegen aan de projecten, dat in de volgende fase goed onderzocht moet worden, ook met betrekking tot mogelijke extra kosten om deze werkzaamheden gelijktijdig uit te voeren. Momenteel loopt er een onderzoek naar de opwaardering van de 220 kV-ring. Ten tijde van het uitvoeren van dit onderzoek zijn hier nog geen resultaten van bekend. Door deze onzekerheid is het gevolg dat de ingeschatte kosten waarschijnlijk een onderschatting zijn van de daadwerkelijke benodigde investering en uiteindelijk hoger zullen uitvallen.

6. Conclusie en vergelijking met tracéalternatief 1 en 2

In hoofdstuk 5 is per thema toegelicht of de opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt tot een andere beoordeling van de tracéalternatieven 3, 4 en 5. In dit hoofdstuk worden de beoordelingscriteria toegelicht waarbij de opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt tot een andere beoordeling van de tracéalternatieven 3, 4 en 5. Deze worden vervolgens vergeleken met de beoordeling van tracéalternatief 1 en 2. Er wordt afgesloten met een algemene conclusie.

6.1 Milieu

Doordat de bestaande 220 kV-verbinding blijft staan blijkt uit de effectbeoordeling dat de milieueffecten vooral tijdelijk van aard zijn. De meeste milieueffecten worden veroorzaakt door de voorbereidende en uitvoerende werkzaamheden. Door de opwaardering mee te nemen in de effectbeoordeling van tracéalternatief 3, 4 en 5 zijn er een aantal beoordelingscriteria binnen het thema milieu die negatiever beoordeeld worden. Ook zijn er een aantal beoordelingscriteria waarbij er door de opwaardering geen onderscheid meer is in de beoordeling van de vijf tracéalternatieven. Onderstaand worden de beoordelingscriteria vanuit het thema milieu toegelicht waarbij de opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt tot een andere beoordeling van de tracéalternatieven 3, 4 en 5. Deze worden vervolgens vergeleken met de beoordeling van tracéalternatief 1 en 2.

Bodem

Risico op zetting

Als de effecten van de opwaardering van de 220 kV-verbinding worden opgeteld bij de effecten van de tracéalternatieven 3, 4 en 5, dan verandert de beoordeling van het criterium “risico op zetting” van negatief (effectbeoordeling: -) naar sterk negatief (effectbeoordeling: - -). Dat betekent dat er voor het criterium “risico op zetting” geen onderscheid meer is tussen de tracéalternatieven; alle tracéalternatieven worden nu zeer negatief beoordeeld (effectbeoordeling: - -).

Natuur

Effecten op instandhoudingsdoelstellingen van habitattypen en soorten in Natura 2000-gebied(en)

De werkzaamheden leiden tot extra stikstofdeposities in de aanlegfase met mogelijk gevolgen voor stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in omliggende Natura 2000-gebieden. Daarmee kan sprake zijn van een negatief effect op instandhoudingsdoelen. De precieze omvang van het effect zal in een nadere ecologische beoordeling onderzocht moeten worden. Als de stikstofdeposities van de opwaardering van de 220 kV-verbinding worden opgeteld bij de effecten van de tracéalternatieven 3, 4 en 5 is er nauwelijks onderscheid meer tussen de tracéalternatieven.

Effecten op beschermde soorten en Rode lijst-soorten

De opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt (mogelijk) tot een meer negatieve beoordeling van het criterium “effecten op beschermde soorten en Rode lijst-soorten”. De beoordeling van de tracéalternatieven 3, 4 en 5 verschuift daardoor (mogelijk) van negatief (effectbeoordeling: -) naar sterk negatief (effectbeoordeling: - -). Dat betekent dat er geen onderscheid meer is tussen de tracéalternatieven; alle tracéalternatieven worden nu zeer negatief beoordeeld (effectbeoordeling: - -).

Aardkundige waarden

Effect op aardkundig waardevolle gebieden

De opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt tot een meer negatieve beoordeling van het criterium “aardkundige waarden”. Als de effecten van de opwaardering van de 220 kV-verbinding worden opgeteld bij de effecten van de tracéalternatieven 3, 4 en 5, dan verandert de beoordeling van de tracéalternatieven 3 en 4 niet, deze blijft negatief (effectbeoordeling: -). Alleen bij tracéalternatief 5 verandert de beoordeling van negatief (effectbeoordeling: -) naar sterk negatief (effectbeoordeling: - -). Dat betekent dat tracéalternatief 5 (effectbeoordeling: - -) negatiever scoort dan de tracéalternatieven 1 en 2 (effectbeoordeling: -).

Leefomgeving en gezondheid

Effecten op geluidgevoelige gebouwen (realisatiefase)

De opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt tot een meer negatieve beoordeling van het criterium “geluidgevoelige gebouwen”. Als de effecten van de opwaardering van de 220 kV-verbinding worden opgeteld bij de effecten van de tracéalternatieven 3, 4 en 5, dan verandert de beoordeling van tracéalternatief 3 niet, deze blijft negatief (effectbeoordeling: -). Bij de tracéalternatieven 4 en 5 verandert de beoordeling van beperkt negatief (effectbeoordeling: 0/-) naar negatief (effectbeoordeling: -). Dat betekent dat er voor het criterium “effect op geluidgevoelige gebouwen” geen onderscheid meer is tussen de tracéalternatieven 2, 3, 4 en 5; deze tracéalternatieven worden nu allemaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: - -). Tracéalternatief 1 is nog steeds het minst gunstigste tracéalternatief met een zeer negatieve beoordeling (effectbeoordeling: - -).

Gebruiksfuncties

Oppervlakteverlies landbouwareaal

De opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt tot een meer negatieve beoordeling van het criterium “oppervlakteverlies landbouwareaal”. Als de effecten van de opwaardering van de 220 kV-verbinding worden opgeteld bij de effecten van de tracéalternatieven 3, 4 en 5, dan verandert de beoordeling van beperkt negatief (effectbeoordeling: 0/-) naar negatief (effectbeoordeling: -). Dat betekent dat er voor het criterium

“oppervlakteverlies landbouwareaal” geen onderscheid meer is tussen de tracéalternatieven; alle tracéalternatieven worden nu negatief beoordeeld (effectbeoordeling: -).

Duurzaamheid

Effecten circulariteit als gevolg van materiaalgebruik

De opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt tot een meer negatieve beoordeling van het criterium “effecten circulariteit als gevolg van materiaalgebruik”. Tracéalternatieven 3 en 4 hebben na het meenemen van de effecten van de opwaardering nog steeds een minder negatief effect op circulariteit dan tracéalternatieven 1 en 2. Tracéalternatief 5 heeft daarentegen een vergelijkbaar sterk negatief effect (effectbeoordeling: - -) als tracéalternatief 1 en 2 gekregen.

Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO_2 eq.) door materieel in de realisatiefase

De opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt tot een meer negatieve beoordeling van het criterium “effecten op klimaat als gevolg van uitstoot broeikasgassen door materieel in de aanlegfase”. Tracéalternatieven 3, 4 en 5 hebben na het meenemen van de effecten van de opwaardering een vergelijkbaar sterk negatief effect (effectbeoordeling: - -) als tracéalternatief 1 en 2 gekregen. Dat betekent dat er voor dit criterium geen onderscheid meer is tussen tracéalternatieven.

Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO_2 eq.) door netverliezen in gebruiksfase

De opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt tot een meer positieve beoordeling van het criterium “effecten op klimaat als gevolg van uitstoot broeikasgassen door netverliezen in de gebruiksfase”. Tracéalternatief 3 heeft na het meenemen van de effecten van de opwaardering (nog steeds) een negatiever effect op het klimaat dan tracéalternatieven 1 en 2. Tracéalternatieven 4 en 5 hebben daarentegen een vergelijkbaar negatief effect als tracéalternatief 1 en 2 gekregen. Dat betekent dat er voor dit criterium geen onderscheid meer is tussen tracéalternatieven 1, 2, 4 en 5.

6.2 Omgeving

Voor de opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding zijn toegangswegen, lierplaatsen en werkterreinen nodig, daarnaast worden er werkzaamheden aan de mast en geleiders verricht. Deze werkzaamheden kunnen mogelijk overlast in de omgeving met zich meebrengen.

Bij de tracéalternatieven 1 en 2 wordt een dubbele Moldauverbinding gerealiseerd. Zodra de dubbele Moldauverbinding gerealiseerd is wordt de bestaande 220 kV-verbinding verwijderd. Dit betekent dat er voor bewoners tweemaal werkzaamheden in de omgeving plaatsvinden.

Voor tracéalternatief 3 geldt dat er een enkele rij met Moldaumasten wordt gebouwd naast de bestaande 220 kV-verbinding. De bouw van een enkele rij Moldaumasten kan grotendeels gelijktijdig plaatsvinden met de opwaardering van de 220 kV-verbinding en werkwegen kunnen mogelijk voor beide werkzaamheden gebruikt worden. Of deze werkzaamheden ook geografisch gezien op dezelfde plek uitgevoerd worden is nog niet bekend. Daardoor is de kans aanwezig dat hierbij een langere periode van overlast ontstaat,

ondanks dat deze twee activiteiten tegelijkertijd kunnen plaatsvinden.

Bij tracéalternatieven 4 en 5 inclusief de opwaardering van de 220 kV-verbinding geldt dat er maar één hindermoment is, maar dat dit voor een groter gebied geldt. Langs de A6/A7 wordt namelijk een nieuwe enkele Moldauverbinding gebouwd en grotendeels gelijktijdig kan de bestaande 220 kV-verbinding worden opgewaardeerd. Dit betekent dat personen, op verschillende plekken in de omgeving, hinder kunnen ervaren.

6.3 Toekomstvastheid

De opwaardering van de bestaande 220 kV-verbinding biedt samen met tracéalternatieven 3, 4 of 5 voldoende capaciteit om de huidige knelpunten op te lossen. Deze tracéalternatieven hebben beperkte mogelijkheden voor mogelijke toekomstige uitbreidingen zoals bijvoorbeeld een aanpassing van de 220 kV-verbinding naar 380 kV, wat zonder ingrijpende maatregelen in zowel procedures als voor de omgeving niet mogelijk is. In het geval van tracéalternatieven 1 en 2 is dit wel mogelijk zonder ingrijpende maatregelen 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. Daarnaast heeft de opgewaardeerde 220 kV-verbinding, ondanks het vervangen van technische componenten, een kleinere technische levensduur in vergelijking met tracéalternatieven 1 en 2. Dit komt omdat het verbouwniveau lager is dan het nieuwbouwniveau. Daarom zit er een klein verschil in levensduur tussen tracéalternatieven 1, 2 (grotere technische levensduur) en 3, 4 en 5 (kleinere technische levensduur) (zie paragraaf 3.4.2).

De opwaardering van de 220 kV-verbinding leidt voor tracéalternatieven 3, 4 en 5 tot een meer positieve beoordeling van het criterium robuustheid. Vanwege deze meer positieve beoordeling wordt het verschil in robuustheid tussen tracéalternatieven 1 en 2 en tracéalternatieven 3, 4 en 5 kleiner.

6.4 Techniek

Onderstaand worden de extra risico’s benoemd die worden veroorzaakt door het opwaarderen van de 220 kV-verbinding. Het uiteindelijke risicoprofiel is een optelling van de risico’s van de tracéalternatieven 3, 4 en 5 en de 220 kV opwaardering.

Op de criteria technische maakbaarheid zijn er extra risico's vanwege de opwaardering. Bij tracéalternatief 3 kunnen veel werkzaamheden en maatregelen worden gecombineerd, des ondanks zijn er wel extra risico's. De extra risico’s zijn met name te zien bij complexiteit, tijdelijke voorzieningen, kruisingen, VNB's en veiligheid bij realisatie. De benodigde VNB’s die nodig zijn voor het opwaarderen zorgen voor hogere risico’s. Dit zorgt ervoor dat het totale risicoprofiel voor technische maakbaarheid van tracéalternatief 3 van zeer laag (+) naar laag (0/+) gaat als de opwaardering is meegenomen.

Op het criterium technische maakbaarheid zijn er voor elk sub-criterium extra risico’s voor tracéalternatief 4 en 5 vanwege de opwaardering. Dit komt doordat er bij tracéalternatief 4 en 5 geen mogelijkheid is om werkzaamheden te combineren. Het meest onderscheidende risico zijn de VNB’s die benodigd zijn voor het opwaarderen. Voor de rest zijn de extra risico’s gerelateerd aan de lengte, kruisingen met vaarwegen,

zettingsgevoelige gebieden, vogelweidegebieden en kruisingen met 110 kV-verbindingen. Dit zorgt ervoor dat het totale risicoprofiel voor technische maakbaarheid van tracéalternatief 4 en 5 van zeer laag (+) naar hoog (0/-) gaat als de opwaardering is meegenomen.

Het totale risicoprofiel voor technische maakbaarheid van tracéalternatief 1 en 2 is beoordeeld als neutraal (0). Dit betekent dat tracéalternatief 4 en 5 voor technische maakbaarheid een hoger risicoprofiel hebben als de opwaardering van de 220 kV is meegenomen in de beoordeling. Dit is weergegeven in tabel 6.1. Op de andere beoordelingscriteria binnen het thema techniek blijft de beoordeling ongewijzigd.

Thema: technische maak- en haalbaarheid	Tracéalternatief 1	Tracéalternatief 2	Tracéalternatief 3	Tracéalternatief 4	Tracéalternatief 5
Zonder opwaardering	**0**	**0**	**+**	**+**	**+**
Met opwaardering	0	0	0/+	0/-	0/-

Tabel 6.1 Samenvatting effectbeoordeling technische maak- en haalbaarheid

6.5 Kosten

De opwaardering van de 220 kV hoogspanningsverbinding brengt extra stichtingskosten met zich mee ten opzichte van de situatie dat dit niet gedaan wordt, zoals het geval is bij tracéalternatief 1 en 2. Tracéalternatief 3, 4 en 5 worden duurder worden qua stichtingskosten indien daar een opwaardering aan toegevoegd wordt. Dat zal de index verhogen van de tracéalternatieven 3, 4 en 5, zoals weergegeven in tabel 6.2. In vergelijking met tracéalternatief 1 en 2 zijn de verschillen in indexen minder groot geworden.

Stichtingskosten	Tracéalternatief 1	Tracéalternatief 2	Tracéalternatief 3	Tracéalternatief 4	Tracéalternatief 5
Zonder opwaardering	2,28	2,25	1,29	1,00	1,23
Met opwaardering	2,28	2,25	1,53	1,23	1,46

Tabel 6.1 Samenvatting effectbeoordeling effect op stichtingskosten

Voor de levensduurkosten zal daar ook een klein effect zijn. Bij een opwaardering zal de geleider een wat grotere geleidbaarheid krijgen waardoor bij gelijk transport het energieverlies wat lager wordt. Dit is weergegeven in tabel 6.3. In vergelijking met tracéalternatief 1 en 2 zijn de verschillen in indexen minder groot geworden.

Levensduurkosten zonder congestiekosten	Tracéalternatief 1	Tracéalternatief 2	Tracéalternatief 3	Tracéalternatief 4	Tracéalternatief 5
Zonder opwaardering	1,58	1,56	1,21	1,00	1,15
Met opwaardering	1,58	1,56	1,35	1,14	1,29

Tabel 6.3 Samenvatting effectbeoordeling effect op levensduurkosten zonder congestiekosten

7. Bijlagen
Bijlage 1: Verklarende woordenlijst en afkortingen

Verklarende woordenlijst

Aardkundige waarden
Aardkundige waarden zijn die onderdelen van het landschap die iets vertellen over de natuurlijke ontstaanswijze van een gebied. Het kan gaan om een object of om een patroon dat bestaat uit een combinatie van objecten, zoals bijvoorbeeld het ontstaan van watergangen en kweekruggen. Veel aardkundig waardevolle gebieden zijn kwetsbaar voor ingrepen. Wanneer een ingreep plaatsvindt, kan het landschap niet meer op natuurlijke wijze gevormd worden (meer informatie staat op www.aardkundigewaarden.nl).

AMK-terrein
Archeologische Monumentenkaart-terrein. De Archeologische Monumentenkaart (AMK) bevat een overzicht van archeologische terreinen in Nederland, waarvan de waarde in principe is vastgesteld. Er wordt van een vastgestelde waarde gesproken als er waarderend archeologisch onderzoek is uitgevoerd.

Archeologische verwachtingswaarde
De archeologische verwachtingswaarde verwijst naar de kans dat er archeologische resten aanwezig zijn in een bepaald gebied. De aanwezigheid van archeologische waarden moet worden vastgesteld door middel van archeologisch onderzoek. Op de archeologische verwachtingskaart is aangegeven in hoeverre verwacht wordt dat er archeologische waarden aangetroffen kunnen worden. De klasse van verwachtingswaarde wordt aangegeven met hoog, middelhoog of laag.

Autonome ontwikkelingen
Ruimtelijke ontwikkelingen (zoals de aanleg van wegen, woonwijken of bedrijventerreinen) waarover besluitvorming heeft plaatsgevonden en die worden gerealiseerd ongeacht de aanleg van de nieuwe hoogspanningsverbinding.

Belasting hoogspanningsverbindingen
De op een bepaald moment benutte capaciteit van de hoogspanningsverbinding.

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

Bevoegd gezag
Een of meer overheidsinstanties die bevoegd zijn om over de activiteit van de initiatiefnemer een besluit te nemen. Bij dit project zijn de ministers van Klimaat en Groene Groei en van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening het bevoegd gezag. Voor vergunningen zijn dat gemeenten, provincies, Rijkswaterstaat, waterschappen en een aantal ministeries.

Bovenregionale infrastructuur
Infrastructuur zoals snelwegen, kanalen, spoorverbindingen of energie-infrastructuur die twee of meer regio’s met elkaar verbinden.

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.

Cultuurhistorie
De zichtbare sporen van menselijk handelen in het landschap. Hierbij gaat het om de kenmerken in het landschap die de historische relatie tussen mens en landschap laten zien. Onder cultuurhistorie vallen de vakgebieden historische geografie en bouwhistorie.

Cumulatie
Stapeling van gelijksoortige effecten door verschillende oorzaken, bronnen of projecten.

Ecologie
Ecologie is de wetenschap die de relatie tussen organismen en hun milieu bestudeert.

Elektrisch veld
Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en zijn omgeving.

Elektromagnetische velden
Het geheel van elektrische en magnetische velden.

EM-beïnvloeding of Elektromagnetische-beïnvloeding
De beïnvloeding van een systeem of apparaat door elektromagnetische velden. Hierdoor kan de werking worden verstoord of kan schade ontstaan.

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).

Foerageergebied
Gebied waar dieren voedsel zoeken.

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

Geleiderbundel
Bij hogere stromen in een hoogspanningslijn zijn er meerdere geleiders nodig. Er wordt dan een bundel van 2, 3 of 4 geleiders gebruikt per fase.

Grondwaterbeschermingsgebied
Een grondwaterbeschermingsgebied grenst aan een waterwingebied. Vanaf deze zone heeft een druppel water maximaal 25 jaar nodig om naar de grondwaterbronnen te stromen. Binnen deze gebieden zijn woningen, wegen en bedrijven toegestaan, maar gelden wel wettelijke regels om vervuiling van het grondwater te voorkomen.

Grondwaterbeschermingszones
Rondom de pompstations van grondwater ten behoeve van de drinkwaterwinning zijn grondwaterbeschermingszones aangewezen. Binnen deze zones gelden regels voor activiteiten die een risico vormen voor de kwaliteit van het grondwater. De grondwaterbeschermingszones zijn het waterwingebied (direct rondom de onttrekkingsputten), het grondwaterbeschermingsgebied, het intrekgebied en de boringsvrije zone.

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

Instandhoudingsdoelstelling
Doelstellingen ten aanzien van de instandhouding van de leefgebieden, natuurlijke habitats of populaties van in het wild levende dier- en plantensoorten. Het kan daarbij gaan om doelstellingen ten aanzien van het behoud, het herstel en de ontwikkeling van het natuurschoon of de natuurwetenschappelijke betekenis van het gebied.

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.

Klokgetal
Een term die wordt gebruikt om het faseverschil tussen de drie fasen van een circuit aan te geven. Faseverschil verwijst naar het verschil in tijd tussen de spanning van de drie fasen in een wisselstroomcircuit.

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.

Leefomgeving
Kenmerken van de fysieke en sociale omgeving, die de gezondheidstoestand of de kwaliteit van de omgeving waarin de mens zich begeeft beïnvloeden.

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.

Magneetveld
Het natuurkundige verschijnsel dat ontstaat wanneer er elektrische stroom door een geleider loopt. De veldsterkte wordt uitgedrukt in micoTesla (µT).

Magneetveldzone
De zone rondom hoogspanningslijnen waarbinnen het jaargemiddelde magneetveld hoger kan zijn dan 0,4 microtesla.

Magnetische veldsterkte
De sterkte van het magnetisch veld. De magnetische veldsterkte wordt uitgedrukt in tesla (T). Bij lage veldsterkte, zoals in de buurt van hoogspanningslijnen, wordt de veldsterkte meestal uitgedrukt in microtesla (µT); een microtesla is een miljoenste deel van een tesla.

Mastvoet
Het ruimtebeslag van de mast op de grond.

Microtesla (µT)
Een miljoenste deel van een tesla, de eenheid waarmee magnetische velden worden uitgedrukt. Strikt genomen wordt met microtesla de magnetische inductie aangegeven, maar in de praktijk wordt dit vaak magnetische veldsterkte genoemd.

Milieuaspecten
De milieuthema’s die in het MER aan bod komen zijn onderverdeeld in milieuaspecten. Chemische bodemkwaliteit is bijvoorbeeld een milieuaspect dat hoort bij het milieuthema Bodem. Aan de hand van de milieuaspecten worden de effecten van de aanleg en het in bedrijf zijn van de hoogspanningsverbinding onderzocht. Voor ieder aspect zijn gedetailleerde beoordelingscriteria benoemd.

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.

Mitigatie
Zie mitigerende maatregel.

Mitigerende maatregel
Een maatregel die nadelige gevolgen voor het milieu voorkomt of beperkt. Zoals het ophangen van markeringen in de bliksemdraden, zodat vogels de hoogspanningsverbinding beter kunnen zien.

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.

Natura 2000-gebied
Natura 2000 is een netwerk van beschermde natuurgebieden binnen de lidstaten van de Europese Unie. Het doel van dit netwerk is om de achteruitgang van de biodiversiteit met alle lidstaten tegen te gaan. Deze gebieden zijn aangewezen omdat ze van internationaal belang zijn, bijvoorbeeld als overwinteringsplaats voor vogels. In Nederland zijn 166 gebieden aangemeld. Het netwerk omvat alle gebieden die zijn beschermd op grond van de Vogelrichtlijn (1979) en de Habitatrichtlijn (1992).

Natuurnetwerk Nederland (NNN)
Een landelijk netwerk van grote en kleine bestaande en nog aan te leggen natuurgebieden die verbonden zijn door natuurverbindingen waarbinnen flora en fauna zich kunnen handhaven, verplaatsen en uitbreiden.

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).

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.

Project-MER
Milieueffectrapport over de effecten op de fysieke leefomgeving van het project (het voorkeursalternatief).

Referentiesituatie
De (toekomstige) ruimtelijke situatie zoals die zou zijn als de voorgenomen activiteit níet zou worden uitgevoerd.

Rijksmonument
Gebouwen, terreinen met hoge archeologische waarde of stads- en dorpsgezichten kunnen wettelijk beschermd worden (monumentenwet/erfgoedwet).

Rode lijst (soorten)
Lijst waarop per land dier- en plantensoorten staan die in hun voortbestaan bedreigd zijn.

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 Tracéalternatief is een mogelijke manier waarop de nieuwe hoogspanningsverbinding kan worden gerealiseerd. Een tracéalternatief bestaat uit een tracéalternatief 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.

Zetting
Bodemdaling als gevolg van een bovenbelasting, bijvoorbeeld door het
gewicht van een aangebrachte ophoging of een verlaagde grondwaterstand, waardoor de bodem wordt samengedrukt.

Afkortingen

AMK
Archeologische monumentenkaart

IEA
Integrale effectenanalyse

GIS
Geografisch informatiesysteem

KRW
Kaderrichtlijn Water

kA
Kiloampère

kV
Kilovolt

MER
Milieueffectrapport

mer
Milieueffectrapportage

MW
Megawatt

NNN
Natuurnetwerk Nederland

NRD
Notitie Reikwijdte en Detailniveau

VKA
Voorkeursalternatief

ZRO
Zakelijk Recht Overeenkomst

Bijlage 2: Stikstofberekening opwaardering 220 kV

Opwaardering 220kV

1 Uitgangspunten

1.1 Emissie tracéalternatieven

Per activiteit is de materieelinzet bepaald door TenneT. Voor het amoveren en het bouwen van de masten is de materieelinzet per mast aangeleverd. Er is onderscheid gemaakt tussen de 110 kV-masten en de 220 kV-masten voor het amoveren, en tussen nieuwbouwmasten en nieuwbouwhoekmasten voor de bouw. Deze emissieberekening is uitgevoerd op basis van de AUB-methode van TNO[1].

Voor de boringen is de materieelinzet en bijbehorende emissie bepaald per 50 meter boren en voor de ontgraving per 250 meter.

De inzet van vrachtwagens en werkbussen is meegenomen als stationair verkeer op het werkterrein.

De emissies zijn overgenomen uit deelrapport stikstof uit het plan-MER. In bijlage 1 zijn de emissies per tracéalternatief opgenomen. Dit zijn de tracéalternatieven zonder varianten.

1.2 Emissie opwaardering

Op basis van aangeleverde uitgangspunten van TenneT is de emissie berekend voor de opwaardering van een 220 kV mast naar 380 kV. In tabel 1 is de emissie weergegeven. In bijlage 2 is de materieelinzet voor de opwaardering van een mast opgenomen.

Tabel 1. Emissie opwaardering 220 kV mast

	NOx (kg)	NH3 (kg)
Opwaardering van één 220 kV mast	34,4	0,3

2 Berekening

De tracéalternatieven 3, 4 en 5 zonder varianten inclusief emissies zoals ze beschreven zijn in het deelrapport Stikstof van het plan-MER zijn gebruikt in de berekeningen. Voor elk tracéalternatief is een berekening uitgevoerd in combinatie met de opwaardering van de 220 kV-masten.

De fasering van de bouwfase is nog niet bekend. Hierdoor is er gekozen voor een evenredige verdeling van de emissie over drie bouwjaren. Als rekenjaar is gekozen voor 2030. Dit is het eerste bouwjaar.

Er is gebruik gemaakt van rekenmodel AERIUS versie 2024 voor de berekeningen. De methode is beschreven in ‘Instructie gegevensinvoer voor AERIUS Calculator 2024’ van BIJ12[2].

[1] *TNO (2021) AUB (AdBlue verbruik, Uren, en Brandstofverbruik): een robuuste schatting van NOx en NH3 uitstoot van mobiele werktuigen. TNO 2021 R12305. 10 december 2021.*
[2] *BIJ12 (2024) Instructie gegevensinvoer voor AERIUS Calculator 2024 Versie 1. Oktober 2024*

3 Resultaten

Op basis van de emissiebronnen in de beoogde situatie, de aanleg van het tracé en de opwaardering van de 220kV masten, is de stikstofdepositie op stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden berekend. Voor de berekeningen is gebruikgemaakt van AERIUS Calculator 2024. Als rekenjaar is 2030 aangehouden. In bijlage 3, 4 en 5 zijn de AERIUS berekeningen opgenomen.

In tabel 2 is de maximale stikstofdepositie per Natura 2000-gebied weergegeven. De hoogste stikstofdepositie is te vinden in Natura 2000-gebied Rottige Meenthe & Brandemeer voor alle drie de tracés. In tabel 3 is de stikstofdepositie weergegeven van de opwaardering van de 220 kV masten op zichzelf. Hier zie je dat de hoogste stikstofdepositie ook plaatsvindt in Rottige Meenthe & Brandemeer.

Tabel 2. Maximale depositie per Natura 2000-gebied per tracéalternatief exclusief en inclusief opwaardering 220 kV

Natura 2000-gebied	**Tracéalternatief 3**		**Tracéalternatief 4**		**Tracéalternatief 5**	
	Excl.	**Incl.**	**Excl.**	**Incl.**	**Excl.**	**Incl.**
Alde Feanen	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02
Bakkeveense Duinen	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
De Wieden	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03
Drents-Friese Wold & Leggelderveld	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Holtingerveld	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Norgerholt	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
Olde Maten & Veerslootslanden	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Rottige Meenthe & Brandemeer	0,11	0,57	0,01	0,49	0,02	0,50
Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Van Oordt's Mersken	0,01	0,02	0,12	0,12	0,10	0,11
Weerribben	0,01	0,03	0,01	0,03	0,03	0,05
Wijnjeterper Schar	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
Maximale depositie	**0,11**	**0,57**	**0,12**	**0,49**	**0,10**	**0,50**

Tabel 3. Maximale depositie per Natura 2000-gebied bij opwaardering 220kV masten

Natura 2000-gebied	Maximale depositie (mol N/ha/j)
Alde Faenen	0,02
Bakkeveense Duinen	0,01
De Wieden	0,01
Drents-Friese Wold & Leggelderveld	0,01
Rottige Meenthe & Brandemeer	0,48
Van Oordt's Mersken	0,01
Weerribben	0,02
Wijnjeterper Schar	0,01

Bijlage 2A Emissie opwaardering 220kV masten

Emissies mobiele werktuigen

Materieel	Stage	Bouwjaar	Vermogen (kW)	Draaiuren	% AdBlue	Categorie	Belasting	Motor-efficientie	Diesel-verbruik (L/uur)	Diesel-verbruik (L)	AdBlue (L)	Qb	Qu	Qa	Pb	Pu	EF NOx (g/uur)	EF NH3 (g/uur)	NOx (kg)	NH3 (kg)
Funderingsmachine	IV	2014	132	24	6%	D	0,4	96%	15	360	22	0,03	0,01	-0,5	0	0			2,07	0,09
Trekker	IV	2014	165	36	6%	D	0,4	96%	19	671	40	0,03	0,01	-0,5	0	0			3,80	0,16
Touwlier	IV	2014	48		6%	D	0,5	96%	7	180	11	0,03	0,01	-0,5	0	0			0,97	0,04
Liermachine	IIIB	2011	130		6%	B	0,4	99%	15	814	49	0,02	0,01	0	0	0			12,21	0,01
Remmachine	IIIB	2011	130		6%	B	0,4	99%	15	814	49	0,02	0,01	0	0	0			12,21	0,01
Vrachtauto				36			0,5		0	0	0	0	0	0	0	0	85,2132	0,8976	3,07	0,03
Werkbus				10			0,5		0	0	0	0	0	0	0	0	2,7744	0,1572	0,03	0,00
																			34,36	0,34

Bijlage 2B Emissie per tracéalternatief

	Gewone masten		Hoekmasten		Totaal masten		Boring		Ontgraving		Amoveren 220kV		Amoveren 110kV		Totaal		Fasering 3j	
	Nox	NH3	Nox	NH3	Nox	NH3	Nox	NH3	Nox	NH3	Nox	NH3	Nox	NH3	Nox	NH3	Nox	NH3
Tracé 3																		
N1	751,2	101,0	826,3	18,9	1577,5	119,9	17,3	0,7	17,4	0,8	0,0	0,0	145,8	2,9	1758,0	124,3	586,00	41,44
Z1	80,2	10,8	122,4	2,8	202,6	13,6	47,7	1,9	216,2	10,5	0,0	0,0	469,7	9,3	936,2	35,2	312,06	11,73
Z2	375,6	50,5	275,4	6,3	651,0	56,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	651,0	56,8	217,01	18,94
Tracé 4																		
N1	493,8	66,4	306,0	7,0	799,8	73,4	2,7	0,1	7,0	0,3	31,4	0,5	48,6	1,0	889,5	75,4	296,50	25,12
N2VKA	71,7	9,6	153,0	3,5	224,8	13,1	46,3	1,8	53,1	2,6	31,4	0,5	437,3	8,6	792,9	26,7	264,31	8,90
Z1	67,5	9,1	30,6	0,7	98,1	9,8	5,2	0,2	3	0	0,0	0,0	32,4	0,6	138,3	10,8	46,12	3,58
Z2VKA	101,3	13,6	61,2	1,4	162,5	15,0	45,7	1,8	134	6	0,0	0,0	340,1	6,7	681,9	30,0	227,29	10,00
Z3	303,9	40,9	214,2	4,9	518,1	45,8	5,0	0,2	8,6	0,4	345,9	6,0	48,6	1,0	926,2	53,3	308,74	17,77
Tracé 5																		
N1	464,2	62,4	336,6	7,7	800,9	70,1	0,0	0,0	31,4	0,5	16,2	0,3	0,0	0,0	848,5	71,0	282,84	23,67
N2	8,4	1,1	122,4	2,8	130,9	3,9	44,3	1,7	0	0	194,3	3,8	36,0	1,7	405,5	11,3	135,18	3,75
Z1	135,0	18,2	91,8	2,1	226,9	20,3	116,8	4,6	31,4	0,5	712,6	14,0	216,6	10,5	1304,3	49,9	434,78	16,64
Z2VKA	101,3	13,6	61,2	1,4	162,5	15,0	96,4	3,8	0	0	469,7	9,3	187,6	9,1	916,2	37,2	305,39	12,38
Z3	168,8	22,7	91,8	2,1	260,6	24,8	95,9	3,8	0	0	874,6	17,2	489,6	23,7	1720,6	69,5	573,54	23,17
Z4VKA	16,9	2,3	61,2	1,4	78,1	3,7	63,0	2,5	0	0	162,0	3,2	15,5	0,8	318,6	10,1	106,19	3,36
Z5	29,5	4,0	0	0	29,5	4,0	14,0	0,6	0	0	129,6	2,6	83,1	4,0	256,2	11,1	85,40	3,70
Z6	76,0	10,2	122,4	2,8	198,4	13,0	0,0	0,0	314,5	5,4	16,2	0,3	0,0	0,0	529,1	18,8	176,36	6,26

Bijlage 2C Rekenresultaat AERIUS tracéalternatief 3

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met stikstofgevoelige habitattypen en/of leefgebieden, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstofdepositie.

- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

Deze PDF is een digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS. Meer toelichting over de PDF en AERIUS kunt u vinden in de handleidingen of op onze website.

Contactgegevens

Rechtspersoon	TenneT
Inrichtingslocatie	-, - -

Activiteit

Omschrijving	VVE
Toelichting	Opwaardering 220kV masten Tracé 3

Berekening

AERIUS kenmerk	RR3EnXxHcR5N
Datum berekening	27 januari 2025, 11:07
Rekenconfiguratie	OwN2000-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
Trace opwaardering 3 - Beoogd	2030	112,7 kg/j	5.340,1 kg/j

Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
Trace opwaardering 3 - Beoogd	0,57 mol/ha/j	6965593	Rottige Meenthe & Brandemeer

Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	3.263,29 ha
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha
Grootste toename	0,57 mol/ha/j
Grootste afname	-

Trace opwaardering 3 (Beoogd), rekenjaar 2030

Er zijn meer dan 250 emissiebronnen in deze situatie en deze worden niet in de PDF getoond. Laad de PDF in Calculator in om alle bronnen in te zien (tot een maximum van 5000 bronnen).

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.

- Habitatrichtlijn
- Vogelrichtlijn
- Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn
- Niet bepaald

- Grootste toename (projectberekening)
- Grootste afname (projectberekening)
- Hoogste totaal (achtergrond + projectberekening)

De letters bij de bronlabels op de kaart geven bij welke type situaties de bronnen horen: beoogde situatie (B), referentiesituatie (R) en/of salderingssituatie (S).

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "Trace opwaardering 3" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Totaal	3.263,29	2.330,90	3.263,29	0,57	0,00	-

Per gebied	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Rottige Meenthe & Brandemeer (18)	273,35	1.855,88	273,35	0,57	0,00	-
Weerribben (34)	1.696,15	2.157,81	1.696,15	0,03	0,00	-
Alde Feanen (13)	131,95	1.995,06	131,95	0,02	0,00	-
Van Oordt's Mersken (15)	53,99	1.876,03	53,99	0,02	0,00	-
Wijnjeterper Schar (16)	43,81	1.993,86	43,81	0,02	0,00	-
De Wieden (35)	530,01	2.330,90	530,01	0,01	0,00	-
Drents-Friese Wold & Leggelderveld (27)	516,93	2.300,02	516,93	0,01	0,00	-
Bakkeveense Duinen (17)	17,10	2.156,11	17,10	0,01	0,00	-

Trace opwaardering 3, Rekenjaar 2030

Er zijn meer dan 250 emissiebronnen in deze situatie en deze worden niet in de PDF getoond. Laad de PDF in Calculator in om alle bronnen in te zien (tot een maximum van 5000 bronnen).

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie	2024.0.1_20241009_75e59949f9
Database versie	2024_75e59949f9_calculator_nl_stable

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://link.aerius.nl/website

Bijlage 2D Rekenresultaat AERIUS tracéalternatief 4

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met stikstofgevoelige habitattypen en/of leefgebieden, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstofdepositie.

- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

Deze PDF is een digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS. Meer toelichting over de PDF en AERIUS kunt u vinden in de handleidingen of op onze website.

Contactgegevens

Rechtspersoon	TenneT
Inrichtingslocatie	-, - -

Activiteit

Omschrijving	Trace 4 opwaardering
Toelichting	-

Berekening

AERIUS kenmerk	RPcUV54fNhzG
Datum berekening	27 januari 2025, 11:10
Rekenconfiguratie	OwN2000-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
Trace 4 Opwaardering - Beoogd	2030	106,0 kg/j	5.368,0 kg/j

Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
Trace 4 Opwaardering - Beoogd	0,49 mol/ha/j	6965593	Rottige Meenthe & Brandemeer

Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	3.153,35 ha
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha
Grootste toename	0,49 mol/ha/j
Grootste afname	-

Trace 4 Opwaardering (Beoogd), rekenjaar 2030

Er zijn meer dan 250 emissiebronnen in deze situatie en deze worden niet in de PDF getoond. Laad de PDF in Calculator in om alle bronnen in te zien (tot een maximum van 5000 bronnen).

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.

- Habitatrichtlijn
- Vogelrichtlijn
- Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn
- Niet bepaald

- Grootste toename (projectberekening)
- Grootste afname (projectberekening)
- Hoogste totaal (achtergrond + projectberekening)

De letters bij de bronlabels op de kaart geven bij welke type situaties de bronnen horen: beoogde situatie (B), referentiesituatie (R) en/of salderingssituatie (S).

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "Trace 4 Opwaardering" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Totaal	3.153,35	2.417,27	3.153,35	0,49	0,00	-

Per gebied	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Rottige Meenthe & Brandemeer (18)	273,35	1.855,87	273,35	0,49	0,00	-
Van Oordt's Mersken (15)	53,99	1.876,03	53,99	0,12	0,00	-
Weerribben (34)	1.696,15	2.157,81	1.696,15	0,03	0,00	-
Alde Feanen (13)	131,95	1.995,06	131,95	0,02	0,00	-
Wijnjeterper Schar (16)	43,81	1.993,86	43,81	0,02	0,00	-
De Wieden (35)	505,35	2.330,90	505,35	0,01	0,00	-
Drents-Friese Wold & Leggelderveld (27)	377,08	2.300,01	377,08	0,01	0,00	-
Bakkeveense Duinen (17)	64,87	2.156,11	64,87	0,01	0,00	-
Norgerholt (22)	6,80	2.417,27	6,80	0,01	0,00	-

Trace 4 Opwaardering, Rekenjaar 2030

Er zijn meer dan 250 emissiebronnen in deze situatie en deze worden niet in de PDF getoond. Laad de PDF in Calculator in om alle bronnen in te zien (tot een maximum van 5000 bronnen).

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie	2024.0.1_20241009_75e59949f9
Database versie	2024_75e59949f9_calculator_nl_stable

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://link.aerius.nl/website

Bijlage 2E Rekenresultaat AERIUS tracéalternatief 5

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met stikstofgevoelige habitattypen en/of leefgebieden, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstofdepositie.

- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

Deze PDF is een digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS. Meer toelichting over de PDF en AERIUS kunt u vinden in de handleidingen of op onze website.

Contactgegevens

Rechtspersoon	TenneT
Inrichtingslocatie	-, - -

Activiteit

Omschrijving	Trace 5 opwaardering
Toelichting	-

Berekening

AERIUS kenmerk	RvEFxPEzkTWG
Datum berekening	27 januari 2025, 11:20
Rekenconfiguratie	OwN2000-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
Trace 5 Opwaardering - Beoogd	2030	133,5 kg/j	6.324,7 kg/j

Resultaten

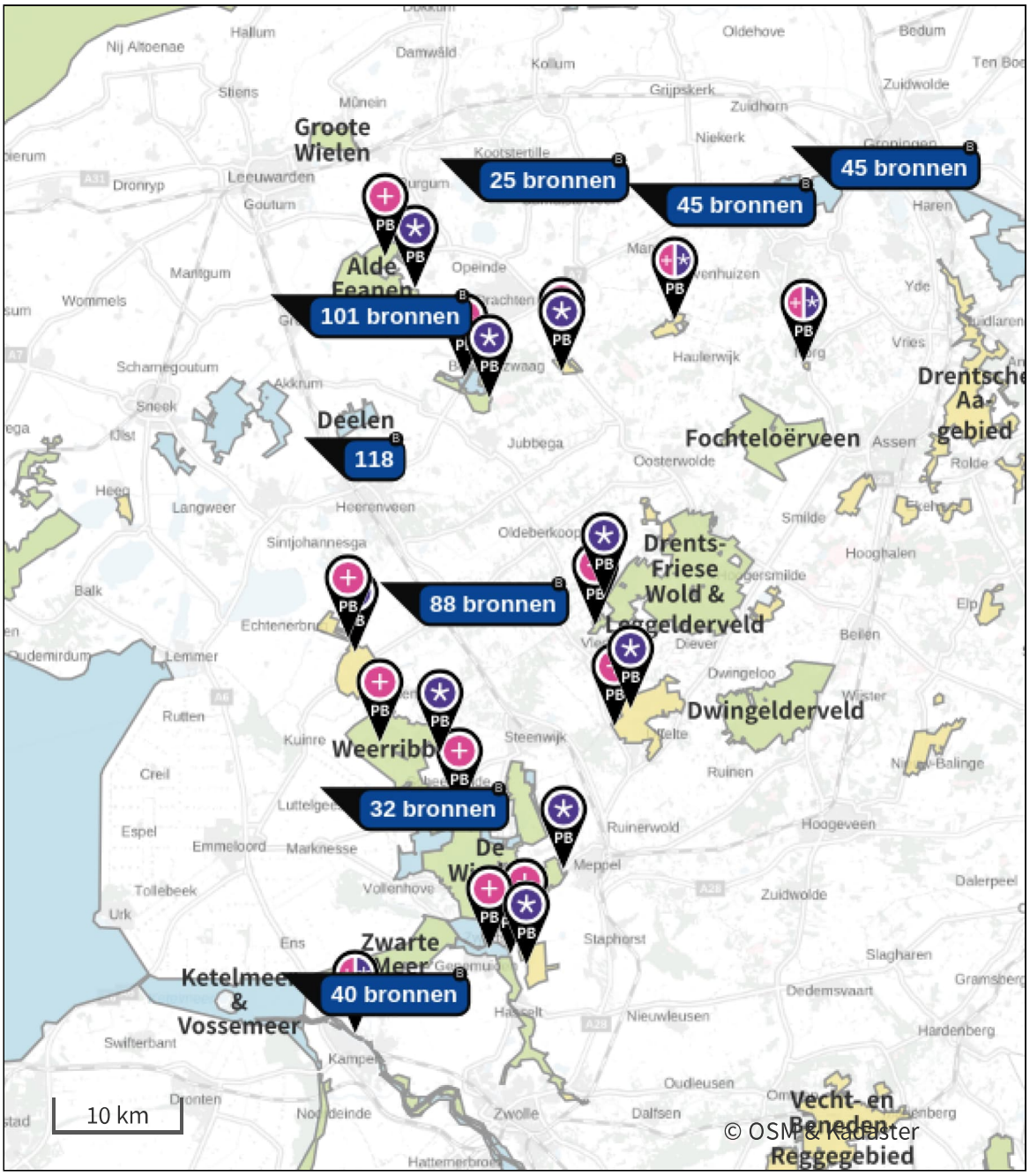
	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
Trace 5 Opwaardering - Beoogd	0,50 mol/ha/j	6965593	Rottige Meenthe & Brandemeer

Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	3.767,60 ha
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha
Grootste toename	0,50 mol/ha/j
Grootste afname	-

Trace 5 Opwaardering (Beoogd), rekenjaar 2030

Er zijn meer dan 250 emissiebronnen in deze situatie en deze worden niet in de PDF getoond. Laad de PDF in Calculator in om alle bronnen in te zien (tot een maximum van 5000 bronnen).

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.



- Habitatrichtlijn
- Vogelrichtlijn
- Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn
- Niet bepaald

- Grootste toename (projectberekening)
- Grootste afname (projectberekening)
- Hoogste totaal (achtergrond + projectberekening)

De letters bij de bronlabels op de kaart geven bij welke type situaties de bronnen horen: beoogde situatie (B), referentiesituatie (R) en/of salderingssituatie (S).

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "Trace 5 Opwaardering" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Totaal	3.767,60	2.370,08	3.767,60	0,50	0,00	-

Per gebied	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Rottige Meenthe & Brandemeer (18)	273,35	1.855,88	273,35	0,50	0,00	-
Van Oordt's Mersken (15)	53,99	1.876,03	53,99	0,11	0,00	-
Weerribben (34)	1.696,15	2.157,82	1.696,15	0,05	0,00	-
De Wieden (35)	1.264,72	2.352,07	1.264,72	0,03	0,00	-
Alde Feanen (13)	131,95	1.995,06	131,95	0,02	0,00	-
Wijnjeterper Schar (16)	43,81	1.993,86	43,81	0,02	0,00	-
Drents-Friese Wold & Leggelderveld (27)	224,99	2.300,01	224,99	0,01	0,00	-
Bakkeveense Duinen (17)	58,11	2.156,11	58,11	0,01	0,00	-
Holtingerveld (29)	10,71	1.973,68	10,71	0,01	0,00	-
Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht (36)	7,12	1.658,89	7,12	0,01	0,00	-
Olde Maten & Veerslootslanden (37)	1,68	1.454,37	1,68	0,01	0,00	-
Norgerholt (22)	1,00	2.370,08	1,00	0,01	0,00	-
Rijntakken (38)	0,02	1.240,73	0,02	0,01	0,00	-

Trace 5 Opwaardering, Rekenjaar 2030

Er zijn meer dan 250 emissiebronnen in deze situatie en deze worden niet in de PDF getoond. Laad de PDF in Calculator in om alle bronnen in te zien (tot een maximum van 5000 bronnen).

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie	2024.0.1_20241009_75e59949f9
Database versie	2024_75e59949f9_calculator_nl_stable

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://link.aerius.nl/website