

RAPPORT

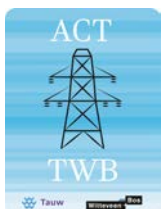
AUTEUR Projectteam ACT TWB
GOEDGEKEURD DOOR -

CLASSIFICATIE C2 - Interne Informatie
DATUM 7 mei 2026
PAGINA 1 van 191
DOCUMENT NUMMER 002.902.20 1275533
REFERENTIE 134304-3.2/26-006.838
VERSIE Concept 10

Nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding Diemen – Ens

Hoofdrapport milieueffectrapportage

Eindconceptversie



Leeswijzer

Voor u ligt het hoofdrapport van de milieueffectrapportage voor het realiseren van een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding tussen Diemen, Lelystad en Ens. Naast het realiseren van een nieuwe hoogspanningsverbinding, maakt ook de aanleg van twee nieuwe hoogspanningsstations onderdeel uit van dit project. In deze verkenningsfase van het project is een plan-milieueffectrapport opgesteld. In de planuitwerkingsfase wordt een project-milieueffectrapport opgesteld.

Het plan-milieueffectrapport (plan-MER) bestaat uit drie onderdelen:

- voorliggend hoofdrapport;
- deelrapport per milieuthema (9 stuks);
- publieksvriendelijke samenvatting.

Het hoofdrapport van het MER beschrijft op hoofdlijnen de aanleiding voor het project, de aanpak, de onderzochte alternatieven en de belangrijkste uitkomsten van de uitgevoerde milieuonderzoeken. Daarbij ligt de focus op milieu-informatie die voor de afweging van de alternatieven van belang is, dat wil zeggen:

- de milieueffecten die sterk negatief (- -) zijn en die een risico kunnen vormen voor de uitvoerbaarheid/vergunbaarheid van een alternatief;
- de overige milieueffecten die onderscheidend zijn tussen de alternatieven.

Het hoofdrapport vat de milieueffecten per thema samen en bevat de hoofdzaken die vanuit milieutechnisch oogpunt relevant zijn voor de keuze van een voorkeursalternatief. Een uitgebreide beschrijving en de onderbouwing van alle milieueffecten is opgenomen in de diverse thematische deelrapporten van het plan-MER.

Inhoud hoofdrapport

Hoofdstuk 1 gaat in op de aanleiding en doel van het project, de verschillende onderdelen waar het project uit bestaat en legt uit waarom er een milieueffectrapport opgesteld moet worden. Hoofdstuk 2 beschrijft voorgenomen activiteit en de uitgangspunten voor een nieuwe hoogspanningsverbinding. Daarin staat ook informatie over wat er wel en niet mogelijk is bij deze nieuwe verbinding. Hoofdstuk 3 gaat in op de alternatieven die zijn onderzocht in dit MER en beschrijft hoe deze tot stand zijn gekomen. Hoofdstuk 4 gaat in op de onderzoeksmethodiek voor de uitgevoerde effectbeschrijving en -bepaling in dit MER. Hoofdstuk 5 geeft een samenvattend overzicht van de milieueffecten voor de nieuwe hoogspanningsverbinding en hoogspanningsstations. Hoofdstuk 6 gaat in op de mitigerende maatregelen. Hoofdstuk 7 geeft een globale uiteenzetting van de effecten van het voorkeursalternatief. Dit hoofdstuk wordt later ingevuld, na de keuze van een voorkeursalternatief. Daarna beschrijft hoofdstuk 8 de verdere besluitvormingsprocedure; de stappen om te komen tot een voorkeursalternatief en het vervolgproces (waaronder de project-MER). Hoofdstuk 9 sluit af met een overzicht van leemten in kennis en doorkijk naar monitoring.

Inhoud deelrapporten

Onderstaande milieuthema's zijn als onderdeel van de milieueffectrapportage onderzocht en in een deelrapport uitgewerkt. Deze geven per milieuthema meer informatie over de referentiesituatie, het uitgevoerde onderzoek naar de effecten, de resultaten en de mogelijkheden voor mitigatie:

- water;
- bodem;
- natuur;
- cultuurhistorie en archeologie;
- landschap;
- veiligheid;
- leefomgeving & gezondheid;
- gebruiksfuncties;
- duurzaamheid.

Samenhang met andere documenten

Heritage Impact Assessment

Als onderdeel van het MER is een strategische Heritage Impact Assessment (HIA) opgesteld. Dit is een effectrapportage waarmee de impact van ruimtelijke ontwikkelingen of ingrepen op werelderfgoed wordt onderzocht en beoordeeld. De HIA is omvat een impact-analyse voor alle in de definitieve NRD opgenomen onderzoeksalternatieven die mogelijk van invloed zijn op werelderfgoedgebied Hollandse Waterlinies en Schokland en omgeving. De HIA levert ook informatie voor het MER deelrapport cultuurhistorie en archeologie; thema's die voor de afweging van de alternatieven van belang zijn.

Integrale effectanalyse

Om de impact van de onderzoeksalternatieven te laten zien en om ze met elkaar te vergelijken, vindt een brede en integrale afweging op techniek, toekomstvastheid, ruimtelijke kwaliteit, omgeving, kosten en milieu plaats. De Integrale Effectanalyse (IEA) levert hiervoor de objectieve informatie. In de IEA staat vooral de onderscheidende informatie voor de keuze van een voorkeursalternatief. Het plan-MER levert input voor het thema milieu in de IEA.

Maatschappelijke kostprijsbepaling

Een maatschappelijke kostprijsbepaling (MKPB) is een lichtere vorm van een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA). De MKPB wordt voor dit project opgesteld om aanvullende beslisinformatie in beeld te krijgen voor het onderdeel kosten van de IEA. Dat is informatie die gebruikt wordt bij de keuze voor een voorkeursalternatief uit de onderzoeksalternatieven. De MKPB is een manier om de kosten en (waar mogelijk) ook alle onderzochte effecten, in geld uit te drukken. Ook plaatst het deze kosten en effecten in de tijd en zet deze om naar één kostprijs per afgeleverde kilowattuur. Deze maatschappelijke kostprijs maakt dan inzichtelijk welk alternatief maatschappelijk gezien het voordeligst is. De effectanalyses van het plan-MER zijn hier input voor. Voor een nieuwe hoogspanningsverbinding is nog niet eerder een MKPB opgesteld. De MKPB wordt ingezet als pilot.

Samenhang met de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding tussen Vierverlaten-Ens

Naast de ruimtelijke verkenning voor een nieuwe verbinding tussen Diemen en Ens loopt er ook een verkenning naar een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding tussen Vierverlaten in Groningen en Ens. Daar waar de tracés bij elkaar komen (op en rondom hoogspanningsstation Ens) worden beide verkenningen zowel inhoudelijk als procesmatig op elkaar afgestemd. Om deze reden zijn in de hiervoor aangeduide HIA ook tracéalternatieven voor de nieuwe verbinding tussen Vierverlaten-Ens onderzocht op hun eventuele effecten op Unesco werelderfgoed Schokland en omgeving, en vindt in dit plan-MER een effectbeoordeling van de samenloop van beide verbindingen bij alternatief Grijs plaats.

Inhoudsopgave

Leeswijzer	2
1. Beschrijving van het project	8
1.1 Wat wil TenneT realiseren?	8
1.2 Waarom is een nieuwe hoogspanningsverbinding nodig?	8
1.3 Doelstelling van het project	10
1.4 Uit welke onderdelen bestaat het project?	12
1.5 Gebiedsbeschrijving	15
1.6 Waarom is een milieueffectrapportage nodig?	18
1.7 Hoe kunt u reageren?	20
2. Voorgenomen activiteit	21
2.1 Hoe ziet een bovengrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding eruit?	21
2.2 Combineren en bundelen: wat is er mogelijk?	26
2.3 Waarom een wisselstroomverbinding?	27
2.4 Waarom een bovengrondse hoogspanningsverbinding?	28
2.5 Is een (gedeeltelijk) ondergrondse verbinding onder water mogelijk?	31
3. Alternatieven	33
3.1 Hoe is tot onderzoeksalternatieven gekomen?	33
3.2 Beschrijving van de onderzoeksalternatieven	35
3.3 Van onderzoeken voor tracés en stationslocaties naar één VKA	51
4. Onderzoeksmethodiek	53
4.1 Beoordelingskader	53
4.2 Onderzoeksaanpak	55
4.3 Wijze van beoordelen	56
4.4 Referentiesituatie	57
5. Overzicht milieueffecten	60
5.1 Milieueffecten onderzoeksalternatieven deelgebied zuid	60
5.2 Milieueffecten onderzoeksalternatieven deelgebied noord	78
5.3 Impressie totaalbeeld milieueffecten lijnverbinding	94
5.4 Milieueffecten hoogspanningsstations	98
5.5 Uitplaatsing bestaande verbinding door Almere	114
5.6 Onderscheidende milieueffecten in het kader van vergunbaarheid	117
5.7 Voortschrijdend inzicht ten aanzien van de hoogspanningsstations	122
6. Mitigerende maatregelen	125

6.1	Maatregelen voor de hoogspanningsverbinding	125
6.2	Maatregelen voor de hoogspanningsstations	132
7.	Procedure en besluitvorming	135
7.1	Besluitvormingsprocedure	135
7.2	Terinzagelegging plan-MER	137
8.	Vervolgonderzoek, leemten in kennis en monitoring	138
8.1	Vervolgonderzoek planuitwerkingsfase	138
8.2	Leemten in kennis	140
8.3	Monitoring en evaluatie	143
Bijlage 1	Termenlijst	144
Bijlage 2	Beleidskader	151
Bijlage 3	Overzicht autonome plannen en ‘zachte’ plannen	155
Bijlage 4	Kaartuitsnedes van elk alternatief	167
	Zuid-Blauw-1	168
	Zuid-Blauw-2	169
	Zuid-Paars-1	170
	Zuid-Paars-2	171
	Zuid-Groen-1	172
	Zuid-Geel-1	173
	Zuid-Oranje-1	174
	Zuid-Oranje-2	175
	Overige deeltracés deelgebied zuid	176
	Noord-Blauw-1	178
	Noord-Paars-1	179
	Noord-Paars-2	180
	Noord-Groen-1	181
	Noord-Groen-2	182
	Noord-Geel-1	183
	Noord-Geel-2	184
	Noord-Oranje-1	185
	Noord-Oranje-2	186
	Noord-Grijs-1	187
	Overige deeltracés deelgebied noord	188
	Locatiealternatieven hoogspanningsstation Lelystad	189
	Locatiealternatieven hoogspanningsstation Almere-Zeewolde	190

1. Beschrijving van het project

Dit hoofdstuk start met een beschrijving van wat TenneT wil realiseren. In paragraaf 1.2 is uitgelegd waarom een nieuwe hoogspanningsverbinding en nieuwe hoogspanningsstations nodig zijn, waarna paragraaf 1.3 ingaat op de doelstelling van het project. Daarna is in paragraaf 1.4 uitgelegd uit welke verschillende onderdelen het project bestaat. Paragraaf 1.5 bevat een korte gebiedsbeschrijving en in paragraaf 1.6 staat waarom voor het voornemen van TenneT een milieueffectrapport nodig is. In paragraaf 1.7 wordt ingegaan op hoe u kunt reageren.

1.1 Wat wil TenneT realiseren?

TenneT gaat een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding realiseren tussen de hoogspanningsstations Diemen, Lelystad en Ens. Deze nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding bestaat uit twee delen:

- 1 een tracé tussen het bestaande hoogspanningsstation Diemen en een uit te breiden of nieuw te bouwen hoogspanningsstation Lelystad;
- 2 een tracé tussen het uit te breiden of nieuwe hoogspanningsstation Lelystad en het bestaande hoogspanningsstation Ens.

Voor de aansluiting van de nieuwe 380 kV verbinding op het elektriciteitsnet wordt een aanlanding gerealiseerd op het bestaande hoogspanningsstations Diemen en Ens. Voor het kunnen aansluiten van de nieuwe hoogspanningslijn op het hoogspanningsstation Lelystad is een uitbreiding nodig van het bestaande station. Omdat de ruimte voor een uitbreiding beperkt is worden ook de mogelijkheden onderzocht voor een nieuw te bouwen station bij Lelystad. Daarnaast wordt ook een nieuw 380 kV-hoogspanningsstation gerealiseerd in de omgeving van Almere/Zeewolde voor de uitbouw en versterking van het regionale elektriciteitsnet. Paragraaf 1.4 geeft meer uitleg over de verschillende onderdelen van het project.

Naast het verkennend onderzoek naar de hierboven genoemde nieuwe hoogspanningsverbinding en hoogspanningsstations, vindt ook een verkennend onderzoek plaats naar de mogelijkheden om de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding die door de bestaande woongebieden van Almere loopt, te verplaatsen (en deze eventueel te bundelen met het tracé van de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding).

1.2 Waarom is een nieuwe hoogspanningsverbinding nodig?

De energietransitie is in volle gang. Op zee komen windmolenparken, op land veranderen landbouwgronden in zonneparken. En ook in onze directe omgeving zien we steeds meer elektrische auto's, zonnedaken en warmtepompen. Elektriciteit is voor steeds meer mensen een eerste levensbehoefte. Om al deze ontwikkelingen te faciliteren is een betrouwbaar [elektriciteitsnet](#) nodig dat altijd beschikbaar is. In Nederland zorgen de netbeheerder van het landelijke hoogspanningsnet TenneT en de regionale netbeheerders ervoor dat elektriciteit vervoerd wordt van de plek waar het opgewekt wordt naar de plek waar consumenten en bedrijven deze gebruiken.

Het elektriciteitsnet is te vergelijken met het wegennet. Een landelijk grof netwerk van snelwegen met daar omheen een fijnmaziger regionaal netwerk van autowegen en lokale wegen. Het gehele hoogspanningsnetwerk bestaat uit een combinatie van 380 kV, 220 kV, 150 kV en 110 kV-verbindingen en hoogspanningsstations. In figuur 1.1 zijn met name het 380 kV- en 220 kV-net uitgelicht. Met de gele arcering is de 'hoofdringstructuur' van het 380 kV-net weergegeven.



Figuur 1.1 Het Nederlandse hoogspanningsnet per 1-1-2024 (bron: Ontwerpinvesteringsplan Net op land 2024 - 2033, TenneT). Met de gele arcering is de 'hoofdringstructuur' weergegeven

Het 380 kV-net verzorgt het transport van grootschalig opgewekt vermogen door heel Nederland, óók van en naar het buitenland. Het 380 kV-net bestaat uit een hoofdringstructuur (de geel gemarkeerde rode lijnen) met daaromheen enkele subringen en verbindingen. De ringen staan in verbinding met de windparken op zee en met de landen Groot-Brittannië, België, Duitsland, Denemarken en Noorwegen (de paarse lijnen). De ringstructuur draagt bij aan de robuustheid van het net. Als er een verbinding uitvalt, is het mogelijk om elektriciteit via een andere route aan te leveren. Zo kan TenneT voldoen aan de eisen op het gebied van leveringszekerheid. De 380 kV-hoogspanningsstations zijn de knooppunten in het landelijke netwerk voor de verdeling van elektriciteit. De meeste hoogspanningsstations transformeren elektriciteit naar een andere spanning en brengen deze naar het regionale netwerk via 110 kV en 150 kV-verbindingen voor verdere verspreiding door Nederland.

Het Nederlandse elektriciteitsnet moet aangepast en uitgebreid worden om de ontwikkelingen vanuit onder andere de energietransitie blijvend te kunnen faciliteren. Hiervoor worden bestaande verbindingen geschikt gemaakt voor meer transportcapaciteit, nieuwe verbindingen aangelegd en meer hoogspanningsstations gebouwd. Hiermee is het mogelijk om het transport van elektriciteit door Nederland en het transport van en naar 'onderliggende' regionale elektriciteitsnetten te blijven garanderen en verbeteren. Deze verbouwing is in volle gang en tegelijk nog maar net begonnen.

De afgelopen jaren is de capaciteit van de bestaande hoogspanningsverbinding tussen de hoogspanningsstations Diemen, Lelystad en Ens vergroot. TenneT heeft voor haar investeringsplan berekend dat, ondanks deze uitgevoerde capaciteitsvergroting, de transportcapaciteit van deze hoogspanningsverbinding van 380.000 volt (hierna: 380 kilovolt 'kV') na 2030 onvoldoende is. Dit is nader beschreven in hoofdstuk 2. Een verdere capaciteitsvergroting van de bestaande verbinding is niet mogelijk. Daarom is een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding nodig tussen de hoogspanningsstations Diemen en Ens, met een aansluiting naast of in de buurt van het bestaande hoogspanningsstation Lelystad.

1.3 Doelstelling van het project

In de vorige paragraaf is uitgelegd dat de capaciteit van de huidige elektriciteitsverbinding tussen Diemen en Ens onvoldoende is voor het toekomstige elektriciteitstransport na 2030. TenneT heeft de wettelijke taak om het elektriciteitsnet zo te ontwerpen en te bouwen dat er voldoende transportcapaciteit is om alle gewenste elektriciteitstransporten te faciliteren.

De doelstellingen van het project zijn daarom:

- 1 het tijdig oplossen van de geconstateerde knelpunten in de transportcapaciteit van de 380 kV-hoogspanningsverbinding tussen de hoogspanningsstations Diemen, Lelystad en Ens. Hiermee levert het project een bijdrage aan de volgende bredere doelstellingen;
- 2 het voorzien in voldoende transportcapaciteit (ook na 2030) om:
 - a elektriciteit die duurzaam wordt opgewekt op grootschalige productielocaties (windparken op zee en zonneparken) te transporteren via het landelijke 380 kV-net;
 - b grote afnemers van elektriciteit te kunnen aansluiten op het 380 kV-net;

- 3 het robuuster maken van het landelijk 380 kV-net voor voorziene of onvoorziene uitval van (een van de) 380 kV-verbindingen of stations, bijvoorbeeld in het geval van grootschalig onderhoud, storingen of calamiteiten;
- 4 het faciliteren van de beoogde versterking van het 150 kV-net in de regio, nodig om grootschalige gebiedsontwikkelingen (zoals woningbouw en de uitbreiding van bedrijventerreinen) in Flevoland zonder beperkingen toegang te kunnen geven tot het elektriciteitsnet.

Naast voorgaande nettechnische opgave kent het project ook een inpassingsopgave. Vanuit deze opgave geldt het doel om te komen tot een goede landschappelijke en ruimtelijke inpassing van de nieuwe hoogspanningsverbinding, die recht doet aan een goede kwaliteit van de leefomgeving. Dit sluit aan bij het maatschappelijk doel van de Omgevingswet 'het bereiken en in stand houden van een veilige en gezonde fysieke leefomgeving en een goede omgevingskwaliteit' en 'het doelmatig beheren, gebruiken en ontwikkelen van de fysieke leefomgeving ter vervulling van maatschappelijke behoeften' (artikel 1.3 Omgevingswet).

1.4 Uit welke onderdelen bestaat het project?

Onderstaande figuur geeft de verschillende projectonderdelen weer. Onder de figuur is dit per onderdeel verder toegelicht.



Figuur 1.2 Schematische weergave van de projectonderdelen

1.4.1 Nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding

De voorgenomen nieuwe 380 kV-verbinding met een transportcapaciteit van 4.000 ampère, komt tussen de bestaande hoogspanningsstations Diemen en Ens. Het is noodzakelijk dat de nieuwe hoogspanningsverbinding ook via Lelystad loopt. Uit berekeningen komt naar voren dat het capaciteitsknelpunt op de verbinding tussen Diemen en Lelystad, en tussen Lelystad en Ens alleen is op te lossen wanneer de nieuwe verbinding via het bestaande hoogspanningsstation Lelystad of via een nieuw hoogspanningsstation nabij Lelystad gaat. Daarnaast zouden er ook problemen op andere bestaande verbindingen ontstaan als de nieuwe verbinding niet via Lelystad gaat.

Op de hoogspanningsstations Diemen en Ens is de beschikbare ruimte binnen de huidige stationslocaties beperkt. Op beide locaties is een uitbreiding binnen of direct naast het hoogspanningsstation nodig om de verbinding goed te kunnen aansluiten. Dit wordt niet als onderdeel van dit project gedaan, maar voert TenneT parallel hieraan uit, waardoor de effecten van deze uitbreidingen geen onderdeel uitmaken van dit plan-MER.

1.4.2 Uitbreiding van, of een nieuw hoogspanningsstation Lelystad

Binnen de perceelgrenzen van het bestaande hoogspanningsstation in Lelystad is er een groot risico dat onvoldoende ruimte beschikbaar is voor de benodigde aansluiting van de nieuwe hoogspanningsverbinding. De ruimte is beperkt, doordat het station ingeklemd ligt tussen de IJsselmeerdijk en de snelweg A6. Daarnaast is er ook ruimte nodig voor andere reeds door TenneT geplande ontwikkelingen. De haalbaarheid van uitbreiding van het bestaande hoogspanningsstation is als onderdeel van de verkenning nader onderzocht.

Tegelijkertijd wordt, gezien het risico dat er te weinig ruimte is voor de uitbreiding van het bestaande hoogspanningsstation Lelystad, ook onderzoek gedaan naar de realisatie van een nieuw station. Hierbij geldt dat zowel de bestaande als nieuwe verbinding vanuit Diemen moet aanlanden op de nieuwe stationslocatie. De bestaande verbinding moet ook gekoppeld blijven aan het huidige station Lelystad, vanwege koppeling tussen het 380 en 150 kV-net. De nieuwe verbinding kan vanaf een eventuele nieuwe stationslocatie rechtstreeks naar Ens lopen. De voor- en nadelen van de verschillende opties voor uitbreiding en nieuwbouw worden integraal afgewogen richting de keuze van een voorkeursalternatief.

1.4.3 Nieuw hoogspanningsstation Almere/Zeewolde

Op de middellange termijn (circa 2030) is versterking van het gehele 150 kV-net in Flevoland noodzakelijk om de opgaven uit de regionale energiestrategie (RES) en de snelle elektrificatie in de Flevopolder te faciliteren. Hiervoor is een extra koppeling met het 380 kV-net nodig. Hiermee is het mogelijk het 150 kV-net op te delen in meerdere pockets (deelnetten). Met die verdeling kan het transport tussen noordelijk en zuidelijk Flevoland via het 380 kV-net lopen en ontstaat er extra ruimte op het 150 kV-net voor bijvoorbeeld het aansluiten van grotere afnemers of opwekkers, zoals bedrijven of wind- en zonneparken. Om dit mogelijk te maken is een nieuw 380 kV-hoogspanningsstation in de omgeving van Almere/Zeewolde nodig.

Met een nieuw hoogspanningsstation is het mogelijk om een zelfstandig 150 kV-net in de regio Almere/Zeevolde te creëren. Daarmee kan onder andere de verdere ontwikkeling van woningbouw in Oosterwold en bedrijventerrein Stichtsekan worden gefaciliteerd. Op de korte termijn (2025 - 2027) worden ook al diverse aanpassingen in dit deelnet uitgevoerd. De korte-termijn-uitbreidingen (2025 - 2027) maken op zichzelf geen onderdeel uit van de verkenning voor de nieuwe 380 kV-verbinding Diemen-Ens. Waar relevant brengen we wel de raakvlakken in beeld en worden deze uitbreidingen beschouwd als autonome ontwikkeling.

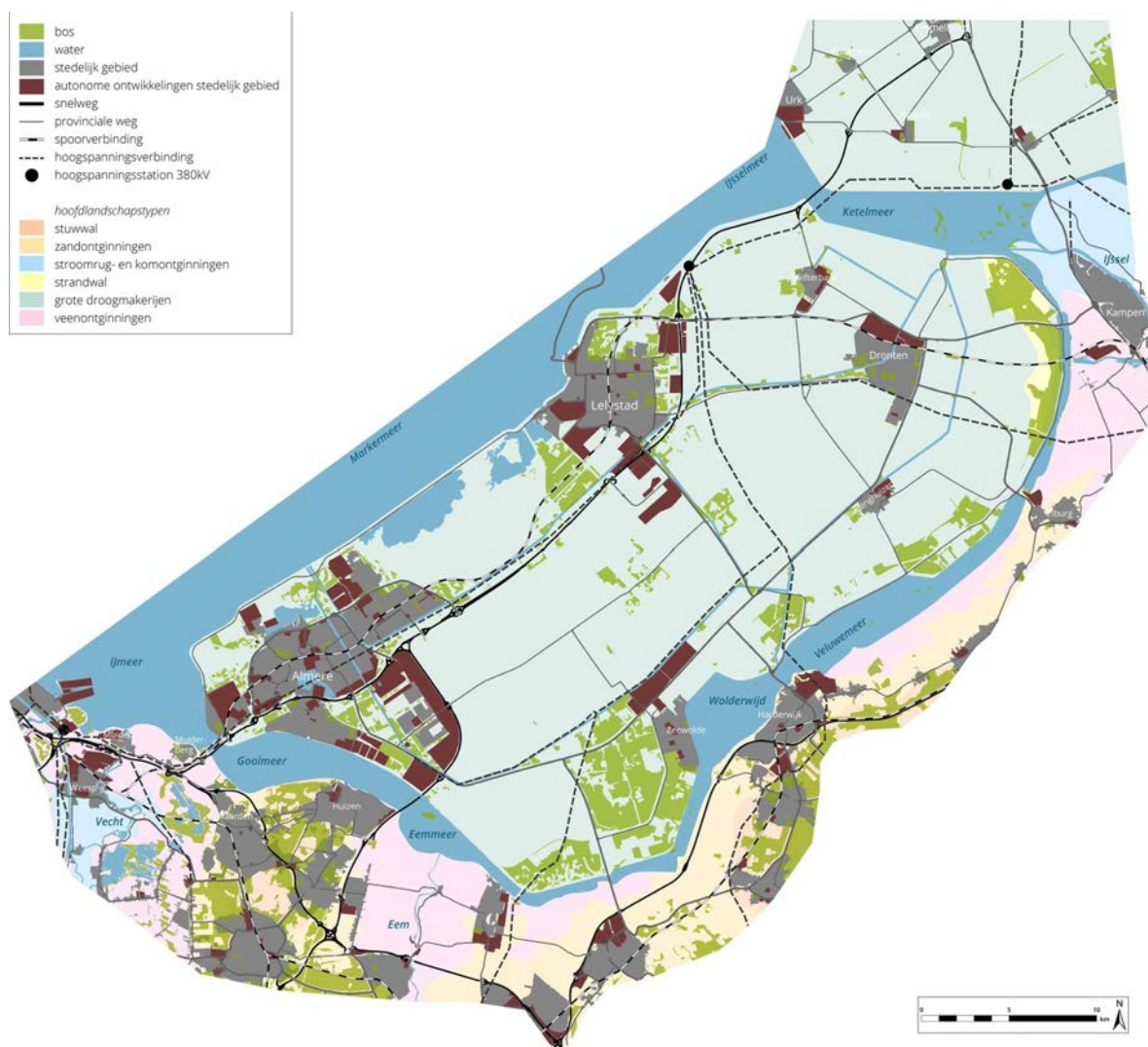
Omdat het nieuwe hoogspanningsstation moet worden aangesloten op de bestaande of de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding heeft de locatiekeuze voor het station invloed op de ligging van de nieuwe 380 kV-verbinding tussen Diemen en Ens. De locatie voor het nieuwe hoogspanningsstation Almere-Zeevolde wordt daarom ook als onderdeel van deze verkenning onderzocht.

1.4.4 Onderzoek mogelijkheid uitplaatsing bestaande 380 kV-verbinding Almere

Naast de projectdoelstellingen van TenneT heeft de gemeente Almere de wens geuit om te onderzoeken of de huidige 380 kV-verbinding door bestaande woongebieden in Almere, verplaatst kan worden. Het toenmalige ministerie van EZK heeft bij de opwaardering van de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding aan het gemeentebestuur van Almere toegezegd bij een toekomstige netverzwaring in de regio ook de mogelijkheden te onderzoeken voor het verplaatsen of eventueel verkabelen (ondergronds brengen) van de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding die door het stedelijk gebied van Almere loopt. Als onderdeel van de verkenning voor een nieuwe verbinding wordt dit onderzocht. De verkennende analyse naar de uitplaatsing van de bestaande 380 kV-verbinding uit het stedelijk gebied van Almere vindt plaats vanuit de invalshoeken milieu, techniek en kosten. Paragraaf 5.5 gaat kort in op de QuickScan milieueffecten. Omdat het onderzoek naar de mogelijke uitplaatsing een integrale analyse betreft waar niet alleen MER-thema's onderdeel van uitmaken, zijn de resultaten gepresenteerd als bijlage II bij de Integrale Effectanalyse (IEA). Daar wordt dus ook ingegaan op de andere invalshoeken (techniek en kosten).

1.5 Gebiedsbeschrijving

Het gebied waarbinnen de nieuwe 380 kV-verbinding gerealiseerd wordt, is het gebied tussen Diemen en Ens. Dit is een gebied met verschillende functies en waarden.



Figuur 1.3 Aanwezige functies en waarden in het onderzoeksgebied

Figuur 1.3 laat zien dat een groot deel van het onderzoeksgebied voor de nieuwe hoogspanningsverbinding in gebruik is als landbouwgrond (akkerbouw, veeteelt en tuinbouw). In de provincie Flevoland gaat het dan in hoofdzaak om akkerbouwbedrijven. In het Noord-Hollandse en Overijsselse deel van het zoekgebied is met name sprake van (melk)veeteelt.

Daarnaast liggen er verspreid over het zoekgebied kleinere en grotere woonkernen en bedrijventerreinen. Deze woonkernen en bedrijventerreinen concentreren zich met name aan de zuidzijde (Diemen, Weesp, Muiden, Muiderberg, Naarden en Huizen) - en oostzijde in het zoekgebied (Kampen), met aanvullend meer in het midden van het zoekgebied onder andere de kernen Dronten, Swifterbant, Zeewolde, Biddinghuizen, Almere en Lelystad en in de Noordoostpolder Ens. De bestaande 380 kV-verbinding loopt in Noord-Holland langs Muiden en Muiderberg en vervolgens in Flevoland door stedelijk gebied van Almere; min of meer parallel aan de rijksweg A6. Daarna loopt de bestaande 380 kV-verbinding via de zuidoostzijde van Lelystad verder naar het noorden en oostwaarts richting Ens in de Noordoostpolder. In Flevoland staan grote opstellingen van windturbines. Over het hele zoekgebied liggen daarnaast water-, bos- en natuurgebieden. Vooral rondom de grote wateren (Gooimeer, Markermeer, IJsselmeer en Ketelmeer) en de randmeren wordt het gebied recreatief gebruikt. Tussen de Flevopolder en de Noordoostpolder, in het Ketelmeer, is een kunstmatig eiland aangelegd (IJsseloog) dat in gebruik is als slibdepot voor het opbergen van baggerspecie. Er is een haven aangelegd om slib en baggerspecie per schip aan te kunnen voeren. Oostelijk van deze haven is een doorsteek, dat het depot-eiland scheidt van de Hanzeplaat. De recreatievaart mag hiervan gebruik maken. Zowel het depot-eiland als de Hanzeplaat hebben een natuurontwikkelingsfunctie.

Voor een uitgebreidere (thematische) beschrijving van de huidige situatie wordt verwezen naar de deelrapporten van het plan-MER. Daarnaast bevat bijlage III een overzicht van lokale autonome ontwikkelingen en zachte ontwikkelplannen die betrokken worden in het onderzoek.

Meervoudige ruimteclaims

Ruimte is schaars in Nederland en de druk op die schaarse grond neemt steeds meer toe. Zowel op rijks- als regionaal niveau spelen veel opgaven met een ruimteclaim binnen het onderzoeksgebied voor de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding. De verschillende opgaven en functies 'concurreren' om dezelfde ruimte.

Een aantal beleidskaders geeft globaal richting voor de verdeling van de ruimte en beschrijft de opgaven die er zijn. Deze kaders geven richtlijnen en beschrijven opgaven, maar leggen geen harde keuzes vast over 'wat mag waar komen?'. Het is aan besluitvormers over elk van de opgaven om binnen deze context een zorgvuldige afweging te maken. Onderstaande relevante kaders en opgaven 'concurreren' om dezelfde ruimte en zijn om die reden van belang voor de afweging van de alternatieven voor de nieuwe 380 kV-verbinding:

- Strategische Agenda Flevoland (SAF). De agenda geeft een gezamenlijk perspectief van Rijk en regio op het ruimtegebruik in Flevoland. Het benadrukt de opgaven in de fysieke leefomgeving die er in Flevoland spelen en hoe Rijk en regio die samen willen aanpakken. Bijvoorbeeld woningbouw, bereikbaarheidseffecten daarvan en benodigde capaciteitsuitbreiding van weg en spoor;
- Nationale Omgevingsvisie Extra (NOVEX). Hierin brengen provincies alle ruimtelijke opgaven uit de Nationale Programma's samen (met focus op 2030) en wordt met oog voor de decentrale opgaven de inpassing bekeken in de schaarse ruimte. Er zijn in Nederland 16 aandachtsgebieden geformuleerd (NOVEX-gebieden), drie ervan liggen binnen het zoekgebied voor de nieuwe 380 kV verbinding:
 - Lelylijn, een snelle spoorverbinding tussen Noordelijk-Nederland en de Randstad;
 - Woningbouwlocatie Metropoolregio Amsterdam (MRA)-Oost, in het kader van het MIRT-onderzoek

aangeduid als de Amsterdam Bay Area. Dit is een gebiedsontwikkeling tussen Amsterdam-Oost/IJburg en Almere, inclusief een metroverbinding (IJmeerverbinding) tussen Diemen Zuid en Almere (via IJburg). Onderdeel van Almere Bay Area, is de grootschalige woningbouwlocatie Almere Pampus, die ruimte moet bieden aan 30.000 woningen;

- NOVEX-gebied regio Zwolle, met daarin de toekomstige woningbouwopgave bij (en uitbreiding van) Reeve (zie verstedelijkingsstrategie regio Zwolle, genaamd 'Warme harten in een klimaatadaptieve delta');
- Programma Energiehoofdstructuur (PEH). Het PEH richt zich op de ruimtelijke planning van nationale energie-infrastructuur op land voor een klimaatneutraal energiesysteem in 2050;
- RRAAM, Rijk-regioprogramma Amsterdam-Almere-Markermeer. RRAAM gaat over de integrale ruimtelijke ontwikkeling van de noordelijke Randstad;
- Programma Mooi Nederland stelt ruimtelijke kwaliteit centraal bij de ruimtelijke implicaties van de maatschappelijke opgaven in Nederland. Het programma heeft als doel om voor de diverse nationale opgaven (op het gebied van bijvoorbeeld natuur, stikstofreductie, waterkwaliteit, biodiversiteit, werkgelegenheid en wonen) perspectief te bieden op oplossingen met ruimtelijke kwaliteit en samenhang tussen de opgaven;
- Natuurontwikkelingsprojecten, zoals Oostvaardersoevers, Nieuwe Natuur Schokland, Nationaal Park Nieuwland en verschillende projecten in het kader van de Kaderrichtlijn Water (KRW) en de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW), in onder meer de Zuidelijke Randmeren en het Ketelmeer;
- Programma Ruimte voor defensie. Defensie zoekt naar ruimte binnen Nederland om aan de verplichtingen in NAVO-verband te voldoen. Er wordt gezocht naar fysieke ruimte voor kazernes, militaire oefengebieden en de opslag van munitie. Maar ook (milieu)ruimte om bijvoorbeeld te kunnen varen, vliegen en rijden binnen passende normen. Defensie heeft op 23 mei 2025 een ontwerp-Nationaal Programma Ruimte voor Defensie vastgesteld waarmee binnen het zoekgebied voor 380 kV Diemen-Ens diverse ontwikkelingen plaats kunnen gaan vinden. In paragraaf 4.6.4 van het IEA rapport Omgeving wordt nader ingegaan op de plannen van Defensie.

Andere TenneT-projecten en verkenningen

Ook vanuit TenneT spelen andere opgaven en onderzoeken in en rond het onderzoeksgebied die raakvlakken hebben met de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding Diemen-Ens:

- 380 kV-verbinding Vierverlaten-Ens: Naast het onderzoek naar een nieuwe 380 kV-verbinding tussen Diemen, Lelystad en Ens is TenneT ook bezig met onderzoek naar een nieuwe 380 kV-verbinding tussen Vierverlaten en Ens. De alternatieven van Diemen-Ens en Vierverlaten-Ens lopen deels parallel aan elkaar. Voor de nieuwe verbinding Vierverlaten-Ens loopt een aparte procedure, waarbij ook alternatieven worden onderzocht vanuit diverse thema's. De resultaten van het project Vierverlaten-Ens worden dan ook apart gerapporteerd. Daarnaast worden bij beide projecten de 'cumulatieve effecten' gerapporteerd: effecten die groter of kleiner worden als de verbindingen van Diemen-Ens en Vierverlaten-Ens in hetzelfde gebied gerealiseerd zouden worden. Paragraaf 5.2.4 gaat in op deze cumulatieve effecten;

- nieuw hoogspanningsstation in de omgeving van Emmeloord: TenneT is op verzoek van het ministerie van KGG (inmiddels is dit weer het ministerie EZK), gestart met een oriënterend onderzoek naar de mogelijkheden voor een nieuw hoogspanningsstation in de omgeving van Emmeloord. Met een nieuw station kan een koppeling worden gemaakt met zowel de 380 kV-verbindingen vanuit Lelystad als met de 380 kV-verbinding uit Ververlaten. Hiermee worden mogelijk nettechnische problemen opgelost. Het gaat hierbij om (net)technische problemen doordat meerdere hoogspanningsverbindingen op korte afstand van elkaar parallel in één corridor lopen en elkaar mogelijk beïnvloeden (ten oosten van Schokland) en knelpunten doordat de nieuwe 380 kV-verbinding Lelystad - Ens en de bestaande verbinding Lelystad-Ens onderling mogelijk een te groot lengteverschil gaan hebben, waardoor de stroom niet evenwichtig wordt getransporteerd. Dit onderzoek is in een dermate vroeg stadium dat dit geen onderdeel is van de procedure voor de nieuwe hoogspanningsverbinding Diemen-Ens.

Lelylijn

Om de eventuele komst van nieuwe en snellere spoorverbinding tussen Noordelijk-Nederland en de Randstad via de Lelylijn niet te belemmeren, is bij het uitwerken en onderzoeken van het paarse en grijze alternatief langs de A6 rekening gehouden met een scenario waarin, behalve een nieuwe 380 kV-verbinding, ook de Lelylijn wordt aangelegd en in gebruik genomen. Voor de uitwerking van dit scenario wordt verwezen naar onderzoeksrapport 'Raakvlakkenstudie Lelylijn en 380 kV Ens-Diemen', die als bijlage III bij het rapport IEA is opgenomen.

1.6 Waarom is een milieueffectrapportage nodig?

De aanleg en het in gebruik hebben van een hoogspanningsverbinding met bijbehorende infrastructuur hebben effecten op de mens en de omgeving. Bij het bepalen van het tracé voor een nieuwe hoogspanningsverbinding en van de nieuwbouwlocaties voor twee hoogspanningsstations (het voorgenomen project) is het van belang om te onderzoeken welke effecten (kunnen) optreden.

Voor projecten die grote milieugevolgen kunnen hebben, kan in Nederland een milieueffectrapportage (mer) vereist zijn. Dit staat in artikel 16.43 van de Omgevingswet. Uit Bijlage V van het Omgevingsbesluit volgt dat volgens categorie J8 de aanleg, wijziging of uitbreiding van een bovengrondse hoogspanningsverbinding met een spanning van 220kV of meer en met een lengte van meer dan 15 kilometer 'mer-plichtig' is. Een mer is ook nodig omdat effecten die op Natura 2000-gebieden optreden niet uit te sluiten zijn. Deze effecten moeten dan in een Passende beoordeling worden beschreven.

Een milieueffectrapportage (afgekort als mer) is een procedure die als doel heeft om het milieubelang een volwaardige plaats te geven in de voorbereiding en besluitvorming. In het milieueffectrapport (afgekort met de hoofdletters MER) worden de effecten van de voorgenomen activiteit beschreven. Een mer-procedure is altijd gekoppeld aan een (ruimtelijk) besluit. Voor dit project gaat het om twee besluiten:

- de voorkeursbeslissing, waarin een keuze wordt gemaakt voor het tracé van de hoogspanningslijn en de locaties van de hoogspanningsstations, waarvoor een plan-MER wordt opgesteld. Voorliggend rapport is een plan-MER;
- het projectbesluit, waarin de ruimtelijke en technische inpassing van de hoogspanningslijn en de hoogspanningsstations in detail vastgelegd wordt. Hiervoor wordt een project-MER opgesteld.

In hoofdstuk 8 wordt dit nader toegelicht.

Hoe is met het advies van de commissie mer omgegaan?

In het najaar van 2024 is het voorliggende rapport tussentijds openbaargemaakt op de website van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Dit om de betrokken overheden de gelegenheid te geven om een regioadvies op te stellen over een voorkeurstracé en -stationslocaties en de Commissie voor de mer om een tussentijds advies te vragen. De Commissie heeft [in haar advies](#) benoemd dat op basis van het rapport nog geen haalbaar alternatief gekozen kan worden. Aanvullingen waren nodig voor effecten op vogels en de werelderfgoederen. Daarnaast achtte de Commissie de kans groot dat voor delen van het tracé extra alternatieven onderzocht moeten worden.

Naar aanleiding van het advies van de Commissie mer is het rapport op de volgende punten aangevuld:

- in het noordelijke deel van het plangebied is alternatief Grijs onderzocht. Dit alternatief volgt de structuren van de A6 en N50 langs de noordkant van Schokland. Dit alternatief is toegevoegd om verder te onderzoeken of er alternatieven mogelijk zijn die minder effecten hebben op vogels en het werelderfgoed. Dit alternatief is integraal verwerkt in voorliggend rapport en alle deelrapporten;
- de gebruikte methoden voor het bepalen van draadslachtoffers zijn nader beschreven en onderbouwd in het deelrapport Natuur;
- een validatie heeft plaatsgevonden van de resultaten uit het plan-MER voor wat betreft draadslachtoffers, met een simulatiemodel (Simflux). De uitkomsten zijn beschreven in bijlage 5 van het hoofdrapport plan-MER. Uit de analyse volgt dat de verschillen tussen de Simflux uitkomsten en de berekende draadslachtoffers uit het plan-MER beperkt zijn en dat aannemelijk is dat de effecten in het plan-MER niet zijn onderschat. Een belangrijk aandachtspunt is dat Simflux niet toepasbaar was voor het berekenen van draadslachtoffers voor alle soorten, omdat het model enkel toepasbaar is voor soorten waarvan een specifieke broed- of slaapplek bekend is en waarbij voldoende gegevens beschikbaar zijn over (aantallen in) foerageergebieden. Die zijn er momenteel nog niet voor alle soorten, bijvoorbeeld voor soorten die 's nachts foerageren. Daarom is deze analyse enkel ter validatie gebruikt voor een deel van de resultaten van het plan-MER en is dit niet integraal verwerkt in de effectbeoordeling van het plan-MER. In de planuitwerkingsfase vindt veldonderzoek plaats met radardetectie om de ontbrekende gegevens in beeld te krijgen;

- een verkennend archeologisch booronderzoek heeft plaatsgevonden aan de zuidzijde van werelderfgoed Schokland. De resultaten zijn in het deelrapport cultuurhistorie & archeologie opgenomen;
- in de HIA is de effectbeschrijving en beoordeling uitgebreid. De alternatieven zijn beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie en vergeleken met elkaar. Daarnaast is de effectiviteit van mitigerende maatregelen waar mogelijk verder beschreven;
- een samenvatting is opgesteld om het plan-MER toegankelijker te maken voor een breder publiek.

1.7 Hoe kunt u reageren?

De ontwerp-voorkeursbeslissing zijn samen met het plan-MER en de integrale effectanalyse (IEA) beschikbaar om op te reageren. U kunt **van .. maand tot .. maand 2026** reageren via de [website van Bureau Energieprojecten](#). De ingezonden reacties worden beantwoord in een Nota van Beantwoording en door de staatssecretaris meegenomen in het vaststellen van de definitieve voorkeursbeslissing in 2027.

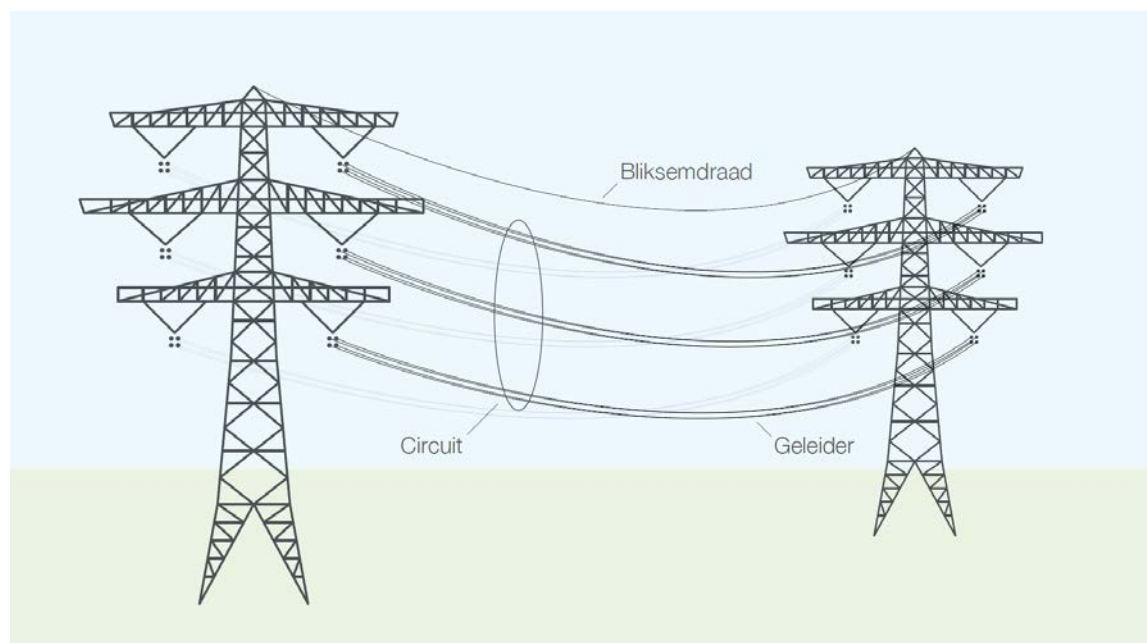
2. Voorgenomen activiteit

Dit hoofdstuk geeft uitleg over het voornemen van TenneT om een nieuwe bovengrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding aan te leggen. Paragraaf 1.2 beschrijft de verschillende hoofd-projectonderdelen van deze nieuwe 380 kV-verbinding: de hoogspanningslijn, bestaande uit de masten en de stroomdraden, ook wel geleiders genoemd (paragraaf 2.1.1) en de hoogspanningsstations (paragraaf 2.1.2). In paragraaf 2.2 wordt aangegeven wat er wel en niet mogelijk is in het combineren en bundelen van de nieuwe hoogspanningsverbinding met bestaande (energie) infrastructuur. Paragraaf 2.3 gaat in op de noodzaak voor een wisselstroomverbinding en paragraaf 2.4 beschrijft waarom de verbinding bovengronds moet worden aangelegd.

2.1 Hoe ziet een bovengrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding eruit?

2.1.1 Masten en geleiders (stroomdraden)

Een bovengrondse hoogspanningsverbinding bestaat in de basis uit masten en geleiders. Geleiders zijn de stroomdraden die door lucht worden geïsoleerd. Geleiders bestaan uit meerdere draden in een bundel. Een set van drie geleiders (bundels) vormt een circuit. Elektrische energie wordt door de draden getransporteerd. De circuits met geleiders worden gedragen door hoogspanningsmasten. Aan een hoogspanningsmast hangen vaak twee of vier circuits. Figuur 2.1 is een visualisatie van een hoogspanningsverbinding met twee circuits: één circuit aan beide zijden van de mast.



Figuur 2.1 Schematische weergave van een verbinding met vakwerkmasten

Er zijn verschillende typen hoogspanningsmasten. Op de foto in figuur 2.2 staat een vakwerkmast en een wintrackmast. De afgelopen jaren zijn er nieuwe 380 kV-verbindingen uitgevoerd met wintrackmasten. Dit type mast is destijds ontwikkeld om een smallere magneetveldzone te bereiken dan de toenmalige vakwerkmasten. Inmiddels is de vakwerkmast verder doorontwikkeld en heeft daardoor, afhankelijk van het aantal circuits, nagenoeg geen bredere magneetveldzone meer dan de wintrackmast. Vakwerkmasten zijn gemakkelijker in beheer en onderhoud. Daarnaast zijn de kosten tijdens de bouw en beheer en onderhoud lager dan bij een wintrackmast. Het uitgangspunt voor de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding is dat deze wordt uitgevoerd met vakwerkmasten.



Figuur 2.2 Naast elkaar een 380 kV vakwerkmast ('Eiffeltoren') en een 380 kV wintrackmast (pilaren) (bron: Google Streetview, t.p.v. A58/N289 nabij Rilland)

Vakwerkmasten

Voor een bovengrondse verbinding zijn verschillende type vakwerkmasten beschikbaar. Deze typen verschillen onder andere in hoogte en breedte. Het [beleid van TenneT](#) is dat voor nieuwe bovengrondse hoogspanningsverbindingen de Moldau-mast wordt gebruikt (zie figuur 2.3). De Moldau mast is gebaseerd op een veilig en praktisch te beheren ontwerp met een zo smal mogelijk magneetveldzone. Dit met het oog op het in 2023 [herijkte voorzorgbeleid](#) voor magneetvelden. Voor de effectonderzoeken in dit plan-MER zijn daarom de kenmerken van een Moldau mast als uitgangspunt gehanteerd:

- hoogte: 55 meter voor een standaardmast;
- breedte: 27 meter voor een standaardmast;
- indicatieve magneetveldzone: 65 meter vanaf het middelpunt van de lijnen/masten aan beide zijden.

Bij een verbinding die een hoofdvaarweg kruist of waarvan de mast(en) in een hoofdvaarweg geplaatst wordt, moet de mast ter plekke hoger zijn. Er moet 40 meter afstand zijn tussen het waterpeil en de elektriciteitslijnen. Er geldt namelijk een vrije doorvaarthoogte van 30 meter. Vanwege veiligheidsafstanden, toekomstbestendigheid en flexibiliteit (zoals schommelingen in het waterpeil), wordt in totaal een afstand van 40 meter vanaf het waterpeil tot aan de lijnen aangehouden. Dat maakt dat de masten bijvoorbeeld bij het oversteken van hoofdvaarwegen een hoogte moeten hebben van minimaal 95 meter.

De afstand tussen masten heet de veldlengte. Omdat de mastlocaties in deze fase en voor dit plan-MER nog niet bepaald zijn, wordt als uitgangspunt gehanteerd dat er gemiddeld elke 400 meter een mast komt te staan. De exacte afstanden tussen masten en de hoogte van de masten wordt in de volgende fase van het project bepaald.



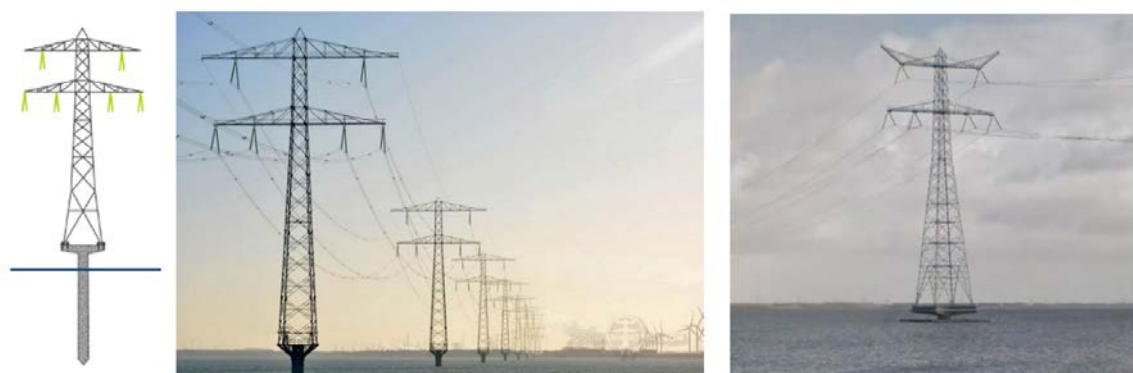
Figuur 2.3 Visualisatie van een Moldau mast in het landschap (bron: projectatlas Zuid-West 380 kV-oost)

Naast verschillende type vakwerkmasten, is er ook onderscheid in het soort mast en het doel van die mast. Een bovengrondse hoogspanningsverbinding wordt gebouwd met steunmasten en waar nodig met zwaarder uitgevoerde hoekmasten. De steunmasten zijn de standaardmasten die in een rechte lijn achter elkaar staan en dienen primair om de geleiders (draden) te dragen. De hoekmasten zijn nodig wanneer de verbinding van richting verandert en/of op locaties waar de geleiders tijdens de bouw worden ingetrokken. De hoekmasten zijn zwaarder uitgevoerd en technisch complexer, omdat deze grotere dwarskrachten moeten kunnen opvangen. Wanneer de verbinding lange rechtstanden maakt, kan het noodzakelijk zijn om incidenteel zwaarder uitgevoerde masten toe te passen, dit worden trekmasten genoemd. Qua verschijningsvorm is een trekmast vergelijkbaar met een hoekmast. Hoewel er ook andere soorten masten bestaan, is daar in dit

plan-MER geen onderscheid in gemaakt omdat nog niet bekend is waar welke mast precies komt te staan. Wanneer een hoogspanningsverbinding deels ondergronds loopt, is er bij het bovenkomen van de verbinding een eindmast met een opstijgpunt nodig. Dit is verderop in paragraaf 2.4 uitgelegd.

Verbinding over het water

Bij een verbinding die voor langere afstand (meer dan 5 kilometer) over water gaat of waarbij de verbinding op het water van richting verandert, gelden andere uitgangspunten dan hierboven beschreven. Eerder is al beschreven dat masten die in water staan hoger moeten zijn dan masten op land, vanwege de vrije doorvaarthoogte met bijkomende marge van 40 meter. Daarnaast is voor een mast in het water een andere funderingsmethode nodig dan een mast op land. Masten op het water hebben een zwaardere fundering doordat de constructie grotere belasting moet opnemen. Steunmasten in het water kunnen meestal op een zogenaamde monopile staan (zie figuur 2.4).



Figuur 2.4 Fundering van steunmasten op het water

Bij elke richtingverandering (een knik in het tracé) is er een hoekmast nodig. Wanneer er geen richtingveranderingen zijn, maar de verbinding over water wel langer is dan 5 kilometer aaneengesloten, dan is er ook minimaal elke 5 kilometer één hoekmast of afspanmast nodig. Deze masten vereisen een (schier)eiland om op te staan. Er is namelijk een stabiele ondergrond vereist voor het intrekken van de geleiders vanaf de hoekmasten. Hiervoor moet het eiland aan beide kanten van de mast, in de richting van de verbinding circa 3 keer zo groot zijn als de hoogte van de mast. Als uitgangspunt voor de effectbeoordeling is hiervoor rekening gehouden met een ovaalvormig eiland van 600 meter bij 300 meter.

2.1.2 Hoogspanningsstations

Een hoogspanningsverbinding is aan het start- en eindpunt aangesloten op een hoogspanningsstation. Een hoogspanningsstation is een elektrische installatie in het hoogspanningsnet waar meerdere bovengrondse elektriciteitslijnen en/of ondergrondse elektriciteitskabels bij elkaar komen. Het is een knooppunt in het elektriciteitsnet.

Op een hoogspanningsstation wordt geen elektriciteit geproduceerd, maar wordt stroom omgezet (getransformeerd) naar een ander spanningsniveau voor aansluiting met een ander elektriciteitsnet. Zo kan hoogspanning worden omgezet naar een lager spanningsniveau voor de voeding van het regionale elektriciteitsnet. Tegelijkertijd kan op een hoogspanningsstation ook de lagere spanning omgezet worden naar een hoger spanningsniveau om vervolgens aan te sluiten op het landelijke hoogspanningsnet. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij de opwekking van duurzame energie via zonnepanelen en windparken. Een hoogspanningsstation bestaat uit verschillende onderdelen waaronder transformatoren en (transformator)velden en staat vaak in de open lucht, zie het voorbeeld van hoogspanningsstation Ens in figuur 2.5. De lucht rondom de verschillende systemen is nodig voor de isolatie van onderdelen die onder spanning staan. Daarnaast zijn de onderdelen die onder spanning staan vaak (op flinke afstand) boven de grond aangebracht, om kortsluiting of overslag te voorkomen.

Een [brochure](#) van TenneT over hoogspanningsstations geeft meer uitleg over de verschillende onderdelen en de werking ervan.



Figuur 2.5 Hoogspanningsstation Ens

2.2 Combineren en bundelen: wat is er mogelijk?

Combineren en bundelen

In het Programma Energie Hoofdstructuur (PEH, maart 2024) is het beleid ten aanzien van combineren en bundelen van hoogspanningsverbindingen vastgelegd.

Bij het *combineren* van verbindingen wordt een bestaande bovengrondse verbinding op één mast gecombineerd met de nieuwe verbinding waarna de oude/bestaande verbinding wordt afgebroken. *Bundelen* betekent dat de nieuwe verbinding parallel aan een bestaande verbinding wordt gesitueerd. De bestaande verbinding wordt dus niet afgebroken en blijft ter plaatse functioneren. Nieuwe verbindingen kunnen met hetzelfde doel (voorkomen geheel nieuwe doorsnijdingen) waar mogelijk ook gebundeld worden met bovenregionale infrastructuur, zoals snelwegen.

Combineren

In het Programma Energiehoofdstructuur is opgenomen welke nationale energie-infrastructuur nodig is richting 2050 en welke kaders hiervoor gelden. In de PEH (PEH paragraaf 6.3.2) is alleen opgenomen dat verbindingen van 220 kV en hoger die geen onderdeel uitmaken van de landelijke ring waar mogelijk en zinvol met bestaande hoogspanningsverbindingen op één mast gecombineerd worden. Omdat de nieuwe verbinding deel uit zal maken van de landelijke ring (zie paragraaf 1.2) is het uitgangspunt voor dit project dat het niet mogelijk is om verbindingen te combineren.

In de praktijk is het combineren van 380 kV met 150 kV lijnen in één mast niet aanvaardbaar omdat het (net)technische nadelen kent die niet altijd met specifieke technische maatregelen opgelost kunnen worden. Daarnaast kan combinatie met een bestaande 150 kV-verbinding verminderde netbeschikbaarheid tot gevolg hebben. Onder andere omdat bij werkzaamheden aan één circuit de beide circuits aan één zijde van de mast uit bedrijf genomen moeten worden. Dit kan problemen in het net opleveren. Daarnaast bestaat het gevaar dat de 380 kV de 150 kV elektrotechnisch kan beïnvloeden. Deze zogenoemde interferentie leidt tot stromen waar de componenten niet tegen kunnen en deze zullen in dat geval bezwijken. Deze effecten kunnen niet altijd met specifieke technische maatregelen opgelost worden en eventuele technische maatregelen kunnen weer andere nadelen hebben, zoals benodigde uitbreiding van hoogspanningsstations, zwaardere masten, substantiële kostenverhoging en verminderde netbeschikbaarheid.

Het combineren van de nieuwe verbinding met een bestaande 150 kV verbinding op twee nieuwe masten(rijen), waarbij de oude verbinding wordt afgebroken, is wel mogelijk. Volgens de definitie van het PEH valt dit ook onder de noemer 'combineren'.

Als alternatief voor het combineren van de nieuwe 380 kV verbinding tussen Diemen-Ens met een bestaande bovengrondse 150 kV-verbinding in het gebied kan het (deels) ondergronds brengen van die 150 kV-verbinding onderzocht worden. Dit in het geval er te weinig ruimte is om voldoende afstand te creëren tussen de nieuwe en oude/bestaande hoogspanningsverbindingen. Op de plek van de oude

bovengrondse 150 kV-verbinding ontstaat dan de ruimte om de bovengrondse 380 kV-verbinding te realiseren. Door het deels ondergronds brengen van een bestaande 150 kV-verbinding kan de netkwaliteit echter afnemen. Aanvullend onderzoek met o.a. technische berekeningen moet in dit geval uitwijzen of ondergronds brengen van de 150 kV verbinding mogelijk is.

Bundelen

Waar technisch en planologisch mogelijk wordt gekeken naar het bundelen van de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding met bestaande infrastructuur. Bijvoorbeeld (snel)wegen, kanalen, spoor of andere bovengrondse hoogspanningsverbindingen. Wel gelden er eisen aan de afstand van de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding tot deze andere infrastructuur. Ook moet de bundeling zinvol zijn; een tracé mag niet onnodig veel bochten maken. Daar is rekening mee gehouden bij het ontwikkelen van de onderzoeksalternatieven.

2.3 Waarom een wisselstroomverbinding?

Het hele Europese elektriciteitssysteem (van energiecentrale tot stopcontact) is gebaseerd op de technologie van wisselstroom. Dit geldt ook voor het 220- en 380 kV-net van de Nederlandse energievoorziening. Er zijn twee redenen waarom het onwenselijk is om een belangrijke centrale transportverbinding zoals de nieuwe 380 kV-verbinding binnen een wisselstroomnet als gelijkstroomverbinding uit te voeren. Allereerst is een groot voordeel van een wisselstroomnet dat elektriciteit op een wisselstroomnet de 'weg van de minste weerstand' volgt. Dit betekent dat de stroom zich automatisch, zonder actieve sturing, verspreidt over het netwerk. Dit betekent dan ook dat zodra er een verbinding uitvalt, andere verbindingen in het wisselstroomnet automatisch het transport van elektriciteit overnemen. Voor een gelijkstroomverbinding binnen een elektriciteitsnetwerk gebaseerd op wisselspanning volgt de stroom niet automatisch de weg van de minste weerstand. In geval van uitval van een verbinding moet de controller van het hoogspanningssysteem actief ingrijpen om de stroom via een gelijkstroomverbinding te laten lopen. Het realiseren van belangrijke centrale transportverbindingen in het hoogspanningsnetwerk als gelijkstroomverbindingen maakt het elektriciteitsnetwerk daarom minder robuust. Een gelijkstroomverbinding is daarmee geen doelmatige oplossing om één van de projectdoelstellingen (het verminderen van de kwetsbaarheid van het landelijk 380 kV-net in geval van onvoorziene uitval, grootschalig onderhoud, storingen of calamiteiten te bereiken).

Ook heeft de toepassing van gelijkstroom in een wisselstroomnet ruimtelijke impact. Bij het gebruik van gelijkstroom binnen een wisselstroomnetwerk moet de stroom bij het begin- en eindpunt van deze verbinding omgezet worden van gelijkstroom naar wisselstroom of vice versa. Hiervoor zijn voorzieningen nodig (zogenaamde converterstations). De indicatieve grootte van een converterstation is circa 5,5 ha. Deze ruimteclaim komt direct naast een uit te breiden dan wel nieuw te bouwen hoogspanningsstation.

2.4 Waarom een bovengrondse hoogspanningsverbinding?

'Bovengronds, tenzij' is het uitgangspunt voor de nieuwe 380 kV-verbinding tussen Diemen en Ens. Het is ook Rijksbeleid dat nieuwe hoogspanningsverbindingen met een spanningsniveau van 220 kV en 380 kV in beginsel bovengronds zullen worden aangelegd. Zie hiervoor de [Nationale Omgevingsvisie](#) (NOVI) en het [Programma Energiehoofdstructuur](#) (PEH).

Uit voorliggend plan-MER en uit de integrale effectanalyse (IEA) kan blijken dat op sommige tracédelen een bovengrondse verbinding vrijwel niet mogelijk is. In dat geval kan worden onderzocht of de verbinding voor een beperkt gedeelte ondergronds aangelegd kan worden. Een gedeeltelijk ondergrondse aanleg is alleen te overwegen wanneer er sprake is van een groot ruimtelijk of (net)technisch knelpunt en er geen tracé kan worden samengesteld dat over de gehele lengte bovengronds kan worden uitgevoerd, dat technisch uitvoerbaar en/of juridisch haalbaar (vergunbaar) is en wanneer er geen andere haalbare of reële (vergunbare) alternatieven zijn. Dit is dus het geval als uit de onderzoeken blijkt dat andere alternatieven technisch of juridisch niet haalbaar of uitvoerbaar zijn, ook niet na tracéoptimalisaties of toepassing van andere mitigerende maatregelen.

Het ondergronds aanbrengen van een hoogspanningsverbinding van 220 kV en hoger kan namelijk leiden tot [grote risico's](#) met betrekking tot leveringszekerheid. Daarnaast hebben kabels een negatieve impact op het gehele elektriciteitsnet (netintegriteit). Gedacht kan worden aan een extra verlies (blindvermogen), kwaliteit van de spanning (netvervuiling), grote kans op spanningspieken en daarmee een instabiel net.

Voor de verbinding heeft het ook nadelen. Een ondergrondse kabel kan moeilijker zijn warmte kwijt. Het gevolg hiervan is dat er minder stroom getransporteerd kan worden in vergelijking met een bovengrondse lijn. Daarnaast zijn kabels storingsgevoeliger dan lijnen. Ook is de reparatietijd van een ondergrondse kabelverbinding ten opzichte van een bovengrondse lijnverbinding significant langer. Alle genoemde risico's hebben bij optreden nadelige consequenties voor de beschikbaarheid van de verbinding en dus voor het benodigde transport van elektriciteit.

Een ondergrondse aanleg is alleen in uitzonderlijke gevallen te overwegen, namelijk wanneer een bovengrondse 220 of 380 kV-hoogspanningsverbinding leidt tot onaanvaardbare hinder, beperkingen of veiligheidsrisico's voor functies en opgaven van (inter)nationaal belang (beperkend voor luchthavens, grote kanalen, rivieren, spoorlijnen, bestaande 220/380kV-hoogspanningsverbindingen, Natura 2000-gebieden en Werelderfgoederen) waardoor een verbinding op een bepaalde locatie niet maakbaar is en/of er geen vergunning verleend kan worden.

Dergelijke ondergrondse aanleg wordt dus alleen overwogen als er geen andere realistische bovengrondse oplossingen mogelijk zijn. Ook moeten altijd eerst uitgebreide elektrotechnische onderzoeken worden uitgevoerd om te bepalen of in het specifieke geval van een gedeeltelijk ondergrondse aanleg haalbaar is voor het borgen van de kwaliteit van het elektriciteitsnetwerk (leveringszekerheid en betrouwbaarheid van het net), de operationele aspecten en het meerwerk. Dit om te borgen dat het inpassen van 380 kV-kabel geen beperking veroorzaakt of oplegt voor de taken die TenneT als systeembeheerder nu en in de toekomst moet uitvoeren.

Aanlegmethoden ondergrondse tracédelen (380 kV kabel)

De aanleg van ondergrondse tracédelen (kabeldelen) is mogelijk door middel van open ontgraving of met een gestuurde boring. Hieronder worden de beide aanlegmethoden kort beschreven. Voor een uitgebreider beschrijving wordt verwezen naar het Alternativedocument (zie bijlage 4).

De *open ontgraving* is de meest gebruikte methode om ondergrondse kabels aan te leggen. De 380 kV-kabels worden naast elkaar gelegd op circa 1,20 tot 1,80 meter onder maaiveld (zie figuur 2.6). Voor de 380 kV verbinding moeten 12 kabels worden aangelegd om de gewenste transportcapaciteit te bereiken. De totale breedte van alle kabels naast elkaar inclusief benodigde ruimte tussen de kabels, is circa 50 meter.



Figuur 2.6 Voorbeeld van hoe een open ontgraving in zijn werk gaat

Naast aanleg door middel van open ontgraving kunnen hoogspanningskabels ook door middel van een *gestuurde boring* worden aangelegd. Meestal wordt gekozen voor een gestuurde boring op locaties waar aanleg via open ontgraving niet mogelijk is, bijvoorbeeld bij kruisingen van grote wateren, dijken, wegen of spoor kruisingen. Bij een boring worden vanuit in- en uittredepunt kabels geboord van punt A naar punt B. Afhankelijk van de eigenschappen van de grond, eigenschappen van de omgeving en de techniek wordt de

diepte van boring bepaald. Bij een gestuurde boring worden de kabels in mantelbuizen aangelegd. Een boring voor een 380 kV-verbinding kan over een lengte van maximaal circa 1 kilometer worden uitgevoerd. Daarbij geldt dat het 'rupsen' van ondergrondse tracédelen niet is toegestaan. Rupsen betekent het op korte afstand van bovengrondse- naar ondergrondse- naar bovengrondse aanleg gaan met de verbinding. Overigens is rupsen ook niet toegestaan bij aanleg door middel van een open ontgraving.

Het benodigde oppervlak voor de werkruimte bij het in- en het uitredepunt varieert afhankelijk van de lengte van de gestuurde boring en kan tussen de 750 m² tot wel 2500 m² zijn (zie figuur 2.7).



Figuur 2.7 Gestuurde boring 380 kV kabels

Na de aanleg van kabelverbindingen moeten de kabels van open ontgravingen bereikbaar zijn voor onderhoud, inspectie en eventuele calamiteiten. Daarom gelden er ook in de gebruiksfase beperkingen direct boven en rondom de locatie waar de kabels in de grond liggen. Zo zijn boven het kabeltracé van open ontgravingen, geen bouwwerken, bomen of andere diepwortelende beplanting toegestaan.

Opstijpunten

Er zijn ook bovengrondse onderdelen nodig om de ondergrondse verbinding werkend te krijgen. Zo worden bij de overgang van bovengrondse naar ondergrondse tracédelen opstijpunten gebouwd. Een opstijgpunt bestaat uit een omheind terrein met daarbinnen een mast en alle voorziening om de koppeling tussen de bovengrondse en ondergrondse tracédelen te beschermen. Een voorbeeld hiervan is te zien in figuur 2.8.



Figuur 2.8 Opstijgpunt 380 kV-verbinding (foto van de verbinding Rilland-Tilburg)

2.5 Is een (gedeeltelijk) ondergrondse verbinding onder water mogelijk?

Van belang is hiervoor het verschil tussen een wisselstroomverbinding en een gelijkstroomverbinding. Dit is deels uitgelegd in paragraaf 2.3. Gelijkstroomverbindingen kunnen eenvoudiger en voor lange afstanden ondergronds, onder water gerealiseerd worden. Dit is dan ook gebruikelijk bij verbindingen die bijvoorbeeld de stroom die opgewekt is door windmolens op zee, terug naar land te transporteren.

Onder specifieke voorwaarden kan de 380 kV-kabel onder een waterweg door gerealiseerd worden. Omdat een open ontgraving hier niet uitvoerbaar is moet dit gebeuren met een gestuurde boring. Omdat bij deze aanlegmethode de toepassingsafstand beperkt is tot enkele kilometers, is toepassing over lange afstand onder water – bijvoorbeeld in het IJmeer, Markeermeer en/of IJsselmeer, niet mogelijk. Dit zou betekenen dat op verschillende locaties de kabel bovengronds (in dit geval dan op een eiland) aan elkaar verbonden moeten worden. Voor de toepassing van een 380 kV-kabel is in plaats daarvan dan een constructie nodig waarbij de kabel bereikbaar is voor realisatie en beheer en onderhoud, bijvoorbeeld door de aanleg van een tunnel.

In dit verband heeft de Commissie mer in haar advies over de reikwijdte en detailniveau in mei 2023 geadviseerd om inzicht te geven in de (on)mogelijkheden om het blauwe alternatief uit te voeren in de vorm van een 380 kV-kabel in een tunnel. Vanuit de regiopartijen is aanvullend de vraag gekomen of dit mogelijk is bij alle alternatieven die een oversteek over grote wateren maken (zoals de randmeren). Ondergrondse aanleg onder water en een tunnel als uitvoeringsvariant worden voor dit project niet als realistische oplossing beschouwd en daarom niet onderzocht in het plan-MER en de IEA. Belangrijke overweging hierbij is het beginsel 'bovengronds, tenzij' dat voor 380 kV-verbindingen is opgenomen in de Nationale Omgevingsvisie (NOVI) en het Programma Energie Hoofdstructuur (PEH) en hoofduitgangspunt is voor het project. Voor afwijking van dit uitgangspunt geldt de restrictie dat ondergrondse aanleg alleen kan worden overwogen voor korte tracédelen. De argumenten die aan deze restrictie ten grondslag liggen zijn:

- kabels hebben een lagere transportcapaciteit;
- kabels hebben grotere faalkans;
- in het algemeen is de hersteltijd bij storingen van kabels langer;
- kabels beïnvloeden het systeemgedrag en stabiliteit van het net negatief;
- kabels kunnen leiden tot schadelijke overspanningen;
- er is meer civieltechnisch werk nodig om een kabel aan te leggen;
- een kabel veroorzaakt ook (milieu)effecten en (ruimtelijke)beperkingen;
- kabels zijn duurder dan een bovengrondse verbinding.

Ondergrondse aanleg onder water en een tunnel als uitvoeringsvariant worden voor dit project niet als realistische oplossing beschouwd en daarom niet als alternatief meegenomen onderzocht in het plan-MER en de IEA. Belangrijke overweging is dat een hoogspanningsverbinding (380kV wisselstroom, 4.000 ampère continue) in een tunnel nog geen beproefde methodiek is en daarom niet wordt toegestaan in een verbinding die onderdeel uitmaakt van de landelijke ring en het Europese elektriciteitsnet. Dit omdat falen van de verbinding kan leiden tot een algehele storing in de Europese energievoorziening.

3. Alternatieven

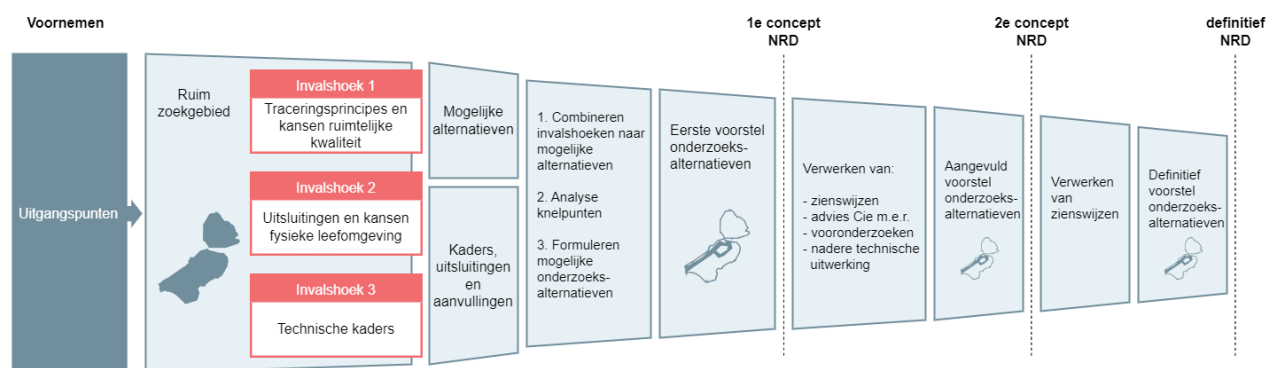
In het plan-MER worden verschillende alternatieven onderzocht om vanaf hoogspanningsstation Diemen, via Lelystad naar hoogspanningsstation Ens te komen. Dit worden onderzoeksalternatieven genoemd. Ook wordt onderzoek gedaan naar nieuwe hoogspanningsstations en/of het uitbreiden van een bestaand hoogspanningsstation. Paragraaf 3.1 gaat in op het proces dat sinds het vaststellen van de Notitie Reikwijdte en Detailniveau gevolgd is om tot de uitwerking van onderzoeksalternatieven te komen. Paragraaf 3.2 geeft een beschrijving van de onderzoeksalternatieven in het plan-MER. Daarbij gaat paragraaf 3.2.1 in op de onderzoeksalternatieven voor het tracé en paragraaf 3.2.2 op de locatiealternatieven voor de hoogspanningsstations. Paragraaf 3.3 beschrijft hoe het proces van de uitgevoerde onderzoeken voor onderzoeksalternatieven en locatiealternatieven naar een voorkeursalternatief verloopt.

3.1 Hoe is tot onderzoeksalternatieven gekomen?

In de NRD en de bijbehorende Notitie onderzoeksalternatieven is uitgelegd hoe er tot conceptuele alternatieven (blauw, paars, groen, geel, oranje en grijs) gekomen is. De onderzoeksalternatieven zijn bepaald door:

- bestaande en toekomstige fysieke belemmeringen voor de nieuwe hoogspanningsverbinding;
- mogelijkheden voor bundeling met bestaande hoogspanningsverbindingen en hoofdinfrastructuur (zoals wegen en spoorwegen);
- mogelijkheden voor aansluiten bij de principes vanuit ruimtelijk kwaliteit.

De verschillende stappen zijn schematisch weergegeven in figuur 3.1 en een beschrijving van deze stappen is opgenomen in het Alternativedocument, dat separaat gepubliceerd wordt.



Figuur 3.1 Schematische weergave van de stappen tot onderzoeksalternatieven

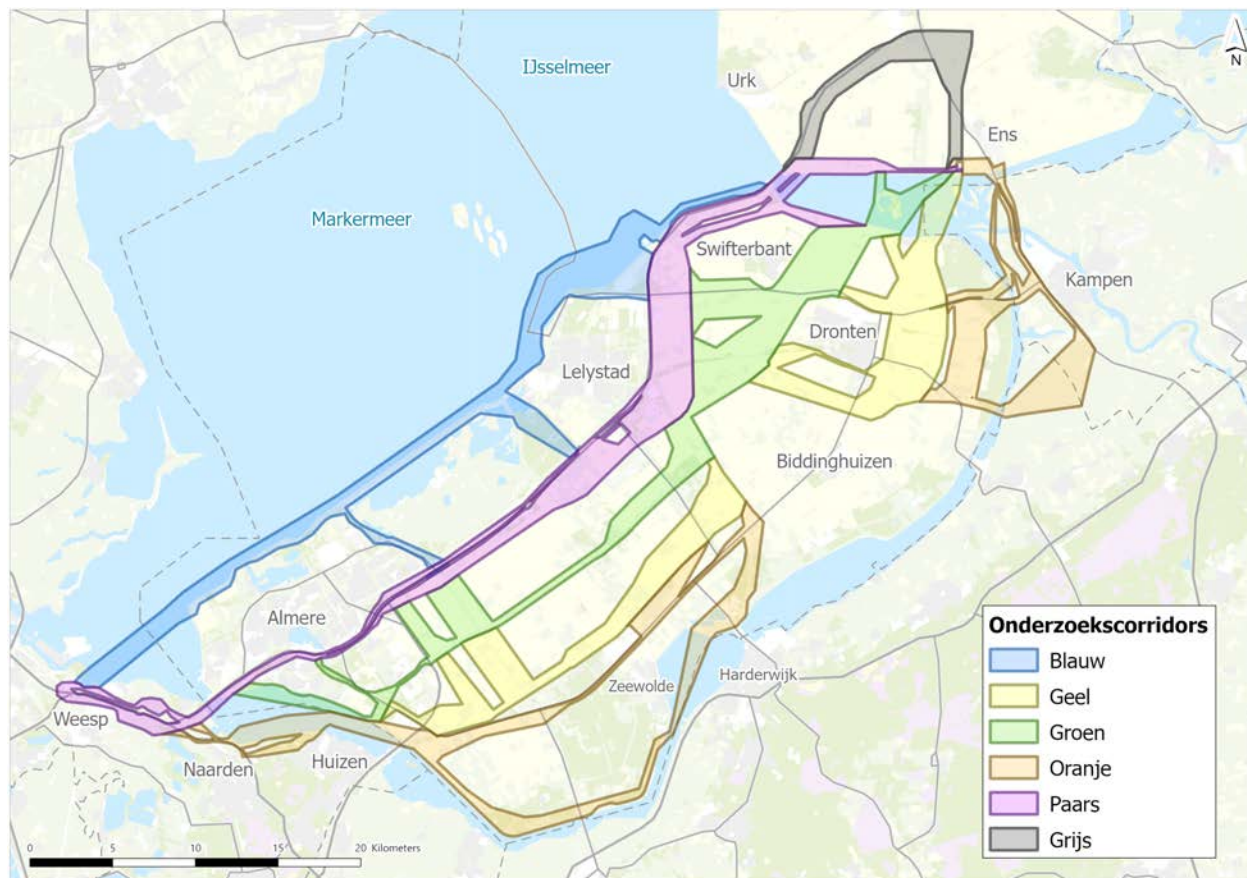
Bovenstaande stappen hebben geleid tot de onderzoeksalternatieven die in de vastgestelde NRD zijn opgenomen en die in voorliggend MER worden onderzocht en beoordeeld op effecten. Elk alternatief heeft onderliggende principes:

- blauw: loopt zoveel mogelijk over het water (IJmeer, Markermeer en IJsselmeer) en volgt de kustlijn;
- paars: bundelt zoveel mogelijk met bestaande infrastructuur van de rijkswegen A1, A6 en de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding tussen Diemen en Ens;
- groen: doorsnijdt de open ruimte van de Flevopolder, bundelt daarbij met bestaande weginfrastructuur van onder andere de N706 en steekt het Ketelmeer over via het baggerdepot-eiland IJsselooog;
- geel: volgt de bestaande 150 kV-verbinding in het zuidoosten door de Flevolandse polder;
- oranje: volgt zoveel mogelijk de zuidelijke en oostelijke kustlijn van de Flevopolder;
- grijs: volgt de A6 en N50 richting hoogspanningsstation Ens langs de noordkant van Schokland.

Voor elk van deze alternatieven zijn er ruimtelijke belemmeringen. Daarom is een bandbreedte aan alternatieven onderzocht in dit plan-MER om tot een haalbaar voorkeursalternatief te komen.

Om de milieueffecten te bepalen voor deze onderzoeksalternatieven zijn de indicatieve lijnen op de kaart een slag verder uitgewerkt tot corridors en referentielijnen. Corridors geven de onderzoeksruimte weer waarbinnen gezocht wordt naar een tracé voor de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding (figuur 3.2). De corridor kan op de ene plek smaller zijn dan op een andere plek, afhankelijk van bijvoorbeeld aanwezige bebouwing. Binnen de corridors wordt onderzocht waar de nieuwe verbinding tot welke effecten leidt. Daarmee wordt in beeld gebracht hoe de nieuwe verbinding binnen de corridor moet lopen om de impact op milieu zoveel mogelijk te beperken.

Om tot corridors te komen zijn de alternatieven technisch beschouwd op maakbaarheid en haalbaarheid om te bepalen hoeveel ruimte er beschikbaar is op de verschillende locaties. Ook inzichten uit de opgestelde strategische Heritage Impact Assessment hebben hieraan bijgedragen. Parallel daaraan heeft een proces plaatsgevonden waarbij informatie opgehaald en afgestemd is met de regionale overheden en andere omgevingspartijen.



Figuur 3.2 Alle corridors, die de alternatieve routes vormen tussen de hoogspanningsstations Diemen, Lelystad en Ens

3.2 Beschrijving van de onderzoeksalternatieven

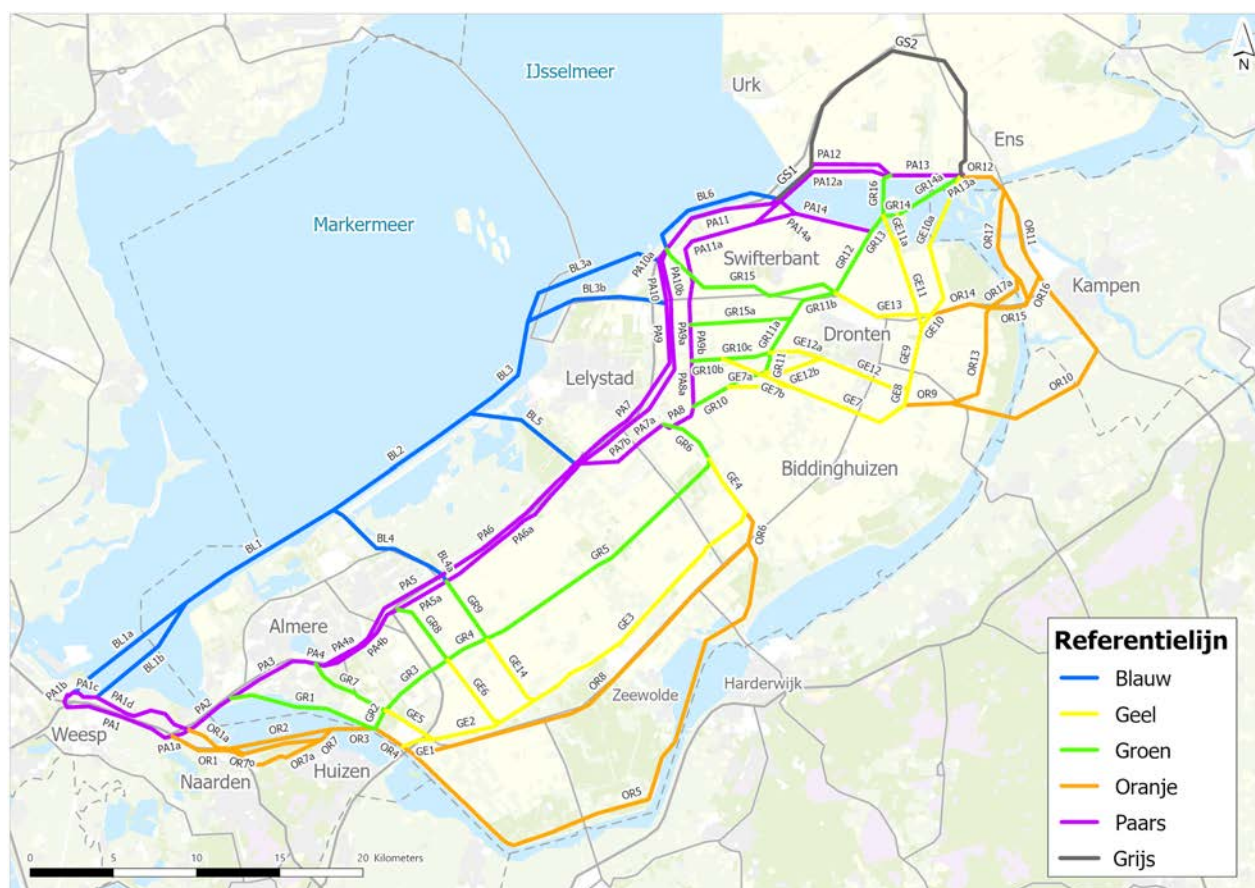
3.2.1 Onderzoeksalternatieven voor het tracé

De corridors zoals weergegeven in paragraaf 3.1, vormen de zoekruimte voor een tracé. Om de effectbeoordeling te kunnen uitvoeren, is gebruik gemaakt van een representatieve route binnen die corridor. Dit is een referentielijn die de route voor de nieuwe hoogspanningsverbinding kan vormen en die het uitgangspunt vormt voor het onderzoeken van de milieueffecten.

In veel gevallen is er één referentielijn binnen de corridor getrokken. Dit is zo gedaan dat deze lijn op voorhand zo veel mogelijk technisch en veilig maakbaar en juridisch haalbaar lijkt. In een aantal gevallen is ervoor gekozen om twee referentielijnen te onderzoeken, omdat er binnen de corridor verschil in haalbaarheid of in de te mogelijke effecten verwacht werd. De referentielijnen hoeven nog niet de definitieve locatie van de hoogspanningsverbinding te zijn. De referentielijnen vormen het startpunt (en daarmee uitgangspunt) voor de effectbepaling. In de deelrapporten is ook beschouwd of een andere route binnen de corridor tot meer of minder effecten zou kunnen leiden.

In figuur 3.4 zijn alle onderzochte referentielijnen gezamenlijk op een kaart weergegeven. Per 'basiskleur' is onderscheid te maken in één of twee referentielijnen die onderzocht worden op milieueffecten. Voor het compleet maken van de verbinding tussen twee stations wordt soms ook gebruik gemaakt van een referentielijn van een andere kleur. De nieuwe verbinding tussen hoogspanningsstations Diemen en Lelystad kan qua route in feite los gezien worden van de nieuwe verbinding op het gedeelte tussen hoogspanningsstations Lelystad en Ens. Echter moeten deze wel beide op hetzelfde nieuwe hoogspanningsstation Lelystad of de uitbreiding van het bestaande hoogspanningsstation Lelystad aansluiten. Daarom zijn de effecten voor deelgebied zuid (Diemen-Lelystad) en noord (Lelystad-Ens) afzonderlijk van elkaar in beeld gebracht.

De aansluiting op het bestaande of het nieuwe hoogspanningsstation Lelystad, vormt de grens tussen deelgebied noord en zuid.



Figuur 3.3 Alle referentielijnen die het uitgangspunt vormen voor de effectstudies

Voor de verschillende onderzoeksalternatieven is hierna een globale omschrijving opgenomen met bijbehorende visualisatie, waarbij de grotere kenmerken in het gebied zijn beschreven waar de alternatieven langs komen. Deze beschrijving begint voor alle onderzoeksalternatieven bij hoogspanningsstation Diemen en eindigt bij hoogspanningsstation Ens.

Alle onderzoeksalternatieven sluiten aan op hoogspanningsstation Diemen. Het hoogspanningsstation ligt in het buurtschap Overdiemen ten oosten van Diemen, globaal tussen het Amsterdam-Rijnkanaal in het westen en het IJmeer in het oosten. In de nabijheid liggen onder meer de energiecentrale van Vattenfall en het natuurgebied Diemer Vijfhoek (het voormalige PEN-eiland: Provinciaal Elektriciteitsbedrijf Noord-Holland, inmiddels is dit Vattenfall). Noordwaarts van de locatie is de Amsterdamse nieuwbouwwijk IJburg verzeen (deels nog in aanbouw). Noordwestwaarts ligt tussen het Amsterdam-Rijnkanaal en IJburg het Diemerpark. Dit park is ontstaan na een uitgebreide bodemsanering van de ooit zwaar verontreinigde Diemerzeedijk. Het nieuwe tracé voor de hoogspanningsverbinding moet aansluiten op hoogspanningsstation Diemen. De ruimte op het bestaande hoogspanningsstation is beperkt. Het is een technische en planologische opgave om zo goed mogelijk aan te sluiten op dit hoogspanningsstation.

Onderzoeksalternatief Blauw

Onderzoeksalternatief blauw loopt zoveel als mogelijk over water en volgt voor een groot deel de westelijke kustlijn van Flevoland. Er zijn in deelgebied zuid twee referentielijnen die op effecten onderzocht worden: Zuid-Blauw-1 en Zuid-Blauw-2. Vanaf hoogspanningsstation Diemen kruisen beide referentielijnen het IJmeer met aan de westzijde het natuurgebied Diemer Vijfhoek en Forteiland Pampus. Zuid-Blauw-1 loopt hier op kortere afstand langs Fort Eiland Pampus dan Zuid-Blauw-2. Beide referentielijnen lopen daarna over het Natura 2000-gebied Markermeer in noordoostelijke richting grotendeels parallel aan de Oostvaardersdijk. Zuid-Blauw-1 blijft parallel aan de Oostvaardersdijk noordoostwaarts lopen, met binnendijks in Flevoland achtereenvolgens akkers, de bebouwde kom van Almere, Natura 2000-gebied Lepelaarplassen, bedrijventerrein de Vaart, Natura 2000-gebied Oostvaardersplassen en de bebouwde kom van Lelystad. Buitendijks van de Oostvaardersdijk liggen de Pampushaven, het Oostvaardersdiep en havens. Zuid-Blauw-2 splitst tussen Almere-Buiten en de Oostvaardersplassen af in de richting van de A6. Daar volgt de referentielijn de snelweg tot aan het meest zuidelijke alternatief voor hoogspanningsstation Lelystad. Aanvullend is tussen de Oostvaardersplassen en Lelystad ook een afsplitsing mogelijk in de richting van de A6.

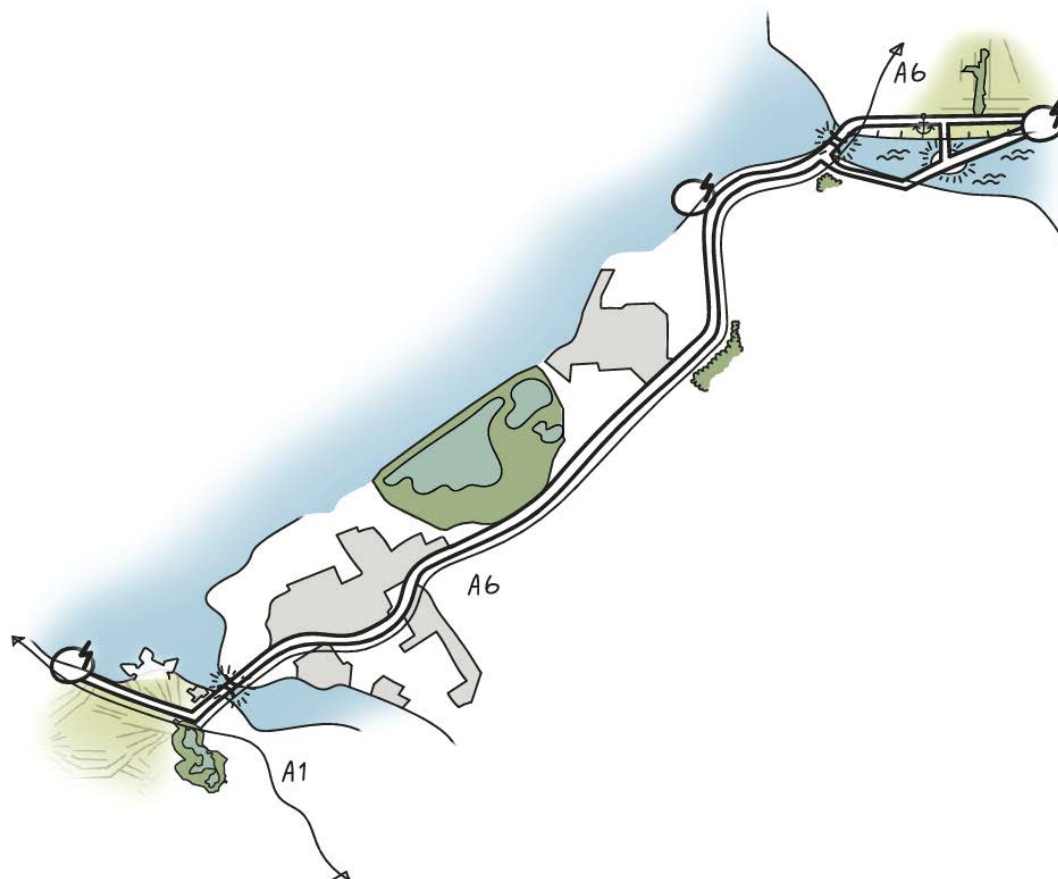
Vanaf hoogspanningsstation Lelystad is er in deelgebied noord één referentielijn naar hoogspanningsstation Ens: Noord-Blauw-1. Deze loopt in de richting van de Ketelbrug vrijwel volledig over water, door Natura 2000-gebied IJsselmeer en parallel aan de IJsselmeerdijk. De referentielijn steekt de snelweg over om aan de oostzijde van de Ketelbrug het Ketelmeer over te steken naar de Noordoostpolder. Daar loopt de referentielijn over land, voornamelijk over akkers, in de richting van hoogspanningsstation Ens. Hierbij loopt de referentielijn over grondgebied van UNESCO-werelderfgoed Schokland en Omgeving.



Onderzoeksalternatief Paars

Onderzoeksalternatief paars volgt grotendeels de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding en de snelweg A6. Er zijn in deelgebied zuid twee referentielijnen die onderzocht worden: Zuid-Paars-1 en Zuid-Paars-2. Vanaf het hoogspanningsstation Diemen lopen de referentielijnen grotendeels parallel aan de A1 in de richting van de Hollandse brug om hier de oversteek naar Flevoland te maken. Zuid-Paars-1 loopt ten noorden van de A1 langs Muiden en Muiderberg. Zuid-Paars-2 loopt aan de zuidzijde van de A1, via de Bloemendalerpolder en dicht langs Natura 2000-gebied Naardermeer. Het gebied rondom Weesp langs de A1 wordt gekenmerkt door veenweidegebied met agrarisch grasland. Ten oosten van de Hollandse Brug steken de referentielijnen het Gooimeer over. De referentielijnen lopen in Almere parallel met de A6. Vanaf het Floriadeterrein splitsen de referentielijnen, waarbij Zuid-Paars-1 naar de west-/noordzijde van de A6 gaat en Zuid-Paars-2 aan de oost-/zuidzijde van de A6 blijft. Beide referentielijnen passeren Natura 2000-gebied Oostvaardersplassen in de richting van één van de nieuwe hoogspanningsstations Lelystad of de uitbreiding van het bestaande hoogspanningsstation.

In deelgebied noord worden er twee referentielijnen onderzocht: Noord-Paars-1 en Noord-Paars-2. Verder noordwaarts loopt het onderzoeksalternatief voornamelijk over akkers in de richting van de Ketelbrug. Noord-Paars-1 bundelt hier met de A6 en doorkruist vervolgens natuurgebied de Kamperhoek voordat ten oosten van de Ketelbrug de oversteek over het Ketelmeer gemaakt wordt naar de Noordoostpolder. Dan loopt de referentielijn in oostelijke richting naar hoogspanningsstation Ens waarbij het over grondgebied van UNESCO Werelderfgoed gebied Schokland en omgeving loopt. Noord-Paars-2 steekt niet bij de Ketelbrug over, maar volgt aan de zuidkant van het Ketelmeer de Ketelmeerdijk om vervolgens via het IJsselooog een schuine oversteek te maken over het Ketelmeer (Natura 2000-gebied Ketelmeer & Vossemeer) en vervolgens aan te sluiten op hoogspanningsstation Ens.



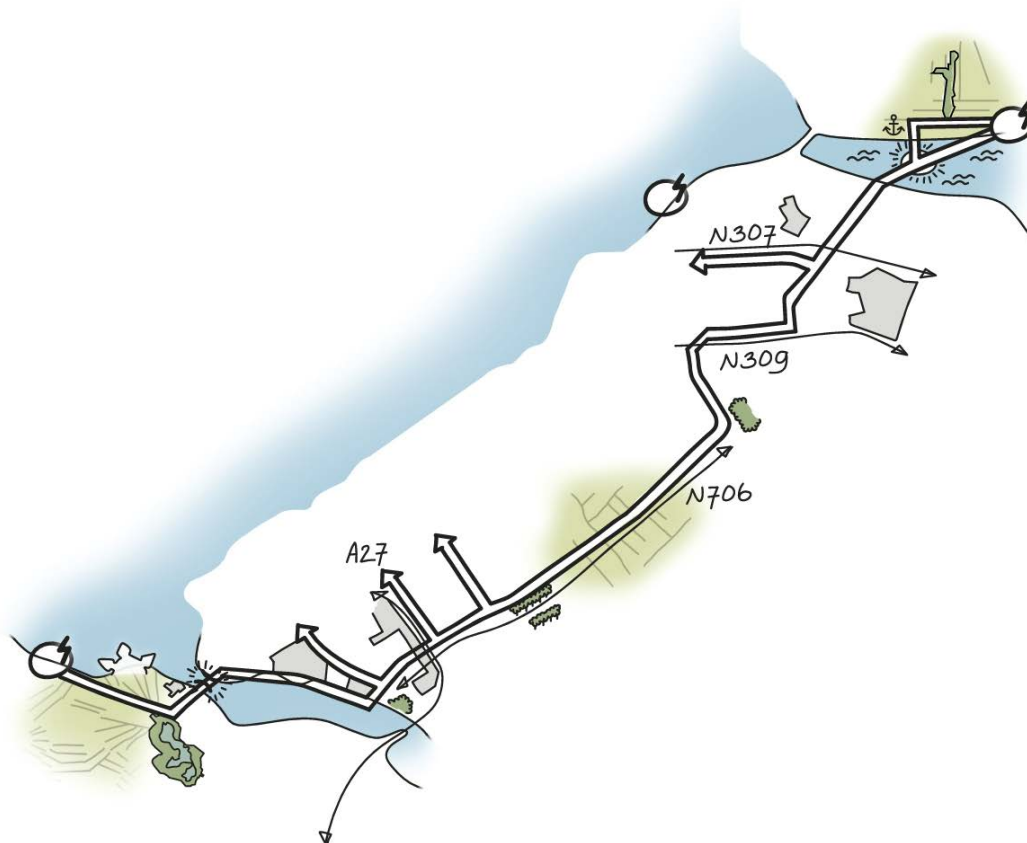
Onderzoeksalternatief Groen

Onderzoeksalternatief groen heeft in deelgebied zuid één onderzoeksalternatief: Zuid-Groen-1. Deze volgt op het gedeelte vanaf hoogspanningsstation Diemen tot aan de provincie Flevoland dezelfde route als onderzoeksalternatief Zuid-Paars-2. Na de oversteek bij de Hollandse brug loopt onderzoeksalternatief Zuid-Groen-1 ten zuiden van Almere Hout deels over het water van het Gooimeer, om vervolgens ter hoogte van het Cirkelbos weer aan land te komen. Varianten hierop zijn dat het tracé langer de snelweg A6 volgt en op een locatie verder noordwaarts in Almere aftakt vanaf de A6 in de richting van de N706. Een van deze varianten loopt aan de noordoost- zijde langs Almere Haven parallel aan de A27. De andere mogelijkheid is een verlengde van de blauwe variant. Allen lopen vervolgens verder noordoostwaarts in de richting van Lelystad, waarbij zoveel mogelijk de bestaande infrastructuur (de N706) gevolgd wordt.

Er zijn diverse mogelijkheden om in deelgebied noord vanaf één van de locatiealternatieven voor het hoogspanningsstation nabij Lelystad te vertrekken in de richting van Ens. Er zijn twee onderzoeksalternatieven die onderzocht worden: Noord-Groen-1 en Noord-Groen-2. Bij Noord-Groen-1 loopt het tracé vanaf het meest noordelijke locatiealternatief van hoogspanningsstation Lelystad deels parallel aan de N307 zuidwaarts van Swifterband. Daarna buigt het tracé noordwaarts af in de richting van het Ketelmeer. Bij Noord-Groen-2 loopt het tracé vanaf het meest zuidelijke locatiealternatief voor

hoogspanningsstation Lelystad in noordoostelijke richting en langs de westzijde van Dronten. Vervolgens loopt het tracé ook noordwaarts in de richting van het Ketelmeer. Ook enkele aftakkingen hier tussenin zijn mogelijk en worden onderzocht (vanaf de middelste twee locatiealternatieven voor hoogspanningsstation Lelystad).

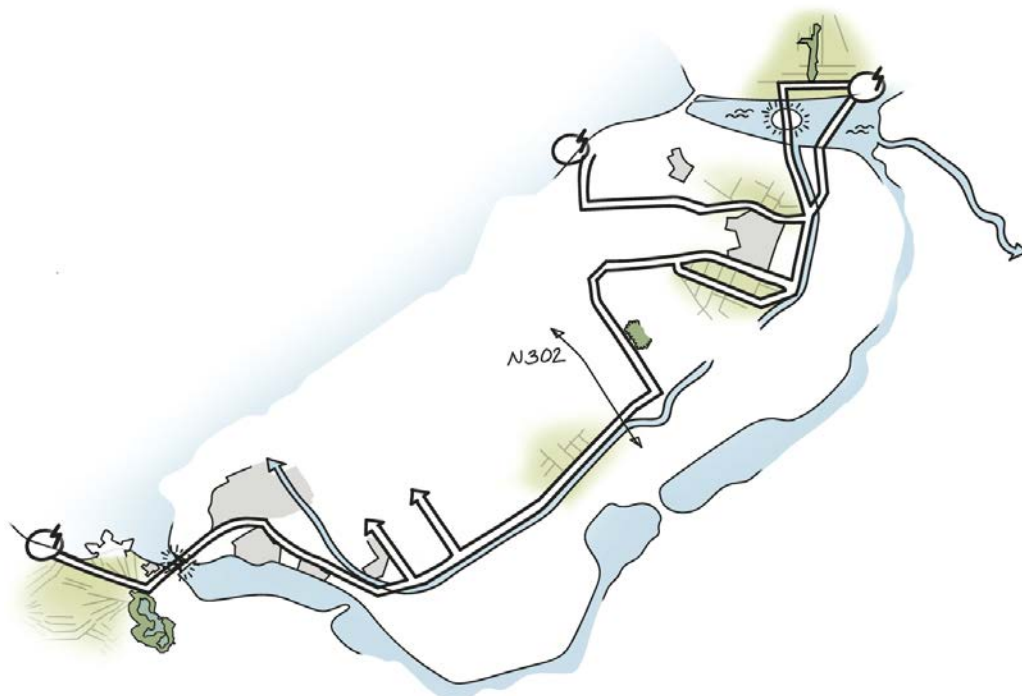
De alternatieven steken ten westen van Ketelhaven het Ketelmeer (Natura 2000-gebied Ketelmeer & Vossemeer) over naar het baggerdepot IJsseloog en vervolgens verder naar de Noordoostpolder. Dit gebeurt bij Noord-Groen-1 met een zo kort mogelijke oversteek die ten westen van Schokkerhaven aan land komt en aansluit op onderzoeksalternatief paars, waar het alternatief vervolgens over grondgebied van UNESCO Werelderfgoed gebied Schokland en omgeving loopt. Bij Noord-Groen-2 is er een schuine oversteek van het Ketelmeer, waarbij het alternatief aan de oostzijde van UNESCO Werelderfgoedgebied Schokland en Omgeving aan land komt en aansluit op hoogspanningsstation Ens.



Onderzoeksalternatief Geel

Er is in deelgebied zuid één referentielijn voor onderzoeksalternatief Geel: Zuid-Geel-1. Dit tracé komt tot net voorbij Almere Hout overeen met Zuid-Groen-1. Vanaf daar volgt het tracé de Hoge Vaart tot voorbij de kruising met de N307. Dan loopt het via de akkers ten westen van Zeewolde noordoostwaarts, om vervolgens weer terug te buigen in de richting van Lelystad. Via dezelfde route als Zuid-Groen-1 loopt het tracé naar één van de locatiealternatieven voor hoogspanningsstation Lelystad.

In deelgebied noord zijn er twee referentielijnen die onderzocht worden: Noord-Geel-1 en Noord-Geel-2. Bij Noord-Geel-1 loopt het tracé deels parallel aan de N307 oostwaarts, ten zuiden van Swifterband en vervolgens ten noorden van Dronten. Vervolgens buigt het tracé noordwaarts af om ten oosten van Ketelhaven het Ketelmeer (Natura 2000-gebied Ketelmeer & Vossemeer) over te steken en vrijwel direct op hoogspanningsstation Ens aan te sluiten. Noord-Geel-2 onderzoekt een route vanaf het meest zuidelijke hoogspanningsstation Lelystad en loopt tussen Dronten en Biddinghuizen door. Aan de oostzijde van Dronten buigt het noordwaarts af en loopt parallel aan de Hoge Vaart in de richting van het Ketelmeer. Ten westen van Ketelhaven steekt het tracé het Ketelmeer over, via het baggerdepot IJsseloog. Hier loopt het tracé net als Noord-Paars-1 en Noord-Groen-1 aan de zuidkant langs UNESCO Werelderfgoedgebied Schokland en omgeving.

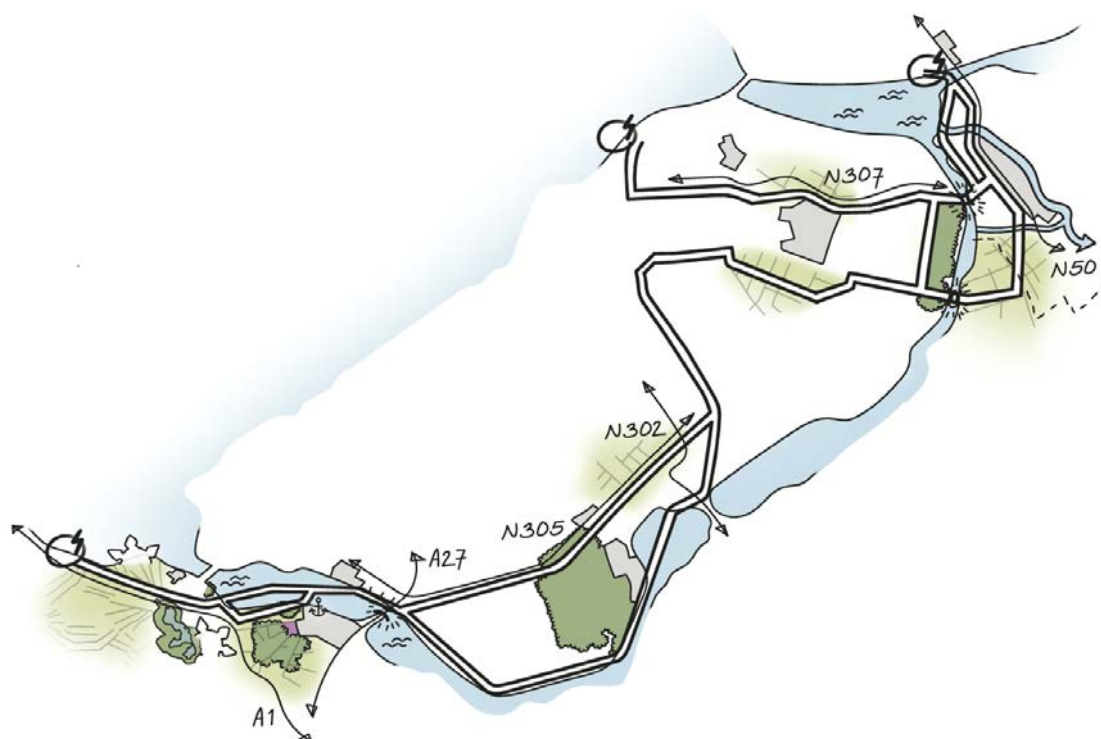


Onderzoeksalternatief Oranje

In deelgebied zuid zijn er twee referentielijnen die onderzocht worden: Zuid-Oranje-1 en Zuid-Oranje-2. Beide referentielijnen volgen vanaf hoogspanningsstation Diemen eerst het tracé van Zuid-Paars-1 of Zuid-Paars-2. Vanaf knooppunt Muiderberg tot voorbij Naarden-Vesting volgt Zuid-Oranje-1 aan de zuidkant de A1 naar het oosten, langs Naarden-Vesting. Vervolgens loopt het tracé door Valkeveen in de richting van de Gooimeerpier, ten noordwesten van Huizen, om daar het Natura 2000-gebied Gooimeer over te steken en aan te landen ter hoogte van bedrijventerrein Stichtsekant. Tussen Naarden-Vesting en de Gooimeerpier liggen graslanden met agrarische functie, diverse woningen en landgoederen (onder andere Gooi Natuurreservaat Naarder Eng). Eenmaal in Flevoland volgt dit alternatief zoveel mogelijk de kustlijn van de randmeren (allen onderdeel van Natura 2000-gebieden) en steekt het Wolderwijd over. Daarna volgt het dezelfde tracés als onderzoeksalternatieven geel en groen in de richting van de locatiealternatieven voor hoogspanningsstation Lelystad.

Zuid-Oranje-2 loopt vanaf het knooppunt Muiderberg tussen de A1 en Naarderbos door. Dan loopt het tracé via het water van Natura 2000-gebied Gooimeer naar Flevoland, waar het ter hoogte van bedrijventerrein Stichtsekant weer aan land komt. Het tracé buigt langs de Gooimeerdijk af richting het oosten, steekt de A27 bij de Stichtsebrug over om vervolgens langs de Gooiseweg (N305) en door het Horsterwold (met onder andere de Stille Kern) naar het noordoosten af te buigen. Het tracé loopt tussen Zeewolde en bedrijventerrein Horsterparc/Trekkersveld II door. Net als Zuid-Oranje-1, buigt het tracé vervolgens af in westelijke richting, naar de locatiealternatieven voor hoogspanningsstation Lelystad.

In deelgebied noord zijn er twee referentielijnen die onderzocht worden: Noord-Oranje-1 en Noord-Oranje-2. Vanaf hoogspanningsstation Lelystad volgen deze eerst één van de routes van de andere onderzoeksalternatieven (paars, groen, geel). De referentielijnen van onderzoeksalternatief oranje lopen verder oostwaarts. Er zijn verschillende mogelijkheden om in deelgebied noord via de provincie Overijssel naar Ens te gaan. Zuid-Oranje-1 steekt bij de Hanzeweg (N307) ten noorden van het AZC in de gemeente Dronten het Vossemeer over. Ten oosten van het Vossemeer loopt het tracé door de Melmerpolder naar het noorden, waar het de oostzijde van de Vossemeerdijk volgt. Vervolgens steekt het tracé het Keteldiep/Kattendiep over om vervolgens verder over het Kampereiland noordwaarts te lopen. Daarna wordt bij Ramspol de Ramsgeul en het Ramsdiep (beiden onderdeel van het Ketelmeer) gepasseerd. Tot slot sluit het tracé aan op hoogspanningsstation Ens. In Zuid-Oranje-2 steekt het tracé het Natura 2000-gebied Drontermeer over ter hoogte van het eiland Eekt. Ten westen van het Drontermeer ligt het Abbertbos. Het tracé loopt door open landschap met vooral grasland met een agrarische of een natuurfunctie (polder Oosterwolde en polder Kamperveen) in noordoostelijke richting naar Kampen en vervolgt westelijk langs de N50 zijn weg naar het noorden. Daarbij worden het Reevediep, de IJssel, het Ramsdiep en de Ramsgeul (de laatste twee als onderdeel van het Ketelmeer) overgestoken. Tevens loopt het tracé door de cultuurhistorische respectzone Zwartendijk, de Melmerpolder en door het Kampereiland (Nationaal Landschap IJsseldelta). Vervolgens sluit het aan op hoogspanningsstation Ens. Er zijn enkele andere routekeuzes mogelijk, bijvoorbeeld dat het tracé langer de N307 volgt in de richting van de N50.



Onderzoeksalternatief Grijs

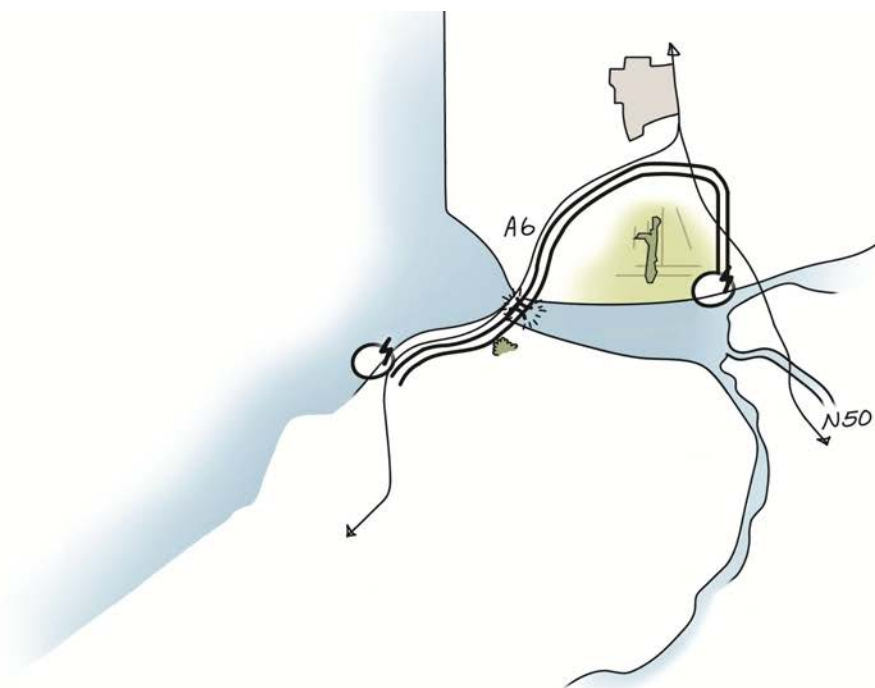
Onderzoeksalternatief Grijs kent alleen een referentielijn in deelgebied noord, Noord-Grijs-1, en loopt via de noordkant om UNESCO Werelderfgoed Schokland heen. Dit onderzoeksalternatief is na advies van de Commissie voor de mer via een Aanvulling op de NRD in 2025 toegevoegd aan het milieuonderzoek. Dit is gedaan omdat voor alle eerder onderzochte alternatieven onbeheersbare risico's voor de haalbaarheid van de verbinding geïdentificeerd waren.

Vanaf hoogspanningsstation Lelystad volgt deze eerst één van de routes van onderzoeksalternatief paars. Het onderzoeksalternatief loopt hier voornamelijk over akkers in de richting van de Ketelbrug. Noord-Grijs-1 bundelt hier met de A6 en doorkruist vervolgens natuurgebied de Kamperhoek voordat ten oosten van de Ketelbrug de oversteek over het Ketelmeer gemaakt wordt naar de Noordoostpolder. De referentielijn blijft de A6 aan de oostkant volgen tot de start van industrieterrein Emmeloord. Hier loopt de referentielijn in oostelijke richting naar de N50, welke de referentielijn kruist. Aan de oostkant van de A50 sluit de referentielijn aan bij tracéalternatief Paars van de onderzoeken van de mogelijk toekomstige 380 kV-verbinding uit het project Vierverlaten-Ens, en loopt bundelend naar het zuiden. Ten noorden van Ens kruist de referentielijn opnieuw de N50, om bundelend aan de bestaande 220 kV-verbinding naar het zuiden aan te sluiten op hoogspanningsstation Ens. De Noordoostpolder is in zijn geheel aangewezen als wederopbouwgebied van nationaal belang.

In dit alternatief worden twee varianten onderzocht:

- variant één met een enkele nieuwe 380 kV-mastenrij; en
- variant twee met een dubbele, gebundelde mastenrij voor deeltracé GS2. Hierbij wordt de huidige verbinding tussen de Ketelbrug en station Ens geamoveerd en omgelegd en gebundeld met de nieuwe 380 kV-verbinding. Mogelijk is dit vanuit nettechniek nodig als oplossing voor het lengteverschil tussen de nieuwe en bestaande 380 kV-verbinding.

Vanwege de samenloop met de eventueel toekomstige 380 kV-verbinding van het project Vierverlaten-Ens aan de oostkant van de Noordoostpolder wordt voor Onderzoeksalternatief Grijs ook de cumulatie met deze verbinding onderzocht. Uitgangspunt bij het onderzoek naar cumulatieve effecten is dat voor de verbinding tussen Vierverlaten en Ens tracéalternatief Paars wordt gevolgd, met een dubbele verbinding.



Alle onderzoeksalternatieven sluiten aan op hoogspanningsstation Ens. Het hoogspanningsstation staat ten zuidwesten van de woonplaats Ens, aan de westkant van de N50. Ongeveer een kilometer westwaarts vanaf het hoogspanningsstation begint de begrenzing van UNESCO-werelderfgoed gebied Schokland en omgeving. Diverse landbouwbedrijven en woningen staan rondom het hoogspanningsstation.

3.2.1.1 Overige deeltracés

Er zijn diverse verbindingen mogelijk tussen de onderzoeksalternatieven. Deze verbindingstukken maken geen onderdeel uit van de referentielijnen. Er is voor gekozen om per 'basiskleur' maximaal twee referentielijnen te onderzoeken in het MER. Deze overige deeltracés worden echter wel onderzocht op milieueffecten in het MER, omdat deze alsnog onderdeel kunnen gaan uitmaken van het voorkeursalternatief, bijvoorbeeld wanneer er een combinatie gemaakt wordt van twee of meer onderzoeksalternatieven. Deze overige deeltracés zijn hieronder op kaart weergegeven. In totaal gaat het om 25 deeltracés, waarvan 11 in deelgebied zuid en 14 in deelgebied noord.



Figuur 3.4 Overzicht overige deeltracés die geen onderdeel uitmaken van de referentielijnen, maar wel reële verbindingstukken vormen

3.2.2 Locatiealternatieven voor de hoogspanningsstations

Locatiealternatieven zijn de alternatieve zoekgebieden voor de uitbreiding of nieuw te realiseren hoogspanningsstations nabij Lelystad en nabij Almere-Zeewolde. Voor de effectbeoordeling in deze fase is met name de omvang van de uitbreiding of het nieuwe hoogspanningsstation van belang om de (milieu)effecten te kunnen bepalen. Voor de realisatie van zowel een nieuw hoogspanningsstation nabij Lelystad, als het nieuwe hoogspanningsstation in de regio Almere/Zeewolde wordt in het MER uitgegaan van een ruimtebeslag van 15 ha voor het 380 kV-deel. Voor een uitbreiding van het bestaande hoogspanningsstation Lelystad gaat het om een ruimtebeslag van 2 tot 5 ha.

Er zijn verschillende locatiealternatieven die worden onderzocht. Deze bestaan voor de nieuwbouwopties elk uit een **zoekgebied**, met daarbinnen het **referentievlak** van 15 ha. Het ruimtebeslag van 15 ha is een inschatting van het ruimtebeslag voor de technische onderdelen binnen het hekwerk van een het station. Het gaat hier enkel om ruimtebeslag van een 380kV-station. Het referentievlak wordt als uitgangspunt aangehouden voor de effectbeschrijving en -beoordeling in het plan-MER. Het referentievlak voor een nieuw hoogspanningsstation ligt nog niet vast, maar kent schuifruimte binnen het zoekgebied. De uitkomsten van de effectenstudies kunnen aanleiding zijn om binnen het zoekgebied een andere locatie voor het hoogspanningsstation verder te onderzoeken. Bijvoorbeeld als uit het onderzoek naar voren komt dat een hoogspanningsstation in het oorspronkelijke referentievlak de aanwezige en/of toekomstige functies of waarden in het gebied (ernstig) nadelig beïnvloedt. Dit wordt in de integrale effectenanalyse beschouwd op basis van input vanuit de thema's milieu, techniek, ruimtelijke kwaliteit, kosten en toekomstvastheid. Voor het locatiealternatief met uitbreiding van het bestaande hoogspanningsstations bij Lelystad zijn schetsmatig mogelijkheden onderzocht; door de zeer beperkte ruimte is er hier geen schuifruimte.

Uitbreiding van, of een nieuw, hoogspanningsstation Lelystad

Binnen de perceelgrenzen van het bestaande hoogspanningsstation in Lelystad is er een groot risico dat onvoldoende ruimte beschikbaar is voor de benodigde aansluiting van de nieuwe hoogspanningsverbinding. De ruimte is beperkt, doordat het station ingeklemd ligt tussen de IJsselmeerdijk en de snelweg A6. Daarnaast is er ook ruimte nodig voor andere reeds door TenneT geplande ontwikkelingen. De haalbaarheid van uitbreiding van het bestaande hoogspanningsstation wordt als onderdeel van de verkenning nader onderzocht. Figuur 3.5 toont het referentievlak waarbinnen wordt gezocht naar inpassing van de benodigde voorzieningen voor aansluiting op het bestaande hoogspanningsstation (L-0). Het vlak bestaat uit twee delen. Het zuidelijke vlak (ca. 3,1 ha) is te klein voor het volledige inpassen van de benodigde voorzieningen voor de aansluiting; voor het noordelijke vlak (ca. 4,4 ha) is onzeker of alle benodigde onderdelen in te passen zijn in dat vlak. Er wordt daarom ook onderzoek gedaan naar mogelijkheden voor aansluiting met gebruik van beide vlakken. Daarbij geldt voor beide vlakken, en ook de overige stationslocaties, dat er ook ruimte gereserveerd moet worden voor veiligheidsmaatregelen. Deze maatregelen komen tussen de 25 en 50 meter rondom de vlakken en kan in de vorm van een hekwerk zijn, maar bijvoorbeeld ook een aarden wal. Dat wordt in de planuitwerkingsfase verder onderzocht en uitgewerkt.



Figuur 3.5 Referentievlakken onderzoek mogelijkheden uitbreiding bestaand hoogspanningsstation Lelystad

Tegelijkertijd wordt, gezien het risico dat dit niet past, ook onderzoek gedaan naar de realisatie van een nieuw station. Het nieuwe 380 kV-hoogspanningsstation bij Lelystad moet verbonden worden met het 150 kV-net én met het 380 kV-net. Dat betekent dat de bestaande en de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbindingen een verbinding moeten krijgen met het nieuwe hoogspanningsstation. De locatiealternatieven bevinden zich daarom nabij de huidige 380 kV- en 150 kV-verbindingen, zodat de toevoeging van nieuwe energie-infrastructuur beperkt kan blijven. Hiervoor zijn vier locatiealternatieven (L-1 tot L-4, figuur 3.6) voor nieuwbouw onderzocht. Het alternativedocument geeft een nadere toelichting op de (totstandkoming) van de locatiealternatieven. Er is gezocht naar mogelijke locaties nabij het bestaande hoogspanningsstation (binnen 300m van de huidige locatie), maar ook andere locaties nabij de bestaande 380 kV / 150 kV infrastructuur.

De blauw omkaderde vlakken (aangeduid met L-1 t/m L-4) geven de vier te onderzoeken locatiealternatieven voor een nieuwe hoogspanningsstation Lelystad weer. Het gaat om de volgende locaties:

- L-1 Lelystad A6 Noord. Dit locatiealternatief ligt aan de oostkant van de A6, aan de overzijde van het bestaande hoogspanningsstation Lelystad. Het totale zoekgebied is 69,5 ha groot;
- L-2 Lelystad A6 Midden. Dit locatiealternatief ligt aan de oostkant van de A6 en ten zuiden van de N307. Aan de overzijde van de A6 bevindt zich achter geluidschermen de wijk Oostervaart van Lelystad. Het totale zoekgebied is 44,7 ha groot. Het totale zoekgebied is 59,2 ha groot;
- L-3 Lelystad A6 Zuid. Dit locatiealternatief ligt aan de oostkant van de A6, met aan de overzijde van de snelweg de wijk Buitenhof van Lelystad. Het totale zoekgebied is 93,6 ha groot;

- L-4 Lelystad Larserringweg. Dit locatiealternatief ligt ten zuiden van het natuurpark Lelystad, aan de Larserringweg. Aan de oostzijde van dit zoekgebied is reeds een nieuw 150/20 kV hoogspanningsstation voorzien die geen onderdeel uitmaakt van dit project. Dat is een autonome ontwikkeling en vormt een raakvlak. Het totale zoekgebied is 190 ha groot.

Het hoogspanningsstation wordt maximaal 15 ha groot (voor het 380 kV deel). Dit is een worst-case omvang. Ter referentie is met het zwarte vlak weergegeven wat het ruimtebeslag is zijn van het hoogspanningsstation. De referentievlakken vormen de basis voor het onderzoek naar de effecten van het nieuw te bouwen station. Deze referentievlakken liggen nog niet vast. Het station zou ook op een andere plek binnen de blauwe omkadering kunnen komen, als de uitkomsten van de effectstudies hiertoe aanleiding geven.



Figuur 3.6 Zoekgebieden en referentievlakken nieuw hoogspanningsstation Lelystad

Voor sommige locaties zijn extra verbindingsstukken nodig voor de aansluiting op de bestaande of nieuwe 380 kV-verbinding. Voor een nieuw hoogspanningsstation is een verbinding nodig tussen het bestaande 380 kV-station en het nieuwbouw station. De bestaande 380 kV-verbinding is reeds verbonden met het bestaande hoogspanningsstation Lelystad. Daarom ligt het voor de hand om ook de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding te gebruiken voor de aansluiting tussen het bestaande 380 kV-station en de nieuwbouw of uitbreiding bij Lelystad.

De locaties L-1, L-2 en L-3 liggen vlakbij de bestaande 380 kV-verbinding. Hierdoor zijn de benodigde aanvullende verbindingsstukken kort en nemen weinig fysieke ruimte in. Locatie L-4 ligt op grotere afstand van de bestaande verbinding; hemelsbreed ca. 2 kilometer met daartussen Natuurpark Lelystad. In deze fase zijn de milieueffecten hiervan nog niet uitgewerkt en niet bepalend voor de keuze/haalbaarheid van het VKA. Na de samenstelling van een voorkeursalternatief uit tracédelen Diemen-Lelystad en Lelystad-Ens en de stationslocaties, wordt het totale voorkeursalternatief in een oplegnotitie bij het plan-MER beoordeeld op effecten.

Nieuw hoogspanningsstation Almere-Zeewolde

Op de middellange termijn (circa 2030) is versterking van het gehele 150 kV-net in Flevoland nodig om de opgaven uit de regionale energiestrategie (RES) en de snelle elektrificatie in de Flevopolder te faciliteren. Hiervoor is een extra koppeling met het 380 kV-net nodig. Hiermee is het mogelijk het 150 kV-net op te delen in meerdere pockets (deelnetten). Met die verdeling kan het transport tussen noordelijk en zuidelijk Flevoland via het 380 kV-net lopen en ontstaat er extra ruimte op het 150 kV-net voor bijvoorbeeld klantaansluitingen. Om dit mogelijk te maken is een nieuw 380 kV-hoogspanningsstation in de omgeving van Almere/Zeewolde nodig. Hier zijn zes locatiealternatieven voor onderzocht. Ook hier geldt dat het hoogspanningsstation niet groter wordt dan 15 ha (dit is enkel het ruimtebeslag van het 380 kV-deel van het station, in het geval dat het een combistation wordt). Deze referentievlakken staan nog niet vast. Het hoogspanningsstation zou ook op een andere plek binnen de groene afkadering (zoekgebied) kunnen komen.

Het nieuwe hoogspanningsstation kan zowel via de bestaande, als de nieuw te realiseren 380 kV-verbinding verbonden worden met het hoogspanningsnet. De verschillende locatiealternatieven voor dit nieuwe hoogspanningsstation zijn daarom wat meer verspreid over het gebied (zie figuur 3.7).

De blauw omkaderde vlakken (aangeduid met AZ-1 t/m AZ-6) geven de zes te onderzoeken locatiealternatieven voor een nieuwe hoogspanningsstation Almere-Zeewolde weer. Het gaat om de volgende locaties:

- AZ-1 Almere-Oost – Trekweg. De locatie ligt op grondgebied van de gemeente Almere en ligt langs de A6. Op deze locatie is een verbinding mogelijk met de bestaande 380 kV-verbinding of met onderzoeksalternatief Paars. Het totale zoekgebied is 49,4 ha groot;
- AZ-2 Oksel A27 – A6. De locatie ligt op grondgebied van de gemeente Zeewolde en ligt langs de A6. Op deze locatie is een verbinding mogelijk met de bestaande 380 kV-verbinding of met onderzoeksalternatief Paars. Het totale zoekgebied is 44,7 ha groot;
- AZ-3 Wulptocht. De locatie ligt op grondgebied van de gemeente Zeewolde in het buitengebied nabij de

- Vogelweg. Op deze locatie is een verbinding mogelijk met onderzoeksalternatief Groen. Het totale zoekgebied is 323 ha groot;
- AZ-4 Trekkersveld. De locatie ligt op grondgebied van de gemeente Zeewolde op het bedrijventerrein Trekkersveld. Op deze locatie is een verbinding mogelijk met onderzoeksalternatief Geel of Oranje. Het totale zoekgebied is 203 ha groot;
 - AZ-5 Tureluurpad - Kluutweg. De locatie ligt op grondgebied van de gemeente Almere in de oksel van de A27 en de N305. Op deze locatie is een verbinding mogelijk met onderzoeksalternatief Geel of Oranje. Het totale zoekgebied is 231 ha groot;
 - AZ-6 Priempad - Gooiseweg. De locatie ligt op grondgebied van de gemeente Zeewolde langs de N305. Op deze locatie is een verbinding mogelijk met onderzoeksalternatief Geel of Oranje. Het totale zoekgebied is 631 ha groot.



Figuur 3.7 Locatiealternatieven en referentievlakken nieuw 380 kV-hoogspanningsstation Almere-Zeewolde

Locatie AZ-1 is tevens in beeld bij Liander voor een 150/20 kV onderstation. Dit maakt geen onderdeel uit van project Diemen-Ens, maar er wordt wel samen met Liander en de gemeente Almere verkend of er op deze locatie een combinatie mogelijk zou zijn. In de effectbeoordeling van het plan-MER wordt enkel rekening gehouden met de realisatie van het 380 kV-station, wat nodig is in het kader van de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding Diemen-Ens. Wel wordt de ontwikkeling van- en eventuele combinatie met het 150/20 kV station als raakvlak beschouwd.

3.3 Van onderzoeken voor tracés en stationslocaties naar één VKA

De onderzoeken in het plan-MER en de diverse effectenstudies zijn uitgevoerd voor de tracés per deelgebied (zuid en noord) en apart voor de locatiealternatieven voor de hoogspanningsstations. Er zijn geen integrale alternatieven onderzocht, bestaande uit een referentielijn in deelgebied zuid, twee stationslocaties (1 nabij Lelystad en 1 nabij Almere-Zeewolde) en een referentielijn in deelgebied noord. Op basis van de informatie in het plan-MER, aangevuld met de diverse andere onderzoeken en analyses die hebben plaatsgevonden in het kader van de IEA, kan per deelgebied en hoogspanningsstation een keuze worden gemaakt. De keuzes vormen bij elkaar het voorkeursalternatief.

Het onderzoeken van integrale alternatieven is in deze verkenning niet haalbaar, maar ook niet nodig:

- met in totaal 11 locatiealternatieven voor hoogspanningsstations, 17 referentielijnen en ruim 100 deeltracés, zijn er honderden combinaties mogelijk. Al die combinaties als geheel beoordelen is een zeer grote opgave en leidt niet tot meer of betere beslisinformatie dan het beoordelen van de losse onderdelen. Het is niet mogelijk op voorhand een selectie van enkele integrale, representatieve alternatieven te maken, omdat de impact grotendeels lokaal is en een selectie vooraf al een afweging van belangen vraagt;
- integrale alternatieven zijn in deze fase niet nodig: bijna alle effecten zijn locatiespecifiek. Dat betekent dat in een integraal alternatief de effecten van de tracés en stationslocaties naast elkaar staan, omdat ze op andere locaties optreden. Bij een integrale beschouwing is er nauwelijks sprake van extra cumulatieve effecten, anders dan het opsommen van de effecten van de delen.

Er zijn een paar uitzonderingen waar een integrale beschouwing van belang is:

- **niet alle combinaties van tracés en stationslocaties zijn mogelijk.** Sommige locaties kunnen worden gecombineerd met alle corridors, andere met een deel. De effectenstudies laten zien dat realisatie van het tracé veel grotere risico's en effecten kent dan realisatie van het hoogspanningsstation. Daardoor is het logisch eerst een keuze voor een tracé te maken en vervolgens af te wegen welke stationslocaties daarbij meest wenselijk zijn. Paragraaf 5.4 gaat hier nader op in;
- **de aansluiting tussen de verbinding en de nieuwe hoogspanningsstations:** er is in deze fase nog niet uitgewerkt hoe de verbinding tussen de nieuwe hoogspanningsstations en de hoogspanningsverbinding er precies uit komt te zien. Die verbinding vraagt wel fysieke ruimte en leidt tot effecten. Om dit voldoende mee te wegen is bij de verschillende stationslocaties in beeld gebracht wat technisch nodig is om te komen tot een aansluiting op de verbinding (IEA deelrapport techniek) en er zijn ruime zoekgebieden beschouwd in de verschillende effectenstudies. Op basis hiervan zijn eventuele grote risico's en effecten voor zowel de locatie zelf, als de benodigde aansluiting voldoende in beeld;
- **ruimtelijke kwaliteit:** een goede inpassing gaat niet alleen over de lokale inpassing, maar ook over de lange lijnen door het landschap. Hierbij is het van belang ook naar het geheel te kijken. Dit is in de verkenning ingevuld met het ruimtelijk kwaliteitskader aan de voorkant, als input voor de alternatievenontwikkeling, en door de tracés per deelgebied als geheel te beoordelen. Daarnaast volgt in de planuitwerkingsfase een landschapvisie en -plan om hier verder invulling aan te geven;
- **functioneren van de verbinding binnen het elektriciteitsnet:** in hoeverre de nieuwe hoogspanningsverbinding het knelpunt op de bestaande verbinding oplost en goed functioneert hangt af

van de integrale oplossing bestaande uit de combinatie van tracés en stationslocaties. Als bijvoorbeeld zowel in deelgebied zuid als noord een heel lang tracé wordt gekozen, of meerdere delen ondergronds, kan de combinatie als geheel een te hoge weerstand krijgen. De stroom blijft dan te veel via de bestaande verbinding lopen. Om hier zicht op te krijgen zijn indicatieve berekeningen uitgevoerd in de verkenning voor een vijftal integrale verbindingen. Deze geven een globaal beeld van risico's rond het functioneren in het elektriciteitsnet. Om meer zekerheid te krijgen, voor een voorkeursbeslissing, is een gedetailleerde modellering en berekening nodig. Omdat deze modellering voor één integraal alternatief enkele maanden doorlooptijd vraagt, is het niet reëel dit voor veel alternatieven te doen. De keuze is daarom om de integrale afweging te baseren op de indicatieve berekeningen en om voor het concept voorkeursalternatief, voor afronding van de ontwerp-voorkeursbeslissing, een volledige (controle) modellering uit te voeren.

4. Onderzoeksmethodiek

Dit hoofdstuk beschrijft de onderzoeksmethodiek die in dit MER gehanteerd is. Paragraaf 4.1 gaat in op de diverse aspecten en criteria die beschreven en beoordeeld zijn in de deelrapporten van dit plan-MER. Paragraaf 4.2 beschrijft de onderzoeksaanpak. Paragraaf 4.3 gaat in op de generieke beoordelingswijze middels vijfpuntsschaal die gehanteerd is. In de deelrapporten is die methodiek verder specifiek gemaakt voor elk criterium. Paragraaf 4.4 gaat in op de referentiesituatie die gehanteerd is voor de onderzoeken.

4.1 Beoordelingskader

Het beoordelingskader beschrijft welke milieuthema's in het MER onderzocht worden, op welke wijze dat gebeurt en hoe de effecten beoordeeld worden. De meeste beoordelingscriteria zijn gericht op het in beeld brengen van de permanente effecten in de gebruiksfase. In sommige gevallen worden wel de effecten in de aanlegfase beoordeeld, dan is dit specifiek aangegeven bij de methodiek van dat beoordelingscriterium.

In onderstaande tabel (4.1) staan thema's, aspecten en criteria. Een aspect is een verdieping of specificatie binnen een bepaald thema. Zo zijn draagkracht en bodemkwaliteit aspecten die horen bij het thema bodem. Criteria geven een specificatie van de manier waarop de alternatieven worden beoordeeld. In dit voorbeeld geeft een beoordeling van het 'risico op zetting' van een alternatief, informatie over de draagkracht van de bodem. In de rechterkolom is de methodiek omschreven. Ten opzichte van het beoordelingskader zoals gepubliceerd in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau voor dit project, is de methodiek op diverse punten verder gespecificeerd en aangescherpt. Bijvoorbeeld op welke wijze de effectbeoordeling heeft plaatsgevonden. In de deelrapporten van alle milieuthema's, die bijlagen zijn bij het plan-MER, is dit per criterium ook uitgebreider beschreven. Daarin is aangegeven wanneer er voor de effectbepaling van de nieuwe hoogspanningsstations niet (volledig) dezelfde methodiek is gehanteerd als voor de onderzoeksalternatieven voor de tracés. In een aantal gevallen is de onderzoeksmethode voor een tracé namelijk niet op dezelfde wijze toe te passen als voor een hoogspanningsstation, of moeten er andere belemmeringszones gehanteerd worden.

Thema/aspect	Criterium	Methodiek plan-MER
Bodem		
bodemkwaliteit	invloed op de (water)bodemkwaliteit	beoordelen op basis van historische data over de (water)bodemkwaliteit. GIS-analyse van het aantal doorsnijdingen van gebieden die verdacht zijn op het voorkomen van (water)bodemverontreiniging.
draagkracht	risico op zettingen	beoordelen zettingsrisico's op basis van reeds beschikbare bodemopbouw-informatie (GIS-analyse, lengte binnen risicogebieden).
Water		
grondwater	invloed op de grondwaterkwantiteit	doorsnijding van gebieden met kwetsbare ondoorlatende lagen in de ondergrond die bij plaatsen mastvoeten leiden tot risico's op toename zoute kwel. (GIS-analyse gevoelige gebieden en functies binnen beïnvloedingsgebied).
	invloed op de grondwaterkwaliteit	doorsnijding grondwaterbeschermingsgebieden en waterwingebieden. Daarnaast inschatting (potentieel) effect op KRW-grondwaterlichamen (GIS-analyse doorsnijding waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en KRW-grondwaterlichamen binnen beïnvloedingsgebied).
oppervlaktewater	invloed op oppervlaktewaterkwaliteit	inschatting van effect op waterkwaliteit (onder andere KRW), op basis van openbare bronnen.
	invloed op oppervlaktewaterkwantiteit	inschatting van wateropgave ten gevolge van de toename verharding en demping water op basis van een aantal kentallen en indicatieve rekensom via GIS-analyse.
Natuur		
Natura 2000	invloed op habitattypen en soorten Natura 2000-gebied(en)	bureauonderzoek op basis van instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-gebieden (waaronder draadslachtoffers), verspreidingskaarten en effectafstanden uit literatuur. Het globale oppervlakteverlies van Natura 2000 wordt kwantitatief in beeld gebracht. Een worst-case AERIUS berekening op basis van kentallen, voor de alternatieven voor het effect van stikstofdepositie op Natura 2000. Aantasting van leefgebied (verlies leefgebied, verstoring en barrièrewerking) wordt per onderzoeksalternatief bepaald en beoordeeld.
Natuurnetwerk Nederland	invloed op Natuurnetwerk Nederland	bureauonderzoek op basis van (beleids)kaarten en effectafstanden uit literatuur, inclusief effecten externe werking. Het globale oppervlakteverlies van NNN wordt kwantitatief in beeld gebracht.
Overige waardevolle gebieden buiten het NNN	invloed op weidevogelleefgebieden, akkervogelleefgebieden en ganzenfoerageergebieden	bureauonderzoek op basis van (beleids)kaarten en effectafstanden uit literatuur, inclusief effecten externe werking. Het globale oppervlakteverlies van weidevogelgebieden (incl. akkervogels) en ganzenfoerageergebied wordt kwantitatief in beeld gebracht.
houtopstanden	invloed op houtopstanden	bureauonderzoek naar aantasting van beschermde houtopstanden. Oppervlakteverlies indicatief via GIS-analyse.
beschermde soorten	invloed op beschermde soorten	bureauonderzoek op basis van verspreiding(kaarten) van soorten, effectafstanden en informatie uit literatuur, over gevoeligheid van soorten voor bepaalde effecten.
bedreigde soorten	invloed op bedreigde soorten (rode lijst)	bureauonderzoek op basis van verspreiding(kaarten) van soorten, effectafstanden en informatie uit literatuur, over gevoeligheid van soorten voor bepaalde effecten.
Landschap, cultuurhistorie en archeologie		
landschap - tracéniveau	invloed op landschappelijk hoofdpatroon	waardebepaling door bureauonderzoek, veldbezoek en visualisaties. Dit criterium wordt enkel in beeld gebracht voor de onderzoeksalternatieven voor de tracés, niet voor de locatiealternatieven voor de hoogspanningsstations.
	invloed op kwaliteit tracé	waardebepaling door bureauonderzoek, veldbezoek en visualisaties Dit criterium wordt enkel in beeld gebracht voor de onderzoeksalternatieven voor de tracés, niet voor de locatiealternatieven voor de hoogspanningsstations.
landschap - lijnniveau	invloed op gebiedskarakteristiek	waardebepaling door bureauonderzoek, veldbezoek en visualisaties.
	invloed op specifieke elementen en hun samenhang	waardebepaling door bureauonderzoek, veldbezoek en visualisaties.
cultuurhistorie	invloed op historische (steden)bouw	GIS-analyse ligging en waardebeepaling door bureauonderzoek.
	invloed op historische geografie	GIS-analyse ligging/doorsnijding (lengte/oppervlakte) en waardebeepaling door bureauonderzoek.

Thema/aspect	Criterium	Methodiek plan-MER
	invloed op UNESCO-werelderfgoed	GIS-analyse ligging/doorsnijding (lengte/oppervlakte) en waardebeoordeling door bureauonderzoek (Heritage Impact Assessment).
aardkunde	invloed op aardkundige waarden	Ligging alternatieven ten opzichte van aardkundige waarden. GIS-analyse doorsnijding (lengte/oppervlakte) En waardebeoordeling door bureauonderzoek.
archeologie	aantasting van archeologische (verwachtings)waarden	Ligging alternatieven ten opzichte van bekende en verwachtingswaarden conform provinciale beleidskaarten. GIS-analyse doorsnijding (lengte/oppervlakte) en waardebeoordeling door bureauonderzoek.
Veiligheid		
externe veiligheid	risico op schade of letsel door een ongeval met bovengrondse verbinding	bepaling van de ligging en afstand tot risicobronnen (objecten waar het SEVESO betrekking op heeft) (GIS-analyse)
nautische veiligheid	invloed op de nautische veiligheid	totale lengte van het onderzoeksalternatief door vaarwateren en daarmee benodigde aantal masten in water (GIS-analyse)
waterveiligheid	invloed op primaire waterkeringen	ligging en afstand onderzoeksalternatief tot primaire waterkeringen (GIS-analyse)
Leefomgeving en gezondheid		
geluid	overschrijdingen geluidsnorm op geluidsgevoelige objecten en -gebieden (gebruiksfase)	aantal gevoelige bestemmingen binnen VNG richtafstand(en) (GIS-analyse aantallen)
magneetvelden	gevoelige objecten binnen magneetveldzone (gebruiksfase)	aantal gevoelige bestemmingen binnen richtafstand(en) (GIS-analyse aantallen)
luchtkwaliteit	invloed op luchtkwaliteit (aanlegfase)	aantal gevoelige bestemmingen binnen richtafstand(en) (GIS-analyse aantallen)
gezondheid	invloed op de milieugezondheidskwaliteit	kwalitatieve beschrijving op basis van resultaten onderliggende effecten (geluid, luchtkwaliteit, magneetvelden). Er worden géén scores (plussen / minnen) toegekend aan dit criterium voor de alternatieven.
Gebruiksfuncties		
recreatiefuncties	invloed op recreatie	doorkruising van recreatiefuncties (GIS-analyse van het oppervlak recreatiefuncties met bestemming recreatie of sport)
werkfuncties	invloed op werkfuncties	doorsnijding van bedrijventerreinen (GIS-analyse oppervlak met de bestemming bedrijven (-terrein))
	oppervlakteverlies landbouwareaal	oppervlakteverlies landbouwareaal door masten (GIS-analyse oppervlakteverlies).
	doorsnijding landbouwgrond	doorsnijding van akkerland en grasland (GIS-analyse van het oppervlak met de bestemming landbouw). Dit criterium wordt enkel in beeld gebracht voor de onderzoeksalternatieven voor de tracés, niet voor de locatiealternatieven voor de hoogspanningsstations.
windturbines	gevolgen voor windturbines	aantal windturbines binnen de belemmeringsstrook (GIS-analyse van de aantallen overlap met afwerpcontouren van windturbines)
zonneparken	gevolgen voor zonneparken	doorsnijding van zonneparken (GIS-analyse van de oppervlakte doorsnijding van zonneparken met de belemmeringsstrook)
Duurzaamheid		
circulariteit	materiaalgebruik	semi-kwantitatief op basis van kengetallen (geen berekeningen)
klimaat	uitstoot broeikasgassen (CO ₂ , SF ₆) tijdens aanleg- en gebruiksfase	semi-kwantitatief op basis van kengetallen (geen berekeningen)

Tabel 4.1 Beoordelingskader voor het plan-MER

4.2 Onderzoeksaanpak

De onderzoeken die voor dit plan-MER zijn uitgevoerd, richten zich op de (globale) milieu-informatie die relevant is voor de keuze van een voorkeursalternatief. Dit zijn voornamelijk de sterk negatieve en de onderscheidende effecten. Deze effecten kunnen van invloed zijn op de afweging van de alternatieven voor het tracé en de hoogspanningsstations. Sterk negatieve effecten kunnen een risico vormen voor de haalbaarheid en/of uitvoerbaarheid van de nieuwe hoogspanningsverbinding.

In elk deelrapport is een beschrijving en beoordeling opgenomen van de milieueffecten. De beoordeling (scores) zijn op het niveau van de onderzoeksalternatieven (voor het tracé) en locatiealternatieven (voor de hoogspanningsstations) gegeven. Waar mogelijk is wel gespecificeerd op welk deeltracé van dat onderzoeksalternatief de effecten met name optreden. Dat is relevante informatie voor de samenstelling van een voorkeursalternatief.

Daarna is bekeken of de sterk negatieve effecten voorkomen of beperkt kunnen worden. Er is enerzijds gekeken of de ligging van het tracé te optimaliseren is binnen de corridor en of daarmee de sterk negatieve effecten te verminderen of voorkomen zijn. Daarnaast is gekeken of met het treffen van maatregelen effecten te verminderen of voorkomen zijn. Hetzelfde is gedaan voor de hoogspanningsstations, waarbij gekeken is naar een optimalere ligging van het referentievlak binnen de zoekgebieden en andere mogelijkheden voor mitigatie. De mogelijkheden voor optimalisatie en mitigatie zijn in eerste instantie steeds vanuit dat specifieke criterium beschouwd. Een verplaatsing binnen de corridor kan voor het ene criterium voor een vermindering van negatieve effecten zorgen, maar voor het andere criterium wellicht voor méér negatieve effecten. Dat wordt in de integrale effectanalyse, waar dit MER de input voor is, integraal bekeken om tot een haalbaar voorkeursalternatief te komen. Daarna wordt het totale voorkeursalternatief (bestaande uit zowel de tracés als de hoogspanningsstations) in dit MER beoordeeld op milieueffecten (hoofdstuk 7).

4.3 Wijze van beoordelen

De beoordeling van alternatieven gebeurt aan de hand van een klasse-indeling met vijf categorieën. Daarbij lopen de mogelijke scores van een dubbel min (- -) tot een dubbel plus (++). In tabel 5.2 staan een algemene omschrijving en kleurcodes van de vijf categorieën. In de deelrapporten die bijlagen zijn bij het plan-MER is dit voor elk beoordelingscriterium gespecificeerd. Dat maakt het duidelijk wanneer er voor dat specifieke criterium sprake is van een verbetering of verslechtering van de referentiesituatie.

Score	Betekenis	Wanneer toegekend
- -	sterk negatief effect	effect leidt tot een sterke verslechtering ten opzichte van de referentiesituatie. Het kan daarmee de haalbaarheid, uitvoerbaarheid of vergunbaarheid ter discussie stellen.
-	negatief effect	effect leidt tot een verslechtering ten opzichte van de referentiesituatie, maar het effect is te accepteren en/of te mitigeren
0	geen of nauwelijks effect	geen of nauwelijks verandering ten opzichte van de referentiesituatie
+	positief effect	effect leidt tot een verbetering ten opzichte van de referentiesituatie
++	sterk positief effect	effect leidt tot een sterke verbetering ten opzichte van de referentiesituatie

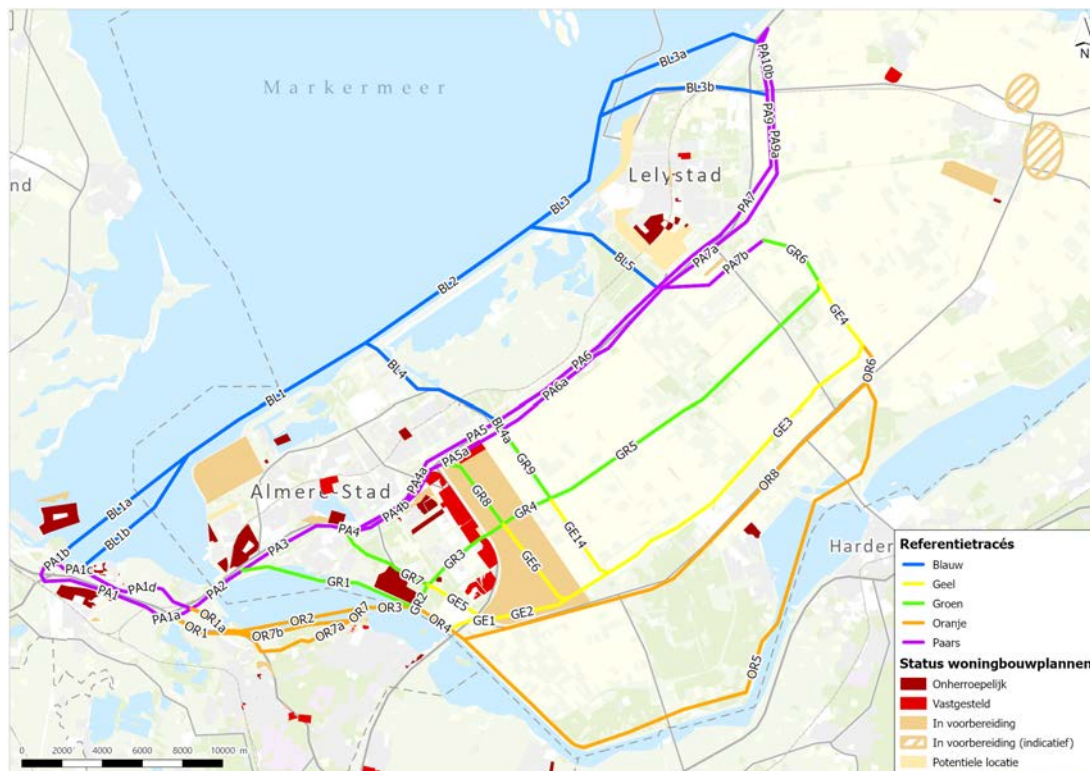
Tabel 4.2 Voorbeeld van de vijf categorieën en kleurcodes voor het beoordelen van effecten

4.4 Referentiesituatie

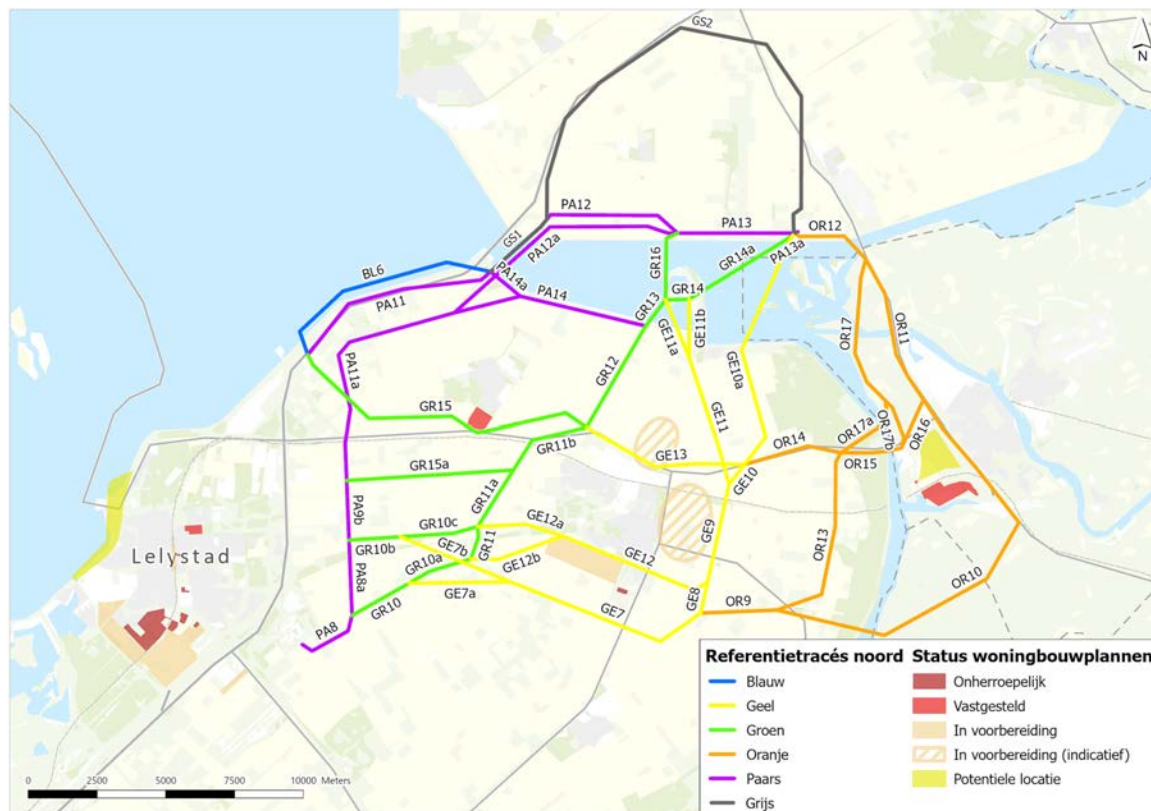
Om de milieueffecten van het plan te kunnen beoordelen en alternatieven te vergelijken is een vergelijkingsbasis nodig. In MER-termen heet dit de 'referentiesituatie'. Dit is de situatie als het voornemen om een nieuwe 380 kV-verbinding te realiseren niet wordt uitgevoerd, maar wel het vastgestelde overheidsbeleid en de ruimtelijke plannen, zoals de aanleg van woningen, (uitbreiding) bedrijventerreinen, dijkversterking, (vaar)wegen, windturbines, zonneparken, natuur- en/of recreatiegebieden. Deze gerealiseerde plannen worden de autonome ontwikkelingen genoemd.

Autonome ontwikkelingen

Van belang voor de referentiesituatie is een goede afbakening van wat wel, en wat niet tot de autonome ontwikkeling wordt gerekend. In voorliggend MER zijn (overeenkomstig de gangbare MER-praktijk), alleen plannen meegenomen als autonome ontwikkeling als hierover definitieve besluitvorming heeft plaatsgevonden of als de besluitvorming over het ruimtelijk plan in een vergevorderd stadium is, zoals de vaststelling van een ontwerp omgevingsplan (vóór inwerkingtreding van de Omgevingswet nog een 'ontwerp bestemmingsplan'). Volgens MER-systematiek worden plannen waarover enige besluitvorming heeft plaatsgevonden maar die onvoldoende concreet zijn om een representatief beeld te geven van de gevolgen (zogenoemde 'zachte plannen') niet meegenomen als autonome ontwikkeling in het plan-MER. In deze zachte plannen is vaak nog geen ruimtebeslag, uitwerking of precieze locatie van de ontwikkeling aangegeven, waardoor deze niet te beoordelen zijn op effecten. Waar dit relevant is, gaan de deelrapporten wel beschrijvend in op deze zachte plannen.



Figuur 4.1 Bekende autonome en mogelijk toekomstige woningbouwontwikkelingen in deelgebied zuid



Figuur 4.2 Bekende autonome en mogelijk toekomstige woningbouwontwikkelingen in deelgebied noord

Daarnaast worden de effecten van zowel de harde als zachte plannen beschouwd in het kader van de rapportage maatschappelijke kostprijs bepaling (MKPB). De MKPB is net als het milieueffectrapport een bijlage bij de integrale effectanalyse. In de MKPB is een actueel en volledig overzicht opgenomen van alle harde en zachte ontwikkelingen voor deze planfase.

Aanvullend is in bijlage 3 bij dit plan-MER een totaaloverzicht opgenomen van de autonome (harde) én zachte plannen die in beeld zijn ten behoeve van de effectbeoordeling.

5. Overzicht milieueffecten

Dit hoofdstuk gaat in op de milieueffecten van de nieuwe hoogspanningsverbinding tussen Diemen, Lelystad en Ens, en de hoogspanningsstations. Voor het samenstellen van een voorkeursalternatief zijn voornamelijk de sterk negatieve milieueffecten en de onderscheidende milieueffecten van belang. De belangrijkste conclusies zijn overgenomen van de effectonderzoeken per milieuthema, zodat ook de effecten die niet sterk negatief of onderscheidend zijn aan bod komen.

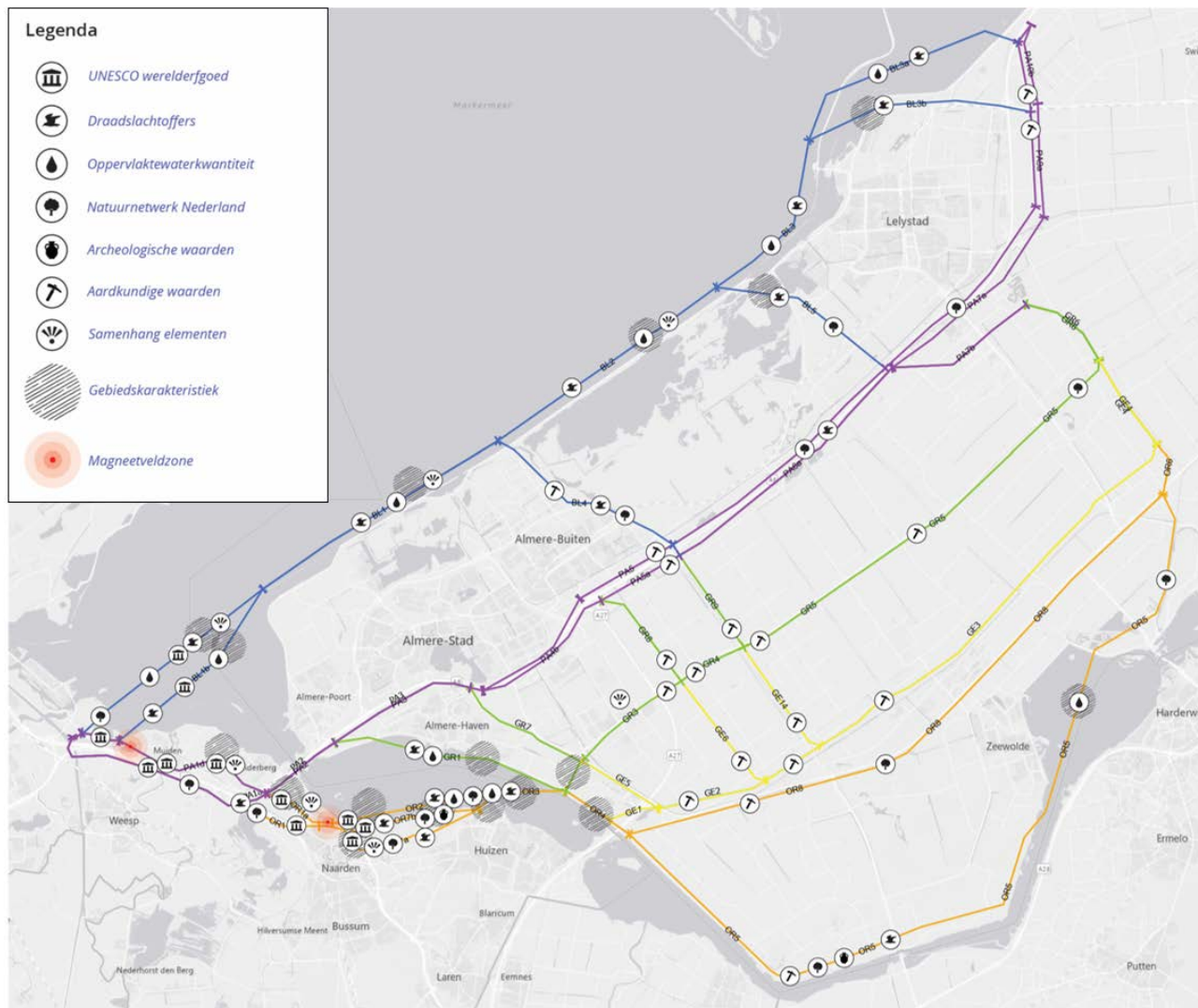
Een sterk negatief effect (- -) is een milieueffect waarbij een sterke verslechtering optreedt en wat daarmee de haalbaarheid, uitvoerbaarheid of vergunbaarheid van het alternatief ter discussie kan stellen. Een onderscheidend effect betekent dat de alternatieven verschillende scores op hetzelfde criterium. Bijvoorbeeld: het ene alternatief scoort een neutraal effect (0), maar het andere alternatief scoort op datzelfde criterium een sterk negatief effect (- -). Wanneer alle onderzoeksalternatieven hetzelfde scoren op een criterium, is er op hoofdlijnen geen sprake van een onderscheidend effect.

Paragrafen 5.1 en 5.2 gaan in op de milieueffecten van de onderzoeksalternatieven in deelgebied zuid en noord, voor de nieuwe hoogspanningsverbinding. Paragraaf 5.3 gaat in op de milieueffecten van de locatiealternatieven voor de nieuwe hoogspanningsstations. In paragraaf 5.4 is ingegaan op de (on)mogelijkheden voor uitplaatsing van de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding uit het stedelijk gebied van Almere. In bijlage 4 zijn kaartuitsneden opgenomen van alle alternatieven die zijn onderzocht. Het wordt aangeraden om deze erbij te houden bij het lezen van dit hoofdstuk, zodat duidelijk is over welke tracé het gaat wanneer over een alternatief gesproken wordt. In de volgende paragrafen zijn linken opgenomen naar deze bijlage, en in de bijlage is het mogelijk om weer terug te klikken naar deze paragrafen.

5.1 Milieueffecten onderzoeksalternatieven deelgebied zuid

5.1.1 Sterk negatieve effecten

Hieronder is ingegaan op de sterk negatieve effecten van de onderzoeksalternatieven in deelgebied zuid die naar verwachting niet of moeilijk mitigeerbaar zijn. Andere sterk negatieve effecten die wel of beter te mitigeren zijn, komen aan bod in de volgende paragraaf, waar een overzicht gegeven is van alle effecten per thema. Eventuele mogelijkheden voor mitigatie van de effecten is hieronder nog niet meegenomen, hoofdstuk 6 beschrijft deze mogelijkheden.



Figuur 5.1 Sterk negatieve effecten die niet of moeilijk mitigeerbaar zijn, indicatief op kaart voor onderzoeksalternatieven in deelgebied zuid.

Onderzoeksalternatief Blauw

- bij de oversteek van het IJsselmeer tussen hoogspanningsstation Diemen en Almere zijn er twee mogelijke routes. BL1a loopt op korte afstand langs Forteiland Pampus en doorkruist hiermee de verboden kringen rondom het forteiland. BL1b ligt iets verder van Forteiland Pampus af, maar daardoor dichterbij de verboden kringen van vestingstad Muiden. Beide hebben een beschermde status als onderdeel van UNESCO werelderfgoed Hollandse Waterlinies;
- het alternatief loopt voor lange afstand over het water. Minimaal elke 5 kilometer en ook op plekken waar het tracé van richting verandert zijn er hoekmasten nodig. Deze moeten op een eiland geplaatst worden. Dit betekent dat er voor dit alternatief vele eilanden nodig zijn, wat een verlies aan waterbergend vermogen betekent. Nieuwe landaanwinning in het IJsselmeergebied (waar het IJmeer, Markermeer en IJsselmeer onderdeel van uitmaken) voor het plaatsen van hoogspanningsmasten is niet toegestaan

vanuit het Besluit kwaliteit leefomgeving. Op basis hiervan is het onwaarschijnlijk dat een alternatief over het IJmeer/Markermeer/IJsselmeer vergunbaar is, als er andere realistische alternatieven beschikbaar zijn die géén landaanwinning in het IJsselmeergebied vergen;

- het alternatief loopt voor het gedeelte tussen hoogspanningsstation Diemen en hoogspanningsstation Lelystad vrijwel volledig door Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer. Hier is een risico op significante effect op één of meer instandhoudingsdoelstellingen. Vanwege de grote doorsnijding van open water (wat als Natura 2000-gebied is aangewezen), wordt een groot aantal draadslachtoffers verwacht dat de 1 % norm overschrijdt;
- het alternatief doorsnijdt NNN-gebieden in Noord-Holland en Flevoland en tast naar verwachting de wezenlijke kenmerken en waarden van de gebieden aan. Onder meer vanwege het doorkruisen van foerageergebied van bruine en blauwe kiekendief en het kappen van bomen waardoor het een minder geschikt leefgebied vormt voor verschillende soorten;
- de doorsnijding van open water van het IJmeer, Markermeer en IJsselmeer is een grote verzwakking van het landschappelijk hoofdpatroon. Ook is de verbinding over water en het toevoegen van vele eilanden een aantasting van de weidse openheid en een verslechtering van de gebiedskarakteristiek.

Onderzoeksalternatief Paars

- vanaf hoogspanningsstation Diemen loopt het alternatief zoveel mogelijk parallel aan de A1 in de richting van de Hollandse brug. Het alternatief loopt op dit gedeelte grotendeels door UNESCO-Werelderfgoed Hollandse Waterlinies. Eén van de beoordeelde referentielijnen doorsnijdt de Noordpolder tussen Muiderberg en Muiden: een van de weinige plekken in dit gebied zonder infrastructurele doorsnijdingen. Ook heeft het alternatief onder andere een negatieve impact op de openheid en de beleving van de vestingstad Muiden, op de open schootvelden van Fort H en Muiden en op de continuïteit van de hoofdverdedigingslijn langs de Vecht. Dit is een sterk negatief effect op de authenticiteit van de Hollandse Waterlinies;
- vanwege bomenkap en toevoeging van hoogspanningsverbinding is er een aantasting van diverse wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN. Onder meer toevoeging van een barrière voor weide- en watervogels en voor bos en ruigte gebonden zoogdieren. Daarmee wordt het een minder geschikt leefgebied;
- met de huidige ligging van de referentielijn van Zuid-Paars-1, komen er 23 gevoelige bestemmingen in de indicatieve magneetveldzone te staan. Een groot deel van deze overlap betreft deeltracé PA1d. Hier is nieuwbouwwontwikkeling Krijgsman in Muiden in aanbouw. Hoewel de woningen dus nog niet (allen) gebouwd zijn, is de worst-case inschatting dat 20 woningen binnen de indicatieve magneetveldzone staan. Naar verwachting is met verschuiving van de referentielijn een deel hiervan wel te voorkomen, maar het is niet zeker of dit volledig te voorkomen is. Dat moet verdere inpassing van de verbinding en nader onderzoek uitwijzen.

Onderzoeksalternatief Groen

- net als onderzoeksalternatief paars, loopt onderzoeksalternatief groen door UNESCO Werelderfgoed Hollandse Waterlinies, tussen hoogspanningsstation Diemen en de Hollandse Brug. De effecten die genoemd zijn bij paars op dit gedeelte, gelden ook voor alternatief groen;
- het alternatief loopt gedeeltelijk over het water van het Gooimeer. Dit zorgt voor een sterk negatief effect op draadslachtoffers (criterium Natura 2000), met name vanwege de soorten die op open water rusten en slapen, en op akkers op land foerageren;
- vanwege bomenkap en toevoeging van hoogspanningsverbinding is er een aantasting van diverse wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN. Onder meer doorkruising van verbindingroutes voor dieren, waarmee een barrière kan ontstaan voor bos- en ruigte gebonden zoogdieren en voor vogels. Daarmee wordt het een minder geschikt leefgebied en minder geschikt als vliegroute;
- over vrijwel de volledige lengte van het tracé vormt de verbinding een nieuwe lijn in open (polder)landschap. Op diverse plekken doorsnijdt of raakt dit alternatief de kenmerkende laanstructuren van het poldercarré van de Flevopolders. Kap van deze laanstructuren leidt tot een verstoring van de onderlinge samenhang tussen de beplantingsstructuren. De oversteek van het Ketelmeer vormt tevens een doorsnijding van het open water en daarmee aantasting van de openheid. De nieuwe verbinding vormt daarnaast over relatief grote afstand een volledig nieuwe lijn op het open Gooimeer en langs de Gooimeerdijk, wat een sterke verslechtering is van de gebiedskarakteristiek.

Onderzoeksalternatief Geel

- onderzoeksalternatief geel volgt vanaf hoogspanningsstation Diemen eerst hetzelfde tracé als dat van onderzoeksalternatieven paars en groen, of van onderzoeksalternatieven paars en oranje. Net als onderzoeksalternatieven paars en oranje, doorkruist onderzoeksalternatief geel daarmee UNESCO Werelderfgoed Hollandse Waterlinies. De effecten die bij deze onderzoeksalternatieven genoemd zijn op dit gedeelte, gelden ook daarmee voor alternatief geel;
- hoewel er weinig groot open water doorsneden wordt, is er een sterk negatief effect op draadslachtoffers (criterium Natura 2000), met name vanwege de soorten die op open water rusten en slapen en op akkers op land foerageren;
- vanwege bomenkap en toevoeging van hoogspanningsverbinding is er een aantasting van diverse wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN. Onder meer doorkruising van verbindingroutes voor dieren, waarmee een barrière kan ontstaan voor bos- en ruigte gebonden zoogdieren en voor vogels. Daarmee wordt het een minder geschikt leefgebied en als vliegroute.

Onderzoeksalternatief Oranje

- onderzoeksalternatief oranje volgt vanaf hoogspanningsstation Diemen eerst hetzelfde tracé als dat van onderzoeksalternatief paars. De effecten die bij onderzoeksalternatieven paars zijn benoemd voor UNESCO Werelderfgoed Hollandse Waterlinies, gelden daarmee ook voor onderzoeksalternatief oranje;
- onderzoeksalternatief oranje (met name Zuid-Oranje-1) loopt vanaf de kruising A1/A6 op korte afstand langs vestingstad Naarden en Fort Ronduit en door de inundatiekom en verboden kringen van het fort. Zuid-Oranje-2 loopt daarentegen door de van oorsprong open schootsvelden en inundatievelden van de Noordpolder. Beide referentielijnen hebben een sterk nadelige impact op landschappelijke elementen die

als kernkwaliteiten zijn aangewezen als onderdeel van het UNESCO Werelderfgoedgebied Hollandse Waterlinies;

- na het blauwe onderzoeksalternatief, is het aantal draadslachtoffers bij Zuid-Oranje-1 naar verwachting het grootst. Dit komt door meerdere doorsnijdingen van de randmeren (Eemmeer & Gooimeer en Veluwerandmeren). Hoewel er bij Zuid-Oranje-2 weinig groot open water doorsneden wordt, is hier ook een sterk negatief effect op draadslachtoffers, met name vanwege de soorten die op open water rusten en slapen en op akkers op land foerageren;
- doorsnijding van NNN-gebieden in Noord-Holland, Flevoland en verwachte aantasting van de wezenlijke kenmerken en waarden van de gebieden. Onder meer door bomenkap en toevoeging van een hoogspanningsverbinding wordt op meerdere locaties een verbindingsroute doorkruist. Dit kan een barrière zijn voor bos en ruigte gebonden soorten en voor vogels. Dat maakt het een minder geschikt leefgebied voor verschillende soorten;
- op diverse plekken zorgt het alternatief voor nieuwe doorsnijdingen door open water (Gooimeer, Wolderwijd), door het kleinschalig landschap in Het Gooi en door het open polderlandschap van Flevoland. Het alternatief heeft relatief veel knikken en richtingveranderingen, met name in het kleinschalige landschap van het Gooi. In totaliteit is dit een grote verzwakking van het landschappelijk hoofdpatroon en verslechtering van de gebiedskarakteristiek (bij gebiedskarakteristiek gaat het om de functie van het landschap met de bijbehorende activiteiten, en de ruimtelijke structuren in het landschap). Ook de benodigde eilanden bij de oversteek van het Wolderwijd en Gooimeer draagt hier in negatieve zin aan bij;
- het alternatief loopt langs het Naarderbos. De indicatieve magneetveldzone van de verbinding raakt hier aan zes woningen;
- met de huidige ligging van de referentielijn van Zuid-Oranje-2, komen er 27 gevoelige bestemmingen in de indicatieve magneetveldzone te staan. Een groot deel van deze overlap betreft (net als bij Zuid-Paars-1) deeltracé PA1d. Hier is nieuwbouwoontwikkeling Krijgsman in Muiden in aanbouw. Hoewel de woningen dus nog niet (allen) gebouwd zijn, is de worst-case inschatting dat 20 woningen binnen de indicatieve magneetveldzone staan. Bij Zuid-Oranje-1 is er overlap met 10 gevoelige bestemmingen. Voor beide onderzoeksalternatieven geldt dat met verschuiving van de referentielijn een deel van de overlap hiervan naar verwachting te voorkomen is, maar het is op voorhand niet te zeggen of dit volledig lukt. Dat moet verdere inpassing van de verbinding en nader onderzoek uitwijzen.

5.1.2 Effecten per thema

Hieronder zijn de effecten op de onderzoeksalternatieven in deelgebied zuid samengevat voor alle thema's die in de deelrapporten van het plan-MER onderzocht zijn.

Bodem

Het is vanuit de wet niet toegestaan om verontreiniging te verspreiden. Locaties waar bodemverontreiniging aanwezig is, moeten daarom voordat er gebouwd wordt gesaneerd worden. Dit veroorzaakt een positief effect op de bodem. Bij Zuid-Groen-1 is geen doorsnijding te verwachten met water)bodemverontreinigingen op basis van de gegevens in het Bodemloket. In de andere alternatieven in deelgebied zuid loopt de referentielijn door gebieden waar verdenkingen op rusten en die verder onderzocht moeten worden. Het is

daarmee nog niet zeker of er gesaneerd moet worden of dat er andere maatregelen nodig zijn, maar die kans bestaat wel. Op basis van de omvang van de doorsnijding, is dit voor alternatieven Zuid-Blauw-1, Zuid-Oranje-1, Zuid-Oranje-2 een positief effect. Voor Zuid-Blauw-2, Zuid-Paars-1, Zuid-Paars-2 en Zuid-Geel-1 is het een sterk positief effect. In de planuitwerkingsfase moet dit nader onderzocht worden, omdat in deze fase de mastlocaties nog niet bepaald zijn en de mate van doorsnijding met een (water)bodemverontreiniging nu gebaseerd is op de referentielijn en het uitgangspunt dat er elke 400 meter een mast komt te staan.

Water

Alle onderzoeksalternatieven scoren negatief op oppervlaktewaterkwaliteit. Dit houdt in dat er een risico is dat bij lozing op oppervlaktewater een kwaliteitsverandering en beperking van functie ontstaat. Hierin is weinig onderscheid tussen de onderzoeksalternatieven.

Voor oppervlaktewaterkwantiteit geldt dat de onderzoeksalternatieven waarbij eilanden in het water gerealiseerd moeten worden voor de hoekmasten, een sterk negatief effect hebben. Het gaat om onderzoeksalternatieven Zuid-Blauw-1, Zuid-Blauw-2, Zuid-Groen-1, Zuid-Oranje-1 en Zuid-Oranje-2. Aanleg van een eiland betekent op basis van de gehanteerde uitgangspunten een demping van 18 ha per eiland. Bij de andere alternatieven is dit niet aan de orde, deze hebben een neutraal effect op oppervlaktewaterkwantiteit. Aandachtspunt is dat er voor het IJsselmeergebied een verbod op landaanwinning geldt, vanwege de aantasting van waterbergend vermogen en de zoetwaterbuffer. Dit is vastgelegd in het Bkl (artikel 5.49). Op basis hiervan is het onwaarschijnlijk dat er toestemming wordt verleend en dat er afgeweken mag worden van dit verbod als er andere realistische alternatieven beschikbaar zijn die géén landaanwinning in het IJsselmeer vereisen. Dit geldt voor de onderzoeksalternatieven Zuid-Blauw-1 en Zuid-Blauw-2.

Op grondwaterkwaliteit scoren de onderzoeksalternatieven Zuid-Geel-1, Zuid-Oranje-1 en Zuid-Oranje-2 sterk negatief. Er is sprake van een doorsnijding van een waterwingebied bij Zuid-Oranje-2 en bij de andere twee is er sprake van een grote (meer dan 20 kilometer) doorsnijding van grondwaterbeschermingsgebieden. Voor de overige onderzoeksalternatieven (Zuid-Blauw-1, Zuid-Blauw-2, Zuid-Paars-1, Zuid-Paars-2 en Zuid-Groen-1) is er sprake van doorsnijding van grondwaterbeschermingsgebied van minder dan 20 kilometer en zijn er (beperkte) risico's voor de grondwaterkwaliteit in het onderzoeksgebied.

Voor grondwaterkwantiteit geldt dat er sprake is van een risico op lokale tijdelijke of permanente verandering van (zoute) kwel door hei- of boorwerkzaamheden. De onderzoeksalternatieven Zuid-Geel-1, Zuid-Oranje-1 en Zuid-Oranje-2 scoren sterk negatief omdat hierbij ook enkele veenlagen in zuidoost Flevoland doorsneden worden en herstel van deze veenlagen meestal niet mogelijk is. In de bouwfase kunnen maatregelen genomen worden om dit effect te beperken.

Natuur

Om de effecten op Natura 2000-gebieden te bepalen, is gekeken naar oppervlakteverlies, effecten op habitattypen, Habitatrichtlijnsoorten en Vogelrichtlijnsoorten (zowel draadslachtoffers als aantasting leefgebied). Deze tezamen bepaalt de totaalbeoordeling van de alternatieven op het criterium Natura 2000-gebied. Hieruit volgt dat alle onderzoeksalternatieven een sterk negatief effect (- -) hebben op Natura 2000-gebieden. Er is wel enig onderscheid aan te geven tussen de onderzoeksalternatieven. Voor Zuid-Paars-1, Zuid-Paars-2 en Zuid-Groen-1 komt het sterk negatieve effect vooral door de verwachte effecten op draadslachtoffers. Op de andere onderdelen waar voor het criterium Natura 2000 naar gekeken is, worden voor deze onderzoeksalternatieven minder negatieve effecten verwacht. Zuid-Geel-1 scoort vergelijkbaar, alleen is daar aanvullend een negatief effect op ruimtebeslag/barrièrewerking op Vogelrichtlijnsoorten.

Zuid-Oranje-1 scoort daarentegen als enige onderzoeksalternatief sterk negatief op alle onderdelen. Zuid-Blauw-2 is daarmee qua scores vergelijkbaar, alleen scoort deze op ruimtebeslag/barrièrewerking op Vogelrichtlijnsoorten minder negatief. De andere onderzoeksalternatieven zitten hier qua effecten tussenin.

Voor het effect op Natuurnetwerk Nederland (NNN) is bepaald in welke mate er areaalverlies, versnippering en verstoring kan optreden en in hoeverre er sprake is van andere gevolgen voor de (door de provincies vastgelegde) 'wezenlijke kenmerken en waarden' van het NNN. De doorsnijding van NNN is in Zuid-Oranje-1 het grootst (68,5 ha) en daarna voor Zuid-Paars-1 (56,6 ha). De minste doorsnijding van NNN is bij Zuid-Blauw-1 (2,5 ha) en daarna bij Zuid-Oranje-2 (21,9 ha). De andere onderzoeksalternatieven zitten qua hoeveelheid tussen de 30 en 40 ha. De mate waarin er aantasting plaatsvindt van de wezenlijke kenmerken en waarden verschilt voor de onderzoeksalternatieven. Wel gaat het in de meeste gevallen om natuur- en landschapswaarden die relatief goed vervangbaar zijn. Waarden die moeilijk vervangbaar zijn, is het leef-, broed-, en rustgebied voor verschillende soorten vogels, wat door de nieuwe hoogspanningsverbinding minder geschikt wordt. Dat is bij alle onderzoeksalternatieven aan de orde, maar bij Zuid-Paars-1 het minst.

Naast weide- en akkervogels die binnen het NNN zijn beschermd, zijn er ook weide- en akkervogelgebieden en ganzenfoerageergebieden buiten het NNN. Bij Zuid-Paars-1 en Zuid-Oranje-2 is er sprake van een doorsnijding van ganzenfoerageergebied en weidevogelleefgebied, wat is beoordeeld als sterk negatief effect (- -). Het gaat hier om deeltracé PA1d die het ganzenfoerageergebied in de Noordpolder bij Muiden doorsnijdt. Bij Zuid-Groen-1 is daarnaast sprake van een negatief effect (-) vanwege de doorsnijding van weidevogelleefgebied in deeltracé GR5.

Voor het effect op houtopstanden is indicatief berekend wat de doorsnijding is van de nieuwe hoogspanningsverbinding met bospercelen en met bomenrijen. Zuid-Oranje-1 doorsnijdt met 111,1 ha de meeste bospercelen. Het grootste deel hiervan komt door deeltracé OR5 (91,4 ha), waar de verbinding over grote afstand de kustlijn volgt en daardoor meerdere bossen doorkruist. De andere alternatieven hebben doorsnijdingen van bospercelen variërend van 8,6 tot 86,7 ha. Zuid-Paars-1 doorsnijdt circa 3.630 meter aan bomenrijen, wat van alle alternatieven de grootste doorsnijding van bomenrijen is. Het grootste aandeel hierin heeft deeltracé PA7 (2782 meter doorsnijding bomenrijen). Dit varieert voor de overige onderzoeksalternatieven tussen 150 en 1.440 meter doorsnijding.

Voor beschermde soorten is met name gekeken naar effecten door verlies aan ruimtebeslag habitat en mechanische effecten (draadslachtoffers). In de totaalbeoordeling blijkt dat dit voor alle onderzoeksalternatieven een sterk negatief effect is (- -). Zo hebben alle onderzoeksalternatieven (met uitzondering van Zuid-Blauw-1) een sterk negatief effect op vleermuizen en vlinders. Andere (sterk) negatieve effecten worden voor veel van de onderzoeksalternatieven verwacht op vogels en amfibieën. In wisselende mate worden ook effecten verwacht op reptielen, vissen, libellen en overige ongewervelden. Als in de planuitwerkingsfase de mastposities bepaald worden, zijn de effecten verder te duiden om vervolgens ook mogelijkheden voor mitigatie en eventueel compensatie te onderzoeken.

De effecten op bedreigde soorten zijn vergelijkbaar als de effecten op beschermde soorten. Alle onderzoeksalternatieven scoren sterk negatief (- -). Er is wel wat onderscheid tussen de onderzoeksalternatieven op soortniveau. Dit verschil zit met name in de effecten op vogels, amfibieën, reptielen, libellen en vissen.

Landschap

Bij het criterium beïnvloeding landschappelijk hoofdpatroon op tracéniveau volgt uit de effectbeoordeling dat Zuid-Paars-1, Zuid-Paars-2 en Zuid-Geel-1 over nagenoeg het hele tracé infrastructuur van bovenregionaal schaalniveau volgt, waardoor ze een neutraal effect scoren. Bij Zuid-Groen-1 is dit wat minder het geval, met name ter plaatse van Almere Haven bij de nieuwe doorsnijding van het Gooimeer, wat een negatief effect is. Bij Zuid-Blauw-1 en Zuid-Blauw-2 zijn er over grote afstanden nieuwe doorsnijdingen van het open water op IJmeer, Markermeer en IJsselmeer, wat een grote verzwakking is van het landschappelijk hoofdpatroon en als sterk negatief is beoordeeld. Ook Zuid-Oranje-1 en Zuid-Oranje-2 scoren sterk negatief vanwege nieuwe doorsnijdingen van het landschap op diverse plekken, waaronder open wateren Gooimeer, Wolderwijd en het kleinschalig landschap van Het Gooi.

Zuid-Blauw-1 (en deels ook alternatief Zuid-Blauw-2) heeft een tracé met grote rechtstanden over zeer lange afstanden. De nieuwe verbinding heeft daardoor een autonoom karakter en reageert nauwelijks op lokale verschijnselen. Wel zijn er bij overgang van land naar water verschillende type (in hoogte) masten zichtbaar en zijn er meerdere eilanden nodig om de verbinding te realiseren. Dit leidt tot een verminderde leesbaarheid van de verbinding als eenheid, waardoor dit alternatief negatief scoort op het criterium kwaliteit tracé. Ook Zuid-Blauw-2, Zuid-Paars-1, Zuid-Paars-2, Zuid-Groen-1, Zuid-Geel-1 en Zuid-Oranje-2 scoren negatief op de kwaliteit van het tracé vanwege knikken en richtingsveranderingen die het gevolg zijn van

verschillende bundelingsprincipes of lokale verschijnselen in het landschap. Zuid-Oranje-1 heeft veel knikken en richtingsveranderingen, met name in Het Gooi volgen deze op korte afstand van elkaar. Over het gehele tracé maakt dit de verbinding niet goed herkenbaar als bovenregionale infrastructuur en scoort het alternatief sterk negatief op kwaliteit tracé.

Er is veel onderscheid tussen de alternatieven op de beïnvloeding van de gebiedskarakteristiek. Zuid-Paars-1 en Zuid-Paars-2 hebben een negatief effect. De referentielijnen bundelen met de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding en leiden op veel plekken tot een forsere lijn en infrastructurele bundel in het landschap. Met name ter plaatse van PA1d (het gedeelte door de open polder tussen Muiden en Muiderberg) is een grote aantasting van de gebiedskarakteristiek. Zuid-Geel-1 bundelt met de bestaande 150 kV-verbinding, snelwegen A1 en A6, provinciale weg N305 en de Hoge Vaart, waar de nieuwe verbinding tot een forsere lijn en infrastructurele bundel in het landschap leidt. Dit is een negatief effect voor de gebiedskarakteristiek. Zuid-Blauw-1 en Zuid-Blauw-2 vormen nieuwe lijnen op het open water, wat zorgt voor een grote aantasting van de weidse openheid van het IJmeer, Markermeer en IJsselmeer. De benodigde eilanden voor deze alternatieven versterken het sterk negatieve effect op de gebiedskarakteristiek. In Zuid-Groen-1 bundelt de nieuwe verbinding met verschillende infrastructuren en leidt tevens tot een forsere lijn en infrastructurele bundel in het landschap. Met name deeltracé GR1 leidt hier tot een sterk negatief effect doordat de nieuwe verbinding een volledig nieuwe lijn vormt op het open Gooimeer en langs de Gooimeerdijk.

Zuid-Oranje-1 en Zuid-Oranje-2 scoren beide ook sterk negatief. Onderscheidend hierin is dat Zuid-Oranje-1 een forse aantasting veroorzaakt van het open water van het Gooimeer en Wolderwijd en doorsnijding van het kleinschalig landschap van Het Gooi. Daarnaast is een eiland nodig voor de hoekmast in het Wolderwijd, wat voor een sterkere aantasting van de gebiedskarakteristiek zorgt. Bij Zuid-Oranje-2 gaat het om forse aantasting van het open water van Gooimeer en de voormalige inundatiegebieden van de Hollandse Waterlinies.

Op beïnvloeding van specifieke elementen en hun samenhang, scoren Zuid-Paars-2 en Zuid-Geel-1 neutraal. De andere alternatieven scoren allen sterk negatief. Bij Zuid-Blauw-1 volgt het sterk negatieve effect onder andere uit deeltracé BL1a, die de voormalige verboden kringen rondom Forteiland Pampus kruisen en die de openheid aantast en het landschappelijk beeld verindustrialiseert. Bij Zuid-Blauw-1 en Zuid-Blauw-2 vormen deeltracés BL1, BL2 en BL3 voor grote verstoring van de karakteristieke relatie tussen de dijk en het open water. Bij Zuid-Groen-1 is in deeltracé GR3 de kap van bomen nodig van laanstructuren die onderdeel uitmaken van het poldercarré van de zuidelijke Flevopolders. Over relatief grote afstand zouden er bomenrijen weg moeten. Dit is een verstoring van de onderlinge samenhang tussen deze beplantingsstructuren. In Zuid-Oranje-1 loopt deeltracé OR1 ter hoogte van Naarden door de inundatiekom en voormalige verboden kringen en zeer dicht langs Fort Ronduit. Dit is een grote verstoring van de samenhang tussen het fort en het omliggende open landschap, binnen de kernkwaliteit 'strategisch landschap'. Bij Zuid-Oranje-2 is het deeltracé PA1d die de samenhang tussen vestingstad Muiden en de omliggende (van oorsprong) open schootsvelden en inundatievelden verstoort. Deze Noordpolder is in de huidige situatie nog een van de weinig plekken waar de oorspronkelijke openheid kan worden beleefd,

zonder infrastructurele doorsnijdingen. Daarnaast verstoort deeltracé OR1a als onderdeel van Zuid-Oranje-2 de samenhang tussen vestingstad Naarden, Fort Ronduit en de omliggende (van oorsprong) open schootsvelden en inundatievelden. De Binnendijksche, Overscheensche, Berger- en Meentpolder zijn in de huidige situatie nog plekken waar de oorspronkelijke openheid kan worden beleefd, dit wordt dan sterk aangetast.

Cultuurhistorie en archeologie

In Zuid-Paars-1, Zuid-Groen-1, Zuid-Geel-1 en Zuid-Oranje-2 zijn er twee gemeentelijke monumenten waar het alternatief tot visuele versterking van de bouwhistorische objecten leidt. Bij Zuid-Paars-1 en Zuid-Oranje-2 wordt aanvullend het beschermd stadsgezicht van Muiden gekruist. Bij Zuid-Oranje-1 kruist de referentielijns het beschermd stadsgezicht Naarden. Dit is als negatief effect beoordeeld op historische (steden)bouw. De andere alternatieven scoren een neutraal effect.

Op historische geografie is er geen effect bij Zuid-Blauw-1 omdat dit alternatief vrijwel volledig over water loopt. De andere alternatieven scoren allen een negatief effect, in de meeste gevallen vanwege het onderbreken van bomerijen die cultuurhistorisch van waarde zijn als flankerende laanbeplanting. In Zuid-Blauw-2 en Zuid-Paars-2 is dit aan de orde in deeltracé PA7b, in Zuid-Paars-1 in deeltracés PA7 en PA10, in Zuid-Groen-1 in deeltracés GR3, GR4 en GR5, in Zuid-Geel-1 in deeltracé GE2, en in Zuid-Oranje-1 in deeltracé OR6. Aanvullend passeren Zuid-Geel-1, Zuid-Groen-1 en Zuid-Oranje-2 de knardijk, een oud dikelement dat cultuurhistorisch een waardevol element is. De oranje alternatieven passeren daarnaast de Zuider IJ- en Zeedijken, wat een versterking is van het historische karakter van het gebied.

Alle alternatieven hebben een sterk negatief effect op UNESCO-werelderfgoed. In alle gevallen is er sprake van een doorsnijding van de contour en de bufferzone van de Hollandse Waterlinies en daarmee een versterking van en visuele impact op van het historisch geografisch element. Dit zorgt op diverse plekken voor een effect op de authenticiteit en/of integriteit van de kernkwaliteiten van het werelderfgoed. Bij Zuid-Blauw-1 en Zuid-Blauw-2 zijn er met name nadelige effecten op Forteiland Pampus, het omliggende gave linie ensemble en de verboden kringen van vestingstad Muiden. Bij Zuid-Paars-2, Zuid-Groen-1 en Zuid-Geel-1 zijn de meest nadelige effecten op de kernkwaliteiten het doorsnijden van de verboden kringen van vestingstad Muiden, de continuïteit van de verdedigingslijn langs de Vecht, het doorkruisen van de Naardertrekvaart en doorsnijding van de open Noordpolder. Bij Zuid-Paars-1 gaat het met name om een nadelige impact op de openheid van de verboden kringen, continuïteit van de hoofdverdedigingslijn langs de Vecht en onderbreking van de beleving van het landschap. In de uitgevoerde strategische Heritage Impact Assessment voor het project Diemen-Enns zijn de effecten van Zuid-Paars-1 van alle onderzoeksalternatieven in deelgebied zuid als minst negatief beoordeeld (maar er is alsnog sprake van negatieve impact op de kernkwaliteiten).

De oranje alternatieven hebben in lengte de langste doorsnijding van de contour en/of bufferzone van de Hollandse Waterlinies. Met name bij deeltracé OR7a is er een effect op de (visuele openheid van) verboden kringen rondom Naarden en Fort Ronduit. Het zicht verschuift hier meer naar de hoogspanningsverbinding dan naar het omliggende gave linielandschap. De beleving van de weidsheid van het linie ensemble wordt onderbroken.

Op het criterium aardkundige waarden scoren Zuid-Blauw-1 en Zuid-Paars-2 beide een negatief effect, vanwege een relatief beperkte doorsnijding van gebieden die als aardkundige waardevol zijn aangewezen. Alle andere alternatieven hebben een sterk negatief effect op aardkundige waarden. Dit komt door verschillende doorsnijdingen van bijvoorbeeld getijdenrivieren, dekzandruggen, stroomvlaktes en aardkundige monumenten die verspreid over het gehele onderzoeksgebied aanwezig zijn.

Tussen de onderzoeksalternatieven is veel onderscheid in het effect op archeologische (verwachtings)waarde. Er is variatie in de mate waarin de onderzoeksalternatieven archeologische waarden of verwachtingswaarden raken. Daarmee is de effectbeoordeling voor alle onderzoeksalternatieven negatief (-) of sterk negatief (- -). In de meeste gevallen gaat het om puntlocaties (zoals scheepswrakken) of relatief kleine vlakken waar archeologische resten bekend zijn of verwacht worden. In veel gevallen kan door een beperkte verschuiving van de referentielijn binnen de corridor een overlap met archeologische waarden vermeden worden. Dat wordt dan in de planuitwerkingsfase nader beschouwd.

Veiligheid

Bij het thema veiligheid is gekeken naar drie aspecten: externe veiligheid, nautische veiligheid en waterveiligheid. Bij effecten op externe veiligheid is in deze verkenningsfase enkel gekeken naar het risico op schade of letsel door een ongeval met een bovengrondse verbinding, door in beeld te brengen of de hoogspanningsverbinding raakt aan risicobronnen of risicovolle transportroutes. Bij nautische veiligheid gaat het in dit plan-MER om veiligheid ten aanzien van hoofdvaarroutes, bijvoorbeeld als gevolg van het plaatsen van masten in het water. Bij waterveiligheid zijn de effecten van een nieuwe hoogspanningsverbinding op primaire waterkeringen bepaald.

Op Zuid-Blauw-1 na, lopen alle onderzoeksalternatieven ergens parallel aan transportroutes voor gevaarlijke stoffen of hebben hier overlap mee. Zuid-Paars-1 en Zuid-Oranje-2 liggen aanvullend ook in de buurt van risicobronnen op het terrein van BRZO-bedrijven. Om die reden scoren deze onderzoeksalternatieven zeer negatief op externe veiligheid.

Vooraf bij Zuid-Blauw-1 en Zuid-Blauw-2 zijn er veel masten in het water nodig en lopen de referentielijnen voor langere afstand door vaarwater. Bij Zuid-Blauw-1 is dit ruim twee keer zoveel als bij Zuid-Blauw-2. Beide scoren sterk negatief op nautische veiligheid. Bij Zuid-Groen-1, Zuid-Oranje-1 en Zuid-Oranje-2 is er sprake van een oversteek van de randmeren, waardoor er masten in het water nodig zijn en de referentielijn voor meer dan 5 kilometer door vaarwater loopt. Dit is ook als zeer negatief beoordeeld voor nautische veiligheid.

Elk alternatief kruist een of meerdere keren een primaire waterkering. Een kruising hoeft (afhankelijk van de afstand tot de primaire waterkering) niet tot nadelige effecten op de primaire waterkering te leiden. Omdat de mastlocaties in deze verkenningfase nog niet bepaald zijn, is hier nog niet altijd iets over te zeggen. Daarom is aanvullend bekeken of de referentielijnen ook over langere stukken parallel lopen aan een primaire waterkering en of deze door de kernzone of beschermingszone van de primaire waterkering lopen. Bij Zuid-Paars-1, Zuid-Groen-1, Zuid-Oranje-1 en Zuid-Oranje-2 is dit het geval. Bij Zuid-Paars-1 en Zuid-Oranje-1 is er in deeltracé PA1c een beperkte overlap van ca. 85 meter met de kernzone van primaire waterkering IJ-Gooimeer en 500 meter met de beschermingszone. Zuid-Groen-1 overlapt deeltracé GR1 voor circa 700 meter met de kernzone en bijna 4 kilometer door de beschermingszone van de primaire kering. Deeltracé OR4 maakt onderdeel uit van zowel Zuid-Oranje-1 en Zuid-Oranje-2 en loopt hier voor bijna 3 kilometer binnen de kernzone van de primaire waterkering. Aanvullend heeft deeltracé OR5 bij Zuid-Oranje-1 een nog grotere overlap met de kernzone van 10,5 kilometer. Het plaatsen van objecten in de kernzone van de primaire waterkering is niet toegestaan volgens wet- en regelgeving. Dit is dan ook beoordeeld als sterk negatief effect. Zonder optimalisatie/mitigatie (verschuiven binnen de corridor zodat de verbinding niet meer binnen de kernzone ligt) is een route via deze deeltracés niet vergunbaar.

Leefomgeving en gezondheid

Voor dit thema zijn effecten beoordeeld voor de aspecten geluid, luchtkwaliteit en indicatieve magneetveldzone. Bij de effecten op luchtkwaliteit en effecten op geluidgevoelige bestemmingen gaat het om tijdelijke effecten die alleen in de aanlegfase plaatsvinden.

Zuid-Blauw-1 scoort op alle criteria neutraal, er liggen geen gevoelige objecten binnen de belemmeringszones voor luchtkwaliteit, geluid en indicatieve magneetvelden. Zuid-Paars-1, Zuid-Groen-1 en Zuid-Oranje-2 scoren sterk negatief op het effect op geluidgevoelige objecten. Hierbij gaat het om respectievelijk 115, 117 en 179 gevoelige objecten (woningen) die in de realisatiefase van het project geluidhinder kunnen ondervinden van de aanleg van de nieuwe verbinding. De andere alternatieven scoren een negatief effect, hier zijn er tussen de 9 en 50 woningen die binnen de hinderafstand voor geluid staan.

Zuid-Blauw-2 scoort neutraal op het aantal gevoelige objecten binnen de indicatieve magneetveldzone, omdat er geen gevoelige objecten binnen deze zone staan. Bij Zuid-Paars-1, Zuid-Oranje-1 en Zuid-Oranje-2 is het effect sterk negatief, hier gaat het respectievelijk om 23, 10 en 27 woningen. Bij Zuid-Paars-1 en Zuid-Oranje-2 zorgt deeltracé PA1d voor een groot aandeel hierin, met een geschatte overlap met 20 woningen die onderdeel uitmaken van nieuwbouwwontwikkeling Krijgsman in Muiden. Dit aantal is niet met zekerheid te zeggen, maar is gebaseerd op een kaart van de ontwikkeling waar de bouwpercelen ingetekend zijn. Bij Zuid-Paars-2, Zuid-Groen-1 en Zuid-Geel-1 liggen er 3 à 4 woningen binnen de indicatieve magneetveldzone. Verwachting is dat op veel locaties deze overlap te vermijden is door de ligging van de referentielijn te optimaliseren binnen de corridor (zie hiervoor ook hoofdstuk 7).

Zuid-Blauw-2 scoort neutraal op het aantal gevoelige objecten binnen de belemmeringszone voor luchtkwaliteit in de realisatiefase van het project. Zuid-Paars-2 en Zuid-Geel-1 scoren negatief, vanwege respectievelijk 6 en 5 gevoelige bestemmingen binnen de belemmeringszone. De rest van de alternatieven

scoort sterk negatief. Bij Zuid-Groen-1 en Zuid-Oranje-1 is er beperkt onderscheid met respectievelijk 22 en 25 woningen. Bij Zuid-Paars-1 gaat het om 65 woningen, het grootste deel hiervan in PA1d met een geschatte overlap met 60 woningen die onderdeel uitmaken van nieuwbouwoontwikkeling Krijgsman in Muiden. Bij Zuid-Oranje-2 gaat het om 106 woningen; dit komt met name door de nabijheid van deeltracé OR1a met woonwijk Naarderbos.

Bij de milieugezondheidskwaliteit gaat het om een mogelijke samenhang van effecten op luchtkwaliteit, geluid en EM-velden en de gevolgen daarvan voor de gezondheid van mensen. Hiervoor is geen score toegekend aan de alternatieven omdat dan sprake is van dubbeltelling van de effecten. In algemene zin geldt hiervoor dat de luchtkwaliteit en geluidseffecten alleen optreden in de uitvoeringsfase. Deze zijn tijdelijk van aard en zorgen daarmee niet voor een verslechtering van de milieugezondheidskwaliteit. Alternatieven die negatief of zeer negatief scoren op het aspect magneetvelden, zorgen wel voor een nadelig effect op de milieugezondheidskwaliteit van mensen.

Gebruiksfuncties

Voor gebruiksfuncties is beoordeeld in welke mate de alternatieven overlappen met recreatieve functies, werkfuncties, landbouw, windturbines en zonneparken. Dit is indicatief bepaald en voor alle criteria in hectare in beeld gebracht (met uitzondering van windturbines, daar gaat het over aantallen).

Voor de overlap met recreatieve bestemmingen is er beoordeeld of er fysiek ruimtebeslag verdwijnt als gevolg van de nieuwe verbinding. Er zijn ook recreatieve bestemmingen of functies, zoals bijvoorbeeld wandelroutes of fietsroutes, die geen fysieke belemmering ondervinden van de hoogspanningsverbinding omdat de functies behouden kunnen blijven; er kan immers onder hoogspanningsverbindingen door gelopen of gefietst worden. Het verlies aan belevingswaarde maakt onderdeel uit van de effectbepaling Ruimtelijke Kwaliteit, als onderdeel van de Integrale Effectanalyse (IEA). Voorbeelden van recreatieve functies die belemmerd worden door een hoogspanningsverbinding zijn bijvoorbeeld sportvelden, campings, jachthavens, golfbanen. Voor de effectbepaling is gekeken naar plekken die in de omgevingsplannen van de gemeenten zijn bestemd voor recreatie en sport. De overlap met dergelijke recreatieve functies is het grootst bij Zuid-Paars-2 (38 ha) en Zuid-Geel-1 (36 ha). In beide gevallen heeft deeltracé PA1 hier een groot aandeel in, waar de referentielijn de Bloemendalerpolder doorkruist. De zone tussen de snelweg A1 en de toekomstige woningbouw is aangewezen voor natuurontwikkeling (als compensatiegebied) met beperkt recreatief medegebruik. Daarnaast loopt deeltracé PA2 door het recreatiepark Naarderbos en het strand aan de Gooimeer-zijde. De minste overlap met recreatieve functies is bij Zuid-Oranje-2 met 2 ha.

De effecten op werkfuncties zijn het grootst bij Zuid-Paars-1 (22 ha) en Zuid-Paars-2 (19 ha) vanwege overlap met bedrijventerreinen Flevopoort, Twentsekant en Lelystad Airport Businesspark. De effecten zijn het kleinst bij Zuid-Groen-1 met 1 ha. Bij de andere onderzoeksalternatieven varieert het tussen 6 en 15 ha.

Bij oppervlakteverlies landbouwareaal gaat het om areaalverlies door de mastvoeten van de hoogspanningsmasten. Omdat de precieze locaties niet bekend zijn in deze fase, zijn hier aannames voor gedaan (elke 400 meter een mast). Het oppervlakteverlies is (afgerond) het grootst bij Zuid-Geel-1 en

Zuid-Oranje-2 met beide 2,3 ha. De deeltracés die hier het grootste aandeel in hebben zijn GE3 (1,4 ha) en deeltracé OR8 (1,3 ha).

Bij het criterium doorsnijding landbouwgrond gaat het erom hoeveel landbouwgrond overlapt met de belemmeringszone (35 meter aan weerszijden) van de nieuwe verbinding. In die zone kunnen beperkingen gelden (bijvoorbeeld hoogteregels, die van invloed kunnen zijn op het gebruiken van landbouwapparatuur en -materieel). Het betekent echter niet dat deze landbouwgrond niet meer gebruikt kan worden. De overlap met landbouwgrond varieert tussen 7 en 200 ha. De meeste overlap met landbouwgronden is in Zuid-Geel-1 (222 ha) en Zuid-Oranje-2 (209 ha). Deeltracé GE3 en deeltracé OR8 hebben hier het grootste aandeel in met respectievelijk 132 ha en 113 ha.

Zuid-Geel-1 heeft de meeste overlap met de risicocontour van windturbines, namelijk 21. Dit is met name in deeltracé GE3, hier gaat het om 17 windturbines waarvan risicocontour overlapt met de referentielijn van de hoogspanningsverbinding. De meeste van deze windturbines zijn onderdeel van Windpark Zeewolde. Bij alternatief Zuid-Oranje-2 gaat het in totaal om 10 windturbines waarvan de risicocontour overlapt met de referentielijn. Bij Zuid-Blauw-1 is er geen overlap met risicocontour van windturbines. Voor de andere onderzoeksalternatieven varieert het aantal tussen 1 en 8 windturbines.

Bij alternatieven Zuid-Blauw-1 en Zuid-Blauw-2 is er geen overlap met zonneparken. Bij de andere alternatieven varieert de mate van overlap tussen de 0,63 en 8,09 ha. Zuid-Paars-1 en Zuid-Paars-2 hebben met resp. 5,58 en 8,09 ha de meeste overlap. Er zijn namelijk diverse zonneparken nabij de snelwegen waar de referentielijn gedeeltelijk mee overlapt.

Duurzaamheid

De effectbepaling van het thema duurzaamheid richt zich op materiaalgebruik en uitstoot broeikasgassen. Omdat er geen referentiesituatie is, zoals wel het geval is bij andere thema's in dit plan-MER, zijn de onderzoeksalternatieven ten opzichte van elkaar beschouwd. Om die reden worden de resultaten ook niet in de overzichtstabel (paragraaf 5.1.4) getoond, omdat er geen plussen / minnen toegekend worden.

Het tracé met de minste materiaalgebruik en broeikasgasuitstoot is als referentie-alternatief gehanteerd, in deelgebied zuid is dat Zuid-Paars-2. Het alternatief met het meeste materiaalgebruik (hierbij is met name naar beton en staal gekeken), is Zuid-Blauw-1 met circa 300 % meer materiaalgebruik dan Zuid-Paars-2. Hoewel Zuid-Blauw-1 in kilometers de kortste route is van de onderzoeksalternatieven, is de totale hoeveelheid materialen groter dan Zuid-Paars-2 omdat er over water hogere masten nodig zijn en er meer fundatie toegepast moet worden. Na Zuid-Blauw-1 scoort Zuid-Oranje-1 het slechtst. Dit komt door de lange afstand van het alternatief en daardoor relatief veel masten en fundaties. Voor de uitstoot broeikasgassen komt eenzelfde beeld naar voren. Hoewel Zuid-Blauw-1 en Zuid-Blauw-2 in afstand korter zijn dan de andere onderzoeksalternatieven, is de uitstoot broeikasgassen het grootst vanwege inzet van zwaar materieel over water.

5.1.3 Overige deeltracés in deelgebied zuid

Hier wordt met name ingegaan op de grote (sterk negatieve) of onderscheidende effecten van deze deeltracés.

Deeltracé	Effecten op criterium
BL3b	<ul style="list-style-type: none"> - indicatieve magneetvelden: 2 woningen binnen de indicatieve magneetveldzone; - geluid: effect op 31 geluidgevoelige bestemmingen in de realisatiefase; - dit deeltracé raakt voor circa 1.400 meter twee locaties voor (potentiële) verontreinigingen; - doorsnijdt een NNN gebied (ca. 2,8 ha). De natuur- en landschapswaarden zijn relatief goed vervangbaar; - doorsnijdt 21,6 ha bospercelen; - doorsnijdt 5,2 ha Natura 2000-gebied IJsselmeer en 1,4 ha Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer; - overlapt 5,8 kilometer met aardkundig waardevol gebied.
BL5	<ul style="list-style-type: none"> - dit deeltracé raakt voor circa 1.400 meter twee locaties voor (potentiële) verontreinigingen; - doorsnijdt een NNN gebied (ca. 14,2 ha). Het gaat hier om moeilijk vervangbare natuur- en landschapswaarden; - doorsnijdt 27,8 ha bospercelen; - doorsnijdt 1,5 ha Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer.
PA7a	<ul style="list-style-type: none"> - dit deeltracé raakt voor ruim 4 kilometer meerdere locaties voor (potentiële) verontreinigingen; - doorsnijdt een NNN gebied (ca. 10 ha). De natuur- en landschapswaarden zijn relatief goed vervangbaar; - doorsnijdt 15,2 ha bospercelen.
PA9a	<ul style="list-style-type: none"> - windturbines: overlap met risicocontour van 3 windturbines; - overlapt 2,7 kilometer met aardkundig waardevol gebied.
PA10b	<ul style="list-style-type: none"> - overlapt 3,1 kilometer met aardkundig waardevol gebied.
GR8	<ul style="list-style-type: none"> - overlapt 4,5 kilometer met aardkundig waardevol gebied.
GR9	<ul style="list-style-type: none"> - dit deeltracé raakt voor circa 875 meter een locatie voor (potentiële) verontreinigingen; - overlapt 4,2 kilometer met aardkundig waardevol gebied.
GE1	<ul style="list-style-type: none"> - doorsnijdt een NNN gebied (ca. 1,1 ha). Het gaat hier om moeilijk vervangbare natuur- en landschapswaarden; - doorsnijdt 0,9 ha bospercelen; - overlapt over 1,8 kilometer aardkundig waardevol gebied.
GE6	<ul style="list-style-type: none"> - dit deeltracé valt geheel binnen een boringsvrije zone van een

	<p>drinkwaterwinning;</p> <ul style="list-style-type: none"> - overlapt 5 kilometer met aardkundig waardevol gebied.
GE14	<ul style="list-style-type: none"> - overlapt 4,8 kilometer met aardkundig waardevol gebied.
OR7b	<ul style="list-style-type: none"> - indicatieve magneetvelden: 1 woning binnen de indicatieve magneetveldzone; - doorkruist een NNN gebied (ca. 5 km). De natuur- en landschapswaarden zijn relatief goed vervangbaar; - doorsnijdt 2,3 ha bospercelen; - doorsnijdt 14,2 ha Natura 2000-gebied Eemmeer & Gooimeer Zuidoever; - ligt vrijwel geheel binnen de beschermingszone en bufferzone van de Hollandse Waterlinies. Er is onder andere sprake van effecten op de visuele openheid van de verboden kringen rondom Fort Ronduit en de beleving van de weidsheid/openheid van het omliggende gave linielandschap; - doorsnijdt een archeologisch monument.

5.1.4 Overzichtstabel deelgebied zuid

Onderstaande tabel geeft alle scores van de effectbeoordeling weer voor deelgebied zuid. Door op de naam van het alternatief te klikken in de tabel, wordt een kaartbeeld getoond van dat betreffende alternatief. Deze zijn opgenomen in bijlage 5.

Voor de meeste effecten zijn de scores conform vijfpuntsschaal gegeven. Een uitzondering hierop zijn de criteria van het thema gebruiksfuncties, waarbij enkel de absolute uitkomsten uit de effectstudies zijn opgenomen in de tabel. Veelal gaat het hier om aantallen, hectares of km². Bij het criteria behorende bij het thema leefomgeving en gezondheid is achter de score tussen haakjes het aantal gevoelige objecten weergegeven. Het thema duurzaamheid is niet opgenomen in de tabel, omdat voor dat thema geen plussen / minnen toegekend zijn. Voor de criteria materiaalgebruik en uitstoot broeikasgassen is namelijk juist het onderlinge verschil tussen de onderzoeksalternatieven relevant. Dit is daarom alleen tekstueel beschreven in paragrafen 5.1.2, 5.2.2 en 5.4.

Hieronder worden de belangrijkste verschillen en hun oorsprong nogmaals uitgelicht.

In de tabel zijn veel sterk negatieve effecten zichtbaar. Deze effecten verschillen wel wat per alternatief. Voor bodem zijn bij alle alternatieven, met uitzondering van Zuid-Groen-1, effecten door verontreiniging te verwachten. Bij water zijn er verschillende effecten door lozing, landaanwinning en doorsnijdingen van waterwin- of grondwaterbeschermingsgebieden mogelijk. Ook kunnen kwelstromen lokaal veranderen. Voor alle alternatieven geldt dat er veel effecten op de natuur te verwachten zijn. Dit komt voornamelijk door het doorsnijden van Natura 2000-gebieden zoals de randmeren. Hier zijn ook veel draadslachtoffers te verwachten onder Vogelrichtlijnsoorten, maar ook beschermde en bedreigde soorten. De effecten op N2000 zijn het grootst bij alternatieven Zuid-Oranje-1 en Zuid-Blauw-2. Daarnaast zijn er effecten te verwachten op andere beschermde gebieden als NNN en weidevogelgebieden. Deze effecten zijn het grootst bij

Zuid-Oranje-1 en Zuid-Paars-1, vanwege de doorsnijding van diverse NNN-gebieden en de Noordpolder bij Muiden. Op het landschap hebben vooral alternatieven Zuid-Blauw-1, Zuid-Blauw-2, Zuid-Oranje-1 en Zuid-Oranje-2 relatief veel sterk negatieve effecten. Dit komt door het tracé, diverse knikken en verschillende hoogten aan masten, en door effecten op de openheid van de grote wateren. Ook zijn er effecten op diverse bijzondere landschapselementen als forteiland Pampus, de vestingsteden Naarden en Muiden en de open inundatiepolders. De alternatieven Zuid-Blauw-1 en Zuid-Blauw-2 hebben door hun grote afstand over het water weinig effecten op de leefomgeving. Alternatieven Zuid-Paars-1, Zuid-Groen-1, Zuid-Oranje-1 en Zuid-Oranje-2 hebben de meeste effecten op de leefomgeving. Dit gaat bij alle genoemde alternatieven over effecten in de bouwfase (hinder van geluid of de uitstoot van stoffen). Bij alternatieven Zuid-Paars-1, Zuid-Oranje-1 en Zuid-Oranje-2 zijn ook effecten te verwachten in de gebruiksfase door magneetvelden. Bij Zuid-Paars-1 en Zuid-Oranje-1 centreren deze effecten zich bij nieuwbouwoontwikkeling Krijgsman in Muiden. Alleen alternatief Zuid-Geel-1 heeft nauwelijks effecten op veiligheid. De overige alternatieven lopen parallel aan transportroutes voor gevaarlijke stoffen en hebben effecten op de nautische veiligheid door het oversteken van de randmeren of het IJsselmeer. Ook worden dijken gekruist. In effecten op cultuurhistorie en archeologie verschillen de alternatieven niet veel: alternatief Zuid-Blauw-1 heeft wat minder effecten, en alternatieven Zuid-Paars-1, Zuid-Groen-1 en Zuid-Oranje-1 hebben wat meer effecten. Vooral de effecten op UNESCO-werelderfgoed Hollandse Waterlinies zijn bij alle alternatieven sterk negatief. Door het doorkruisen van de contour en bufferzone vindt verstoring van en visuele impact op de kernkwaliteiten van het werelderfgoed plaats. Deze effecten komen vooral voor bij Forteiland Pampus, de vestingsteden Muiden en Naarden en de hoofdverdedigingslijn langs de Vecht. In de tussengelegen polders wordt de beleving van de openheid van de polders beïnvloed.

Tabel 5.1 Totaaloverzicht van alle milieueffecten voor de onderzoeksalternatieven in deelgebied zuid

	Z-Blauw-1	Z-Blauw-2	Z-Paars-1	Z-Paars-2	Z-Groen-1	Z-Geel-1	Z-Oranje-1	Z-Oranje-2
Bodem								
(water)bodemkwaliteit	+	++	++	++	0	++	+	+
draagkracht: risico op zetting	-	-	--	--	--	--	--	--
Water								
grondwaterkwantiteit	-	-	-	-	-	--	--	--
grondwaterkwaliteit	-	-	-	-	-	--	--	--
oppervlaktewaterkwaliteit	-	-	-	-	-	-	-	-
oppervlaktewaterkwantiteit	--	--	0	0	--	0	--	--
Natuur								
Natura 2000-gebieden	--	--	--	--	--	--	--	--
Natuurnetwerk Nederland	--	--	--	--	--	--	--	--
overige waardevolle gebieden buiten het NNN	0	0	--	0	-	0	0	--
houtopstanden	-	--	--	--	--	--	--	--
beschermde soorten	--	--	--	--	--	--	--	--
bedreigde soorten	--	--	--	--	--	--	--	--

	Z-Blauw-1	Z-Blauw-2	Z-Paars-1	Z-Paars-2	Z-Groen-1	Z-Geel-1	Z-Oranje-1	Z-Oranje-2
Landschap								
landschappelijk hoofdpatroon	--	--	0	0	-	0	--	--
kwaliteit tracé	-	-	-	-	-	-	--	-
gebiedskarakteristiek	--	--	-	-	--	-	--	--
specifieke elementen en hun samenhang	--	--	--	0	--	0	--	--
Cultuurhistorie en archeologie								
historische (steden)bouw	0	0	-	-	-	-	-	-
historische geografie	0	-	-	-	-	-	-	-
UNESCO-werelderfgoed	--	--	--	--	--	--	--	--
aardkundige waarden	-	--	--	--	--	--	--	--
archeologische waarden	-	-	--	-	--	-	--	-
Veiligheid								
externe veiligheid	0	-	--	--	-	-	-	--
nautische veiligheid	--	--	0	0	--	0	--	--
waterveiligheid	0	0	--	0	--	0	--	--
Leefomgeving en gezondheid*								
geluidsgevoelige objecten en -gebieden (realisatiefase)	0	-(9)	-(115)	-(15)	--(117)	-(26)	-(48)	--(179)
gevoelige objecten in magneetveldzone (gebruiksfase)	0	0	--(23)	-(3)	-(3)	-(4)	--(10)	--(27)
luchtkwaliteit (realisatiefase)	0	0(1)	--(65)	-(6)	--(22)	-(5)	--(25)	--(106)
Gebruiksfuncties								
overlap recreatieve bestemmingen (ha)	16	13	21	38	31	36	31	2
overlap werkfuncties (ha)	9	6	22	19	1	11	8	15
oppervlakteverlies landbouw-areaal door masten (ha)	0,12	0,78	0,87	0,90	1,39	2,34	1,62	2,25
doorsnijding landbouwgrond (ha)	8	76	85	93	131	222	126	209
overlap windturbines (aantallen)	0	3	1	4	6	21	8	10
overlap zonneparken (ha)	0	0	6	8	1	1	1	5

* het criterium gezondheid wordt niet in de tabel getoond, omdat hier geen score aan toegekend is.

5.2 Milieueffecten onderzoeksalternatieven deelgebied noord

5.2.1 Sterk negatieve effecten

Hieronder is ingegaan op de sterk negatieve effecten van de onderzoeksalternatieven in deelgebied noord die naar verwachting niet of moeilijk mitigeerbaar zijn. Andere sterk negatieve effecten die wel of beter te mitigeren zijn, komen aan bod in de volgende paragraaf, waar een overzicht gegeven is van alle effecten per thema. Eventuele mogelijkheden voor mitigatie van de effecten is hieronder nog niet meegenomen, hoofdstuk 6 gaat daar op in.



Figuur 5.2 Sterk negatieve effecten die niet of moeilijk mitigeerbaar zijn, indicatief op kaart voor onderzoeksalternatieven in deelgebied noord.

Onderzoeksalternatief Blauw

- het alternatief loopt voor lange afstand over het water. Minimaal elke 5 kilometer en ook op plekken waar het tracé van richting verandert zijn er hoekmasten nodig. Deze moeten op een eiland geplaatst worden. Dit betekent dat er voor dit alternatief vele eilanden nodig zijn, wat een verlies aan waterbergend vermogen betekent. Nieuwe landaanwinning in het Markermeer en IJsselmeer is strijdig met de Bkl. Op

basis hiervan is het onwaarschijnlijk dat er toestemming wordt verleend en dat er afgeweken mag worden van dit verbod als er andere realistische alternatieven beschikbaar zijn die géén landaanwinning in het IJsselmeer vereisen;

- het alternatief loopt voor het gedeelte tussen hoogspanningsstation Lelystad en de Noordoostpolder vrijwel volledig door Natura 2000-gebied IJsselmeer. Dit vergroot de kans op een significant effect op één of meer instandhoudingsdoelstellingen;
- de doorsnijding van open water van het IJsselmeer is een grote verzwakking van het landschappelijk hoofdpatroon. Ook is de verbinding over water en het toevoegen van vele eilanden een aantasting van de weidse openheid en een verslechtering van de gebiedskarakteristiek;
- tussen hoogspanningsstation Lelystad en hoogspanningsstation Ens doorkruist het alternatief het UNESCO Werelderfgoed Schokland en omgeving; via deeltracé PA13 loopt het onderzoeksalternatief hier aan de zuidkant langs het eiland Schokland. Dit zorgt voor een groot nadelige impact op de authenticiteit van de kernkwaliteiten van Schokland. Het vormt daarnaast een belemmering voor de beleving van het open polderlandschap rondom het voormalige eiland en vanaf het eiland naar de omgeving toe.

Onderzoeksalternatief Paars

- bij Noord-Paars-2 bundelt de lijn deels met de bestaande hoogspanningsverbinding en de snelweg A6, maar loopt vervolgens aan de zuidkant van het Ketelmeer naar het oosten om via het IJsselmeer het Ketelmeer over te steken. Met name op dit gedeelte, op en langs het Ketelmeer, is er sprake van grote aantasting van de openheid van het landschap;
- Noord-Paars-2 heeft een sterk negatief effect op Natura 2000, vanwege fysieke doorsnijding en daardoor ook grote nadelige effecten op vogelrichtlijnsoorten (draadslachtoffers). Dit komt doordat dit onderzoeksalternatief via het IJsselmeer Natura 2000-gebied Ketelmeer & Vossemeer schuin oversteekt in de richting van hoogspanningsstation Ens;
- tussen hoogspanningsstation Lelystad en hoogspanningsstation Ens doorkruist Noord-Paars-1 het UNESCO Werelderfgoed Schokland en omgeving; deeltracé PA13 loopt hier aan de zuidkant langs het eiland Schokland. Dit zorgt voor sterk negatieve effecten op de authenticiteit van de kernkwaliteiten van Schokland. Het vormt daarnaast een belemmering voor de beleving van het open polderlandschap rondom het voormalige eiland en vanaf het eiland naar de omgeving toe.

Onderzoeksalternatief Groen

- over vrijwel de volledige lengte van het tracé vormt de verbinding een nieuwe lijn in open (polder)landschap. Op diverse plekken doorsnijdt of raakt dit alternatief de kenmerkende laanstructuren van het poldercarré van de Flevopolders. Kap van deze laanstructuren leidt tot een verstoring van de onderlinge samenhang tussen de beplantingsstructuren. De oversteek van het Ketelmeer vormt tevens een doorsnijding van het open water en daarmee aantasting van de openheid. De nieuwe verbinding vormt daarnaast over relatief grote afstand een volledig nieuwe lijn op het open Gooimeer en langs de Gooimeerdijk, wat een sterke verslechtering is van de gebiedskarakteristiek;
- net als alternatief blauw en paars, loopt alternatief Noord-Groen-1 aan de zuidkant langs het voormalig eiland Schokland en omgeving. Dezelfde effecten zoals daar genoemd gelden ook voor Noord-Groen-1;

- zowel Noord-Groen-1 als Noord-Groen-2 hebben een sterk negatief effect op Natura 2000 vanwege fysieke doorsnijding en daardoor ook grote nadelige effecten op vogelrichtlijnsoorten (draadslachtoffers). De fysieke doorsnijding van Natura 2000-gebied Ketelmeer & Vossemeer is bij Noord-Groen-2 (samen met Noord-Paars-2) het grootst, namelijk 11,2 ha. Dit komt door de schuine oversteek van het Ketelmeer, via het IJsselooog.

Onderzoeksalternatief Geel

- zowel Noord-Geel-1 als Noord-Geel-2 vormen grotendeels een nieuwe lijn in het landschap. Deze nieuwe doorsnijdingen zorgen voor een aantasting van het open polderlandschap van de Oostelijke Flevopolders, aantasting van de openheid tussen de polderparkwegen en het Ketelmeer, en visueel complexe situaties vanwege de combinatie met bestaande windturbines. Dit is een grote verzwakking van het landschappelijk hoofdpatroon;
- vanwege bomenkap en toevoeging van hoogspanningsverbinding is er een aantasting van diverse wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN. Onder meer doorkruising van verbindingroutes voor dieren, waarmee een barrière kan ontstaan voor bos- en ruigte gebonden zoogdieren en voor vogels. Daarmee wordt het een minder geschikt leefgebied en als vliegroute;
- zowel Noord-Geel-1 als Noord-Geel-2 hebben een sterk negatief effect op Natura 2000 vanwege fysieke doorsnijding en daardoor ook grote nadelige effecten op vogelrichtlijnsoorten (draadslachtoffers). De fysieke doorsnijding van Natura 2000-gebied Ketelmeer & Vossemeer is bij Noord-Geel-1 (11,2 ha) groter dan bij Noord-Geel-2 (5,1 ha).

Onderzoeksalternatief Oranje

- zowel Noord-Oranje-1 als Noord-Oranje-2 hebben een sterk negatief effect op Natura 2000. Dit komt met name door effecten op habitatrictlijnsoorten en vogelrichtlijnsoorten (zowel draadslachtoffers, maar ook aantasting leefgebied). Bij Noord-Oranje-2 worden van alle onderzoeksalternatieven veruit de meeste draadslachtoffers verwacht bij het aantal soorten dat de 1 % norm overschrijdt;
- op diverse plekken doorsnijdt onderzoeksalternatief oranje NNN-gebieden in Noord-Holland, Flevoland en Overijssel en vindt hier naar verwachting aantasting van de wezenlijke kenmerken en waarden plaats. Onder meer door bomenkap en toevoeging van een hoogspanningsverbinding wordt op meerdere locaties een verbindingroute doorkruist. Dit kan een barrière zijn voor bos en ruigte gebonden soorten en voor vogels. Dat maakt het een minder geschikt leefgebied voor verschillende soorten;
- op diverse plekken zorgt het onderzoeksalternatief voor nieuwe doorsnijding van het open landschap, door onder andere het polderlandschap van de Oostelijke Flevopolders, het zeekeleigebied Kampereiland (Nationaal Landschap IJsseldelta) en laagveenontginningenlandschap in Overijssel. In totaliteit is dit een grote verzwakking van het landschappelijk hoofdpatroon en verslechtering van de gebiedskarakteristiek;
- er zijn 5 tot 6 woningen binnen de indicatieve magneetveldzone aanwezig.

Onderzoeksalternatief Grijs

- er worden bij beide varianten sterk negatieve effecten verwacht op beschermde soorten en bedreigde soorten. Rond de Kamperhoek komen hoge dichtheden aan trekvogels voor, en aan de randen van de randmeren hogere concentraties van broedvogels. Doordat er relatief grote doorsnijdingen van

- houtopstanden en bomenrijen plaatsvinden, worden ook effecten op jaarrond beschermde nesten, grondgebonden zoogdieren, vleermuizen en vlinders verwacht;
- alternatief Noord-Grijs-1 bundelt met de bestaande 380 kV-verbinding en de snelweg A6, en leidt op deze plekken tot een forsere lijn en infrastructurele bundel in het landschap. Na afsplitsing van de A6 vormt dit alternatief een nieuwe lijn in het landschap. Dit leidt voor beide varianten tot zeer negatieve effecten op de gebiedskarakteristiek. Ook zorgt deze bundeling voor veel knikken, dit heeft een sterk negatief effect op de kwaliteit van het tracé. Ten noordoosten van Schokland leidt dit alternatief voor beide varianten tot een forsere doorsnijding van het open polderlandschap. Hierdoor wordt het landschap, dat is aangemerkt als wederopbouwgebied van nationaal belang, verder geïndustrialiseerd en wordt het zicht op voormalig eiland Schokland verder belemmerd. Ook wordt de hoofdgroenstructuur van de Noordoostpolder meerdere keren doorsneden, waardoor deze minder herkenbaar wordt;
 - beide varianten van het alternatief doorsnijden flankerende laanbeplanting die is opgenomen op de cultuurhistorische waardenkaart. Voor een groot deel van het tracé lopen de varianten van het alternatief door gebied dat als aardkundig waardevol is aangemerkt. Ook raken de varianten twee archeologische monumententerreinen, en liggen er vermoedelijk scheepswrakken binnen korte afstand van het tracé;
 - er zijn 4 tot 12 woningen binnen de indicatieve magneetveldzone aanwezig. Voor de variant met twee mastenrijen is dit een sterk negatief effect, voor de variant met één mastenrij een negatief effect.

5.2.2 Effecten per thema

Hieronder zijn de effecten op de onderzoeksalternatieven in deelgebied noord samengevat voor alle thema's die in de deelrapporten van het plan-MER onderzocht zijn.

Bodem

De draagkracht van de bodem in deelgebied noord is in zijn geheel niet zo groot. Dit betekent dat de bodem uit zichzelf niet sterk genoeg is om zware constructies te dragen, en er risico's zijn op zettingen (het inklinken of verplaatsen van de bodem). Voor de onderzoeksalternatieven Noord-Paars-2, Noord-Geel-2, Noord-Oranje-1, Noord-Oranje-2 en beide varianten van Noord-Grijs-1 is sprake van een sterk negatief effect. Voor de overige onderzoeksalternatieven is sprake van een negatief effect. Met maatregelen kan de draagkracht van de bodem verbeterd worden.

Voor de meeste onderzoeksalternatieven geldt dat ze geen (water)bodemverontreiniging raken. Alleen bij de variant van alternatief Noord-Grijs-1 met een dubbele mastenrij wordt verontreiniging geraakt. Dit is bepaald op basis van beschikbare gegevens in het bodemloket.

Water

Op de criteria grondwaterkwantiteit, grondwaterkwaliteit en oppervlaktewater(kwaliteit) scoren alle onderzoeksalternatieven negatief. Er is daarin geen duidelijk onderscheid tussen de verschillende onderzoeksalternatieven. Dit betekent:

- voor grondwaterkwantiteit is er sprake van doorsnijding van slecht doorlatende lagen in een kwelgebied, herstel is deels mogelijk, beperkt risico op permanente verandering van zoute kwel. In de bouwfase kunnen hier maatregelen voor genomen worden;

- voor grondwaterkwaliteit is er sprake van doorsnijding van grondwaterbeschermingsgebieden (minder dan 20 kilometer) en/of er zijn risico's voor de grondwaterkwaliteit in het onderzoeksgebied;
- voor oppervlaktewater(kwaliteit) geldt dat er risico's zijn dat bij lozing op oppervlaktewater dit leidt tot een kwaliteitsverandering en beperking van functie.

Voor oppervlaktewaterkwantiteit scoort Noord-Blauw-1 sterk negatief omdat het traject over water aangelegd wordt en hiervoor meerdere eilanden gerealiseerd moeten worden. Op basis van de gehanteerde uitgangspunten betekent dit een demping van circa 72 ha. Bij de andere alternatieven is dit niet aan de orde, deze hebben een neutraal effect op oppervlaktewaterkwantiteit.

Aandachtspunt is dat er voor het IJsselmeergebied een verbod op landaanwinning geldt, vanwege de aantasting van waterberging en de zoetwaterbuffer. Dit is vastgelegd in de Bkl (artikel 5.49). Op basis hiervan is het onwaarschijnlijk dat er toestemming wordt verleend en dat er afgeweken mag worden van dit verbod als er andere realistische alternatieven beschikbaar zijn die géén landaanwinning in het IJsselmeer vereisen. Dit geldt voor het onderzoeksalternatief Noord-Blauw-1.

Natuur

Om de effecten op Natura 2000-gebieden te bepalen, is gekeken naar oppervlakteverlies, effecten op habitattypen, Habitatrichtlijnsoorten en Vogelrichtlijnsoorten (zowel draadslachtoffers als aantasting leefgebied). Dit tezamen bepaalt de totaalbeoordeling van de alternatieven op het criterium Natura 2000-gebied. Hieruit volgt dat alleen Noord-Paars-1 en beide varianten van Noord-Grijs-1 een negatief effect (-) hebben op Natura 2000-gebieden, de andere onderzoeksalternatieven hebben een sterk negatief effect (- -). Er is daarin wel enig onderscheid aan te geven. De fysieke doorsnijding (ruimtebeslag) van Natura 2000-gebieden is het grootst bij Noord-Blauw-1 (22,9 ha), met name door de doorsnijding van Natura 2000-gebied IJsselmeer. De minste doorsnijding is bij Noord-Oranje-1 (3,6 ha) en Noord-Paars-1 (4,0 ha). Een sterk negatief effect op habitatrichtlijnsoorten treedt op bij de oranje alternatieven. Het effect op draadslachtoffers (Vogelrichtlijnsoorten) is voor Noord-Blauw-1 en Noord-Paars-1 negatief (-), de andere onderzoeksalternatieven scoren hierop sterk negatief (- -). Veruit het grootste aantal draadslachtoffers per jaar (indicatief berekend, zie hiervoor het deelrapport natuur), is er bij Noord-Oranje-2. Hier is ook het aantal soorten met overschrijding van de 1 % norm het hoogst. Noord-Geel-2 is daarna het alternatief met het hoogste aantal indicatief berekende draadslachtoffers per jaar, maar Noord-Geel-1 heeft een hoger aantal soorten met overschrijding van de 1 % norm. Aantasting leefgebied van Vogelrichtlijnsoorten treedt het meest op (sterk negatief effect) bij Noord-Geel-1, Noord-Oranje-1 en Noord-Oranje-2. In mindere mate (negatief effect) bij de andere onderzoeksalternatieven.

Voor het effect op Natuurnetwerk Nederland (NNN) is bepaald in welke mate er areaalverlies, versnippering en verstoring kan optreden en in hoeverre er sprake is van andere gevolgen voor de (door de provincies vastgelegde) 'wezenlijke kenmerken en waarden' van het NNN. De doorsnijding van NNN is in Noord-Geel-1 het grootst (9,8 ha) en daarna in Noord-Oranje-1 (7,6 ha). In Noord-Groen-1 is geen doorsnijding van NNN en in Noord-Geel-2 gaat het om 0,5 ha. De andere onderzoeksalternatieven zitten qua hoeveelheid tussen de 2 en 7 ha. De mate waarin er aantasting plaatsvindt van de wezenlijke kenmerken en waarden verschilt

voor de onderzoeksalternatieven. Wel gaat het in de meeste gevallen om natuur- en landschapswaarden die relatief goed vervangbaar zijn. Bij Noord-Geel-1, Noord-Geel-2, Noord-Oranje-1 en Noord-Oranje-2 wordt de verbinding tussen drie verschillende Natura 2000-gebieden Ketelmeer, Markermeer en Eemmeer & Gooimeer (dit is aangemerkt als wezenlijk kenmerk/waarde) significant beïnvloed en dit is moeilijk vervangbaar.

Naast weide- en akkervogels die binnen het NNN zijn beschermd, zijn er ook weide- en akkervogelgebieden en ganzenfoerageergebieden buiten het NNN. In Noord-Paars-2 en Noord-Groen-2 is een negatief effect (-) vanwege de doorsnijding van weide- en akkervogelgebieden. Het gaat hier om de deeltracés PA11a en GR11a/GR11b. Noord-Oranje-1 en Noord-Oranje-2 hebben een sterk negatief effect (-) op dit criterium, omdat er in OR17 en OR10/OR11 weide- en akkervogelgebieden doorsneden worden. Bij Noord-Oranje-2 is aanvullend ook sprake van een doorsnijding van ganzenfoerageergebied. Dit treedt op in deeltracé OR10, die een rustgebied voor winterganzen doorkruist. De andere onderzoeksalternatieven hebben geen effect op ganzen-, weide- of akkervogelgebieden.

Voor het effect op houtopstanden is indicatief berekend wat de doorsnijding is van de nieuwe hoogspanningsverbinding met bospercelen en met bomenrijen. Noord-Oranje-1 doorsnijdt met 16,3 ha de meeste bospercelen. Het grootste deel hiervan komt door deeltracé OR17A (10,8 ha), waar de verbinding over een grote strook met bossen doorsnijdt aan de oostrand van Flevoland. De andere onderzoeksalternatieven hebben doorsnijdingen variërend van 0,3 tot 9,5 ha. Noord-Paars-2 doorsnijdt met 950 meter de meeste bomenrijen. Het grootste aandeel hierin heeft deeltracé PA7 (2782 meter doorsnijding bomenrijen). Voor de andere onderzoeksalternatieven varieert de hoeveelheid doorsnijding van bomenrijen tussen 279 en 520 meter doorsnijding.

Voor beschermde soorten is met name gekeken naar effecten door verlies aan ruimtebeslag habitat en mechanische effecten (draadslachtoffers). In de totaalbeoordeling blijkt dat dit voor Noord-Blauw-1, Noord-Paars-1 en Noord-Grijs-1 (beide varianten) tot een sterk negatief effect leidt (-). Dit komt met name door de verwachte effecten op grondgebonden zoogdieren, vleermuizen, vogels en vlinders. De andere onderzoeksalternatieven scoren een negatief effect (-) op beschermde soorten. Als in de planuitwerkingsfase de mastposities bepaald worden, zijn de effecten verder te duiden om vervolgens ook mogelijkheden voor mitigatie en eventueel compensatie te onderzoeken.

Op bedreigde soorten zijn het de onderzoeksalternatieven Noord-Blauw-1, Noord-Paars-1, Noord-Oranje-1 en Noord-Oranje-2 die een sterk negatief effect hebben (-). Bij Noord-Blauw-1, Noord-Paars-1 en Noord-Grijs-1 (beide varianten) komt dit met name door de verwachte effecten op vleermuizen. Bij Noord-Oranje-1 en Noord-Oranje-2 gaat het met name om de verwachte effecten op vogels (bepaald op basis van het aantal bedreigde soorten dat bij een onderzoeksalternatief is waargenomen).

Landschap

Bij het criterium beïnvloeding landschappelijk hoofdpatroon op tracéniveau volgt uit de effectbeoordeling dat Noord-Blauw-1 en Noord-Paars-1 de grens volgen tussen land en water of infrastructuur van bovenregionaal niveau, waarmee ze aansluiten op het landschappelijk hoofdpatroon. Dit is een neutraal effect.

Bij Noord-Paars-2 is het met name de oversteek van het ketelmeer (GR13, GR14a) als nieuwe lijn over open water die voor een negatief effect leidt. Beide varianten van alternatief Noord-Grijs-1 vormen deels een nieuwe lijn in het open polderlandschap ten noordoosten van Schokland, aangemerkt als wederopbouwgebied van nationaal belang, die niet aansluit op het landschappelijk hoofdpatroon. Alle andere alternatieven vormen over relatief grote afstand een nieuwe doorsnijding van het open landschap, door onder andere het polderlandschap van de Oostelijke Flevopolders, het open water op het Ketelmeer, het zeekele gebied Kampereiland en laagveenontginningenlandschap in Overijssel. Dit is voor deze alternatieven een sterk negatief effect door de grote verzwakking van het landschappelijk hoofdpatroon.

Alle onderzoeksalternatieven scoren negatief of sterk negatief op criterium kwaliteit tracé. Alle alternatieven bevatten in meer of mindere mate knikken en richtingsveranderingen die het gevolg zijn van verschillende traceringsprincipes of lokale verschijnselen in het landschap. Noord-Paars-1 en Noord-Paars-2 hebben hierdoor een negatief effect op de kwaliteit van het tracé. Bij Noord-Blauw-1 speelt aanvullend de overgang van water naar land, wat voor een verminderde leesbaarheid van de hoogspanningsverbinding als eenheid zorgt en het alternatief ook negatief scoort. De andere onderzoeksalternatieven scoren sterk negatief, omdat ze niet of nauwelijks bundelen met bestaande infrastructuur en/of er relatief veel achtereenvolgende en scherpe knikken en richtingsveranderingen zijn.

Noord-Paars-1 bundelt met de bestaande 380 kV-verbinding en de snelweg A6 en leidt hier tot een forsere lijn en infrastructurele bundel in het landschap. Dit leidt tot een negatief effect op het criterium beïnvloeding gebiedskarakteristiek. Alle andere alternatieven scoren sterk negatief. Bij Noord-Blauw-1 is het effect op land gelijk aan Noord-Paars-1, maar het gedeelte over water vormt door de bundeling met twee nieuwe rijen windturbines voor een visueel complexe situatie die ten koste gaat van de openheid op het IJsselmeer. Ook is vanwege de knik een eiland nodig waar de hoekmast op komt te staan, dit versterkt het al sterk negatieve effect op de gebiedskarakteristiek. Bij Noord-Paars-2 bundelt de lijn met de bestaande hoogspanningsverbinding, maar is er met name op en langs het Ketelmeer sprake van grote aantasting van de openheid van het landschap. Noord-Groen-1 en Noord-Geel-2 vormen grotendeels een nieuwe lijn in open landschap en bundelen voor een klein deel met de bestaande 380 kV-verbinding. Noord-Groen-2 en Noord-Geel-1 zijn volledig nieuwe lijnen in het landschap. Dit zorgt voor alle groen en gele alternatieven voor een aantasting van het open polderlandschap van de Oostelijke Flevopolders, aantasting van de openheid tussen de polderparkwegen en het Ketelmeer, en visueel complexe situaties vanwege de combinatie met bestaande windturbines. Dit geldt ook voor de oranje alternatieven. Aanvullend speelt bij Noord-Oranje-1 de aantasting van het zeekele landschap rondom polder de Melm en bij Noord-Oranje-2 aantasting van het laagveenontginningenlandschap ten zuidwesten van Kampen. Bij Noord-Grijs-1 (beide varianten) wordt, meer dan bij Noord-Paars-1, op diverse delen over relatief grote afstand gebundeld met bestaande infrastructuur (380 kV-verbinding en snelweg A6). Dit leidt tot een forsere infrastructurele bundel in het landschap. Ook vormt het alternatief ten noordoosten van Schokland een nieuwe lijn in het open

polderlandschap. De Noordoostpolder met haar kenmerkende structuur en open landschap is in z'n geheel aangemerkt als wederopbouwgebied van nationaal belang.

Op beïnvloeding van specifieke elementen en hun samenhang leiden Noord-Paars-2, Noord-Groen-2 en Noord-Oranje-2 tot een negatief effect doordat er op diverse locaties sprake is van aantasting. Noord-Geel-1 leidt niet tot effecten op specifieke elementen en hun samenhang en scoort neutraal.

De overige alternatieven scoren sterk negatief. In Noord-Blauw-1, Noord-Paars-1, Noord-Groen-1 en Noord-Geel-2 zorgt met name deeltracé PA13 voor een forse doorsnijding van het open polderlandschap rondom Schokland. Er is geen fysieke aantasting van landschappelijke elementen, maar wel verindustrialisering. De hoeveelheid elementen (van hoogspanningsverbindingen) verdubbelt, wat het zicht op voormalig eiland Schokland verder belemmert en wat de visuele en historische samenhang tussen de polder en het voormalig eiland verstoort. Schokland is UNESCO werelderfgoed en daarnaast ook rijksbeschermd dorpsgezicht. In Noord-Oranje-1 volgt deeltracé OR17 over grote afstand binnendijks het tracé van de dijk aan het Vossemeer en Ketelmeer, door de polder de Melm en Kampereiland (Nationaal Landschap). Dit is een verstoring van de samenhang tussen de dijk en het open, achtergelegen zeekleilandschap. Ook bij Noord-Grijs-1 is sprake van verindustrialisering door de forsere doorsnijding van het open landschap, voornamelijk bij de variant met 2 mastenrijen. Daarnaast wordt de hoofdgroenstructuur van de Noordoostpolder meerdere keren doorsneden. Dit kan leiden tot grote gaten in de hoofdgroenstructuur, onderdeel van het wederopbouwgebied, waardoor deze minder herkenbaar wordt.

Cultuurhistorie en archeologie

Op historische (steden)bouw worden alleen effecten verwacht op Noord-Oranje-2. Dit alternatief passeert de bebouwde kern van Kampen. Nabij deeltracé OR10 bevinden zich enkele rijksmonumenten en gemeentelijke monumenten, waarbij de nieuwe hoogspanningsverbinding tot visuele verstoring leidt. Dit is een negatief effect. De andere onderzoeksalternatieven scoren hierop neutraal.

Onderzoeksalternatieven Noord-Blauw-1 en Noord-Paars-1 volgen dijkstructuren en wegen, en kruisen geen oude dijkstructuren en ontginningsassen. Daardoor zijn er geen effecten op historische geografie. Alle andere onderzoeksalternatieven scoren hierop een negatief effect, met name omdat er op diverse locaties bomenrijen doorkruist worden die cultuurhistorische als waardevol zijn aangeduid als flankerende laanbeplanting. Alleen variant 2 (dubbele mastenrij) van alternatief Noord-Grijs-1 scoort zeer negatief (--). De dubbele mastenrij leidt tot een forse onderbreking van de cultuurhistorische laanbeplanting, een onderdeel van de kenmerken van de wederopbouw.

Voor het criterium UNESCO-werelderfgoed is onderscheid te zien in de beoordeling van de onderzoeksalternatieven. Noord-Oranje-1 en Noord-Oranje-2 scoren neutraal, omdat deze alternatieven op afstand blijven van UNESCO Werelderfgoed Schokland en omgeving. Bij onderzoeksalternatieven Noord-Paars-2, Noord-Groen-2, Noord-Geel-1 en Noord-Grijs-1 (beide varianten) is het effect negatief. Deze onderzoeksalternatieven doorsnijden niet fysiek de contouren van het werelderfgoed, maar zorgen wel voor visuele verstoring en effecten op de samenhang in het landschap van het werelderfgoed. De andere

alternatieven hebben een sterk negatief effect, vanwege deeltracé PA13. Dit deeltracé ligt binnen de contour van Schokland en omgeving. Het eiland zelf wordt niet gekruist, maar wel het open landschap en de akkers er direct omheen, die ook onderdeel uitmaken van de beschermde status. Dit zorgt voor een verminderde relatie tussen het hoge eiland en het laaggelegen zee/polder landschap. Vanaf het eiland naar de omgeving toe vermindert ook de beleving hiervan, wat een sterk negatief effect is op de authenticiteit van Schokland en omgeving. Onderdeel van de beschermde status zijn tevens de aanwezige archeologische resten. Met het plaatsen van masten kunnen deze resten ook verstoord worden. Voor de variant van Noord-Grijs-1 met een dubbele verbinding wordt ook een positief effect op het werelderfgoed verwacht, door verwijdering van de huidige verbinding, en bijkomend herstel van het landschap binnen de property.

Alle onderzoeksalternatieven hebben een negatief of sterk negatief effect op aardkundige waarden. Bij Noord-Groen-2, Noord-Geel-2 en Noord-Oranje-2 zijn er relatief beperkte doorsnijdingen van gebieden die als aardkundige waardevol zijn aangewezen. Alle andere alternatieven hebben een sterk negatief effect op aardkundige waarden. Dit komt door verschillende doorsnijdingen van met name rivierduinen (Flevoland), maar ook kwelderwallen en vlakten van getijafzettingen (Overijssel).

Er is veel onderscheid tussen de onderzoeksalternatieven in het effect op archeologische (verwachtings)waarde. Daarmee varieert de effectbeoordeling van neutraal tot sterk negatief. In Noord-Groen-2 en Noord-Oranje-2 worden geen effecten verwacht. In Noord-Blauw-1, Noord-Paars-1 en Noord-Geel-2 is er een sterk negatief effect, voornamelijk door deeltracé PA13 die de begrenzing van UNESCO-Werelderfgoed Schokland en omgeving doorkruist. De zuidkant van het voormalige eiland Schokland is een gebied met hoge archeologische verwachtingswaarden. Hier kunnen zich resten van prehistorische bewoning (op een diepte van ongeveer 3,5 meter -mv) en resten van vroeghistorische bewoning (in de veenlaag, vanaf 30 centimeter -mv en dieper) bevinden. Het plaatsen van masten en uitvoeren van werkzaamheden kunnen deze resten mogelijk aantasten. In Noord-Paars-2 komt het sterk negatieve effect door het doorsnijden / passeren van archeologische rijksmonumenten in PA11a en PA12. In Noord-Grijs-1 (beide varianten) is er een sterk negatief effect (--), vanwege de doorkruising van twee AMK terreinen en grote gebieden met hoge verwachtingswaarden. De andere alternatieven hebben een negatief effect op archeologische waarden. Het gaat daar onder andere om doorsnijdingen van terreinen van hoge of middelhoge verwachtingswaarden of archeologische waardevolle kerngebieden. In veel gevallen kan door een beperkte verschuiving van de referentielijn binnen de corridor een overlap met de archeologische monumenten/verwachtingswaarden vermeden worden. Voor deeltracé PA13 is dit echter niet mogelijk.

Veiligheid

Bij het thema veiligheid is gekeken naar drie aspecten: externe veiligheid, nautische veiligheid en waterveiligheid. Bij effecten op externe veiligheid is in deze verkenningsfase enkel gekeken naar het risico op schade of letsel door een ongeval met een bovengrondse verbinding, door in beeld te brengen of de hoogspanningsverbinding raakt aan risicobronnen of risicovolle transportroutes. Bij nautische veiligheid gaat het in dit plan-MER om veiligheid ten aanzien van hoofdvaarroutes, bijvoorbeeld als gevolg van het plaatsen van masten in het water. Bij waterveiligheid zijn de effecten van een nieuwe hoogspanningsverbinding op primaire waterkeringen bepaald.

Alleen Noord-Oranje-2 scoort een negatief effect (-) op externe veiligheid. Dit komt met name doordat de referentielijn hier voor circa 6 kilometer parallel loopt met een transportroute gevaarlijke stoffen (N50). Dit is bij deeltracés OR10 en OR11. De andere onderzoeksalternatieven scoren een neutraal effect (0). Er zijn wel kruisingen met transportroutes gevaarlijke stoffen, maar geen parallelloop en er worden geen risicobronnen van SEVESO-inrichtingen geraakt.

Van de onderzoeksalternatieven in deelgebied noord heeft Noord-Blauw-1 de meeste masten in het water en het loopt ook het langst door vaarwater. Bij Noord-Paars-2 en Noord-Groen-2 is dit ongeveer de helft minder, maar vanwege het aantal masten in vaarwater tevens zeer negatief beoordeeld (-). De andere onderzoeksalternatieven hebben allen tussen de 2 en 10 masten in vaarwegen en lopen minder dan 5 kilometer door de vaarwegen, wat als negatief effect is beoordeeld (-).

Elk alternatief kruist een of meerdere keren een primaire waterkering. Een kruising hoeft (afhankelijk van de afstand tot de primaire waterkering) niet tot nadelige effecten op de primaire waterkering te leiden. Omdat de mastlocaties in deze verkenningsfase nog niet bepaald zijn, is hier nog niets over te zeggen. Daarom is aanvullend bekeken of de referentielijnen ook over langere stukken parallel lopen aan een primaire waterkering en of deze door de kernzone of beschermingszone van de primaire waterkering lopen. Bij vijf onderzoeksalternatieven is er sprake van parallelloop met de primaire waterkering binnen de beschermingszone. Dit is het geval bij Noord-Blauw-1, Noord-Paars-1, Noord-Paars-2, Noord-Oranje-1 en Noord-Grijs-1 (beide varianten). Het gaat hier om de deeltracés BL6 (1,3 kilometer), PA11 (2,3 km), PA14 (4,7 kilometer) en een klein stuk bij OR17 (200 m). Dit is voor deze onderzoeksalternatieven als negatief effect beoordeeld (-). De overige onderzoeksalternatieven scoren een neutraal effect (0) omdat hier enkel sprake is van kruisingen met de primaire kering maar geen parallelloop met de kernzone of beschermingszone.

Een aandachtspunt bij OR17 van Noord-Oranje-1 en OR11 van Noord-Oranje-2 is dat deze deeltracés door het overstromingsrisicogebied Kampereiland (vastgelegd in de Omgevingsverordening van provincie Overijssel) lopen. Het realiseren van een hoogspanningsverbinding door dit gebied is enkel toegestaan als het geen belemmering oplevert voor de wateropvang van het gebied en als eventueel verlies aan waterbergend vermogen gecompenseerd wordt.

Leefomgeving en gezondheid

Voor dit thema zijn effecten beoordeeld voor de aspecten geluid, luchtkwaliteit en indicatieve magneetveldzone. Bij de effecten op luchtkwaliteit en effecten op geluidgevoelige bestemmingen gaat het om tijdelijke effecten die alleen in de aanlegfase plaatsvinden.

Alle alternatieven scoren negatief (-) op de effecten op geluidgevoelige bestemmingen. Hier is beperkt onderscheid tussen de alternatieven. Noord-Oranje-1, Noord-Oranje-2 en Noord-Grijs-1 (variant met 2 mastenrijen) hebben met 34, 36 en 35 geluidgevoelige bestemmingen de hoogste aantallen woningen die in de realisatiefase geluidhinder kunnen ondervinden van de aanleg van de nieuwe verbinding. De overlap met geluidgevoelige bestemmingen is verspreid over meerdere deeltracés. Bij alternatieven Noord-Blauw-1 en Noord-Paars-1 is de overlap van 21 geluidgevoelige bestemmingen volledig in deeltracé PA12. Daar

loopt het tracé langs een aantal vrijstaande woningen en boerderijen in het zuiden van de Noordoostpolder. Bij alternatief Noord-Grijs-1 is dit het geval bij deeltracé GS2.

Voor luchtkwaliteit hebben de alternatieven tussen de 1 en 21 gevoelige bestemmingen binnen de hinderafstand voor luchtkwaliteit in de aanlegfase. De minste aantallen zijn bij Noord-Groen-1 (4 woningen) en Noord-Groen-2 (1 woning), de meeste bij Noord-Oranje-1 (19 woningen) en Noord-Oranje-2 (21 woningen).

In deelgebied noord zijn er drie onderzoeksalternatieven zonder gevoelige bestemmingen in de indicatieve magneetveldzone, namelijk Noord-Blauw-1, Noord-Paars-1 en Noord-Groen-2. De meeste gevoelige bestemmingen in de indicatieve magneetveldzone zijn er bij Noord-Grijs-1 (variant met 2 mastenrijen), Noord-Oranje-1, en Noord-Oranje-2. Het gaat hier om 12, 5 en 6 woningen, waardoor deze varianten als sterk negatief (- -) zijn beoordeeld.

Bij de milieugezondheidskwaliteit gaat het om een mogelijke samenhang van effecten op luchtkwaliteit, geluid en EM-velden en de gevolgen daarvan voor de gezondheid van mensen. Hiervoor is geen score toegekend aan de alternatieven omdat dan sprake is van dubbeltelling van de effecten. In algemene zin geldt hiervoor dat de luchtkwaliteit en geluidseffecten alleen optreden in de uitvoeringsfase. Deze zijn tijdelijk van aard en zorgen daarmee niet voor een verslechtering van de milieugezondheidskwaliteit. Alternatieven die negatief of zeer negatief scoren op het aspect magneetvelden, zorgen wel voor een nadelig effect op de milieugezondheidskwaliteit van mensen.

Gebruiksfuncties

Voor gebruiksfuncties is beoordeeld in welke mate de alternatieven overlappen met recreatieve functies, werkfuncties, landbouw, windturbines en zonneparken. Dit is indicatief bepaald en voor alle criteria in ha in beeld gebracht (met uitzondering van windturbines, daar gaat het over aantallen).

Geen van de alternatieven in deelgebied Noord zorgt voor een verlies aan- of beperking van werkfuncties. Op recreatiefuncties zijn er met name effecten van onderzoeksalternatief Noord-Oranje-2, waar de belemmeringszone van deeltracé OR10 voor circa 0,011 ha overlapt met een gebied waar meerdere verenigingen zitten (schietsportvereniging, verdedigingshonden vereniging, kamperwielerclub en modelvliegclub). De referentielijn zelf loopt niet over de functies heen, alleen de belemmeringszone raakt aan de rand van het gebied. Naar verwachting zorgt de overlap op deze locatie niet voor een beperking voor het kunnen uitoefenen van de sporten/activiteiten.

De meeste overlap met andere gebruiksfuncties is te zien bij alternatieven Noord-Oranje-2, Noord-Oranje-1, Noord-Geel-2 en Noord-Grijs-1 (beide varianten). Met name het oppervlakteverlies van landbouwareaal is hier groter dan bij de andere alternatieven. Het oppervlakteverlies landbouwareaal is het gevolg van de mastvoeten op landbouwgronden. Omdat de precieze mastlocaties in deze verkenningsfase niet bepaald zijn, zijn hier aannames voor gedaan. De doorsnijding van landbouwgronden is het grootst bij Noord-Grijs-1 met een dubbele lijn. Dit betekent niet dat deze landbouwgronden onbruikbaar worden, maar het kan op de

betreffende locaties een hoogtebeperking of beperking in gebruik van bepaald materieel tot gevolg hebben.

Bij Noord-Paars-1, Noord-Geel-2 en Noord-Grijs-1 (beide varianten) zijn er geen windturbines waarvan de risicocontour overlapt met de referentielijnen. Bij de andere alternatieven varieert het aantal windturbines waarvan de risicocontour overlapt met de referentielijn tussen 1 en 8 windturbines. De grootste aantallen zijn bij Noord-Oranje-1 (8 windturbines), Noord-Paars-2 en Noord-Geel-1 (beide 7 windturbines).

Geen van de alternatieven in deelgebied noord raakt of overlapt met zonneparken.

Duurzaamheid

De effectbepaling van het thema duurzaamheid richt zich op materiaalgebruik en uitstoot broeikasgassen. Omdat er geen referentiesituatie is, zoals wel het geval is bij andere thema's in dit plan-MER, zijn de onderzoeksalternatieven ten opzichte van elkaar beschouwd. Om die reden worden de resultaten ook niet in de overzichtstabel (paragraaf 6.1.4) getoond, omdat er geen plussen / minnen toegekend worden. Het tracé met de minste materiaalgebruik en broeikasgasuitstoot is als referentie-alternatief gehanteerd, in deelgebied Noord is dat Noord-Paars-1 omdat dit het kortste tracé is.

Daarna heeft Noord-Groen-1 het minste materiaalgebruik. Noord-Grijs-1, Noord-Blauw-1 en Noord-Oranje-2 hebben het grootste materiaalgebruik. Bij Noord-Blauw-1 is dit vooral te verklaren door het gedeelte van het tracé over water. Dan zijn er relatief hogere en zwaardere masten nodig, wat zwaar doorwerkt in de score van materiaalgebruik. Voor Noord-Grijs-1 is een variant met een dubbele verbinding beschouwd. Hiervoor is meer materiaal nodig. Voor Noord-Oranje-2 is het te verklaren doordat dit in afstand het langste onderzoeksalternatief is van deelgebied noord. Dit zorgt ook voor een toename van materiaalgebruik ten opzichte van het referentietracé door de grote hoeveelheid masten. Daarnaast loopt Noord-Oranje-2 deels ondergronds (deeltracé OR12) waardoor koper wordt ingezet als geleider. Voor broeikasgasuitstoot is er een vergelijkbare uitkomst; Noord-paars-1 heeft de minste uitstoot en Noord-Blauw-1 de meeste. Vooral realisatie op water zorgt voor een complexere realisatie met ander type materieel dan realisatie op land.

5.2.3 Overige deeltracés in deelgebied noord

Hier wordt ingegaan op de grote of onderscheidende effecten van de overige deeltracés,

Daarbij geldt dat de deeltracés niet gescoord zijn met plussen en minnen, omdat de effectbepaling van één deeltracé (wat hier het geval is) niet te vergelijken is met de score van een referentielijn die uit meerdere deeltracés bestaat.

Niet alle effecten zijn hieronder overgenomen. Voor vrijwel alle deeltracés geldt namelijk dat er beperkte tot negatieve effecten zijn te verwachten op bijvoorbeeld grondwaterkwantiteit en zetting. Deze zijn voor de keuze van een voorkeursalternatief niet onderscheidend. Deze effecten zijn wel terug te vinden in de diverse deelrapporten bij het plan-MER.

Deeltracé	Effecten op criterium
PA12a	<ul style="list-style-type: none"> - doorsnijdt een NNN gebied (ca. 2,7 ha). De natuur- en landschapswaarden zijn deels relatief goed vervangbaar (landschapstypen bos, plassen, moeras, ruigte en weide) en deels moeilijk vervangbaar (verbinding voor vogels uit het IJsselmeer); - doorsnijdt 7 ha bospercelen; - doorsnijdt 4,7 ha Natura 2000-gebied Ketelmeer & Vossemeer; - overlapt 9,3 kilometer met aardkundig waardevol gebied; - doorsnijdt archeologische monumenten
PA14a	<ul style="list-style-type: none"> - overlapt 1,4 kilometer met aardkundig waardevol gebied; - doorsnijdt een archeologisch monument.
GR10b	<ul style="list-style-type: none"> - geen bijzonderheden.
GR10c	<ul style="list-style-type: none"> - doorsnijdt een NNN gebied (ca. 0,3 ha). De natuur- en landschapswaarden zijn relatief goed vervangbaar; - doorsnijdt 1,2 ha bospercelen.
GR15a	<ul style="list-style-type: none"> - overlapt 3 kilometer met aardkundig waardevol gebied.
GE7b	<ul style="list-style-type: none"> - doorsnijdt een NNN gebied (ca. 1 ha). De natuur- en landschapswaarden zijn relatief goed vervangbaar; - doorsnijdt 0,9 ha bospercelen; - overlapt 0,4 kilometer met aardkundig waardevol gebied.
GE10	<ul style="list-style-type: none"> - doorsnijdt een NNN gebied (ca. 0,3 ha). De natuur- en landschapswaarden zijn relatief goed vervangbaar; - doorsnijdt 0,7 ha bospercelen.
GE11b	<ul style="list-style-type: none"> - doorsnijdt 1,6 ha bospercelen; - doorsnijdt 1,6 ha Natura 2000-gebied Ketelmeer & Vossemeer; - overlapt 0,2 kilometer met aardkundig waardevol gebied.
GE12	<ul style="list-style-type: none"> - indicatieve magneetvelden: 1 woning binnen de indicatieve magneetveldzone; - geluid: effect op 94 geluidgevoelige bestemmingen in de realisatiefase; - luchtkwaliteit: effect op 26 gevoelige bestemmingen in de realisatiefase; - recreatiefunctie: overlapt met 6,12 ha met het golfterrein van Golfresidentie Dronten; - doorsnijdt een archeologisch monument.
GE12a	<ul style="list-style-type: none"> - dit deeltracé raakt voor circa 80 meter een locatie voor (potentiële) verontreinigingen; - doorsnijdt een NNN gebied (ca. 2,4 ha). De natuur- en landschapswaarden zijn relatief goed vervangbaar; - doorsnijdt 5,2 ha bospercelen.
GE12b	<ul style="list-style-type: none"> - geen bijzonderheden.
OR7b	<ul style="list-style-type: none"> - geen bijzonderheden.
OR13	<ul style="list-style-type: none"> - doorsnijdt een NNN gebied (ca. 0,9 ha). De natuur- en landschapswaarden zijn

	<p>relatief goed vervangbaar;</p> <ul style="list-style-type: none"> - doorsnijdt 2,0 ha bospercelen; - overlapt 0,2 kilometer met aardkundig waardevol gebied.
OR15	<ul style="list-style-type: none"> - recreatiefunctie: overlapt met 0,75 ha met recreatiebestemming EuroParcs De IJssel Eilanden; - doorsnijdt een NNN gebied (ca. 4,4 ha). De natuur- en landschapswaarden zijn relatief goed vervangbaar; - doorsnijdt 6,5 ha bospercelen; - overlapt 1,9 kilometer met aardkundig waardevol gebied.
OR16	<ul style="list-style-type: none"> - overlap met zoekgebied wind in RES West-Overijssel (geen aantal want nog niet uitgewerkt).
OR17b	<ul style="list-style-type: none"> - indicatieve magneetvelden: 1 woning binnen de indicatieve magneetveldzone; - overlap met zoekgebied wind in RES West-Overijssel (geen aantal want nog niet uitgewerkt).

5.2.4 Cumulatie met Vierverlaten-Ens

Voor onderzoeksalternatief Noord-Grijs-1 is onderzocht welke effecten optreden in samenloop met het tracéalternatief Paars van de nieuwe 380 kV-verbinding tussen Vierverlaten en Ens. Uit de deelonderzoeken is gebleken dat effecten van beide projecten samen in dit gebied toenemen, maar vaak niet leiden tot een andere beoordeling.

Voor een aantal criteria verandert de beoordeling voor variant Noord-Grijs-1 met één mastenrij:

- effecten op landschap (specifieke lijnen en hun elementen) en cultuurhistorie (historische geografie) wijzigen van negatief in sterk negatief (- -), doordat de doorsnijding van belangrijke landschappelijke en cultuurhistorische structuren als de hoofdgroenstructuur met flankerende laanbeplanting over grotere afstand plaatsvindt;
- ook effecten van magneetvelden nemen toe van een negatieve beoordeling tot een sterk negatieve (- -) beoordeling, doordat er in cumulatie 5 gevoelige objecten binnen de belemmeringzone liggen, dit is er één meer dan zonder cumulatie;
- effecten op de (water)bodemkwaliteit zijn positief (+) in cumulatie. De doorsnijding van verontreinigd gebied neemt toe, waardoor er sprake zal zijn van verbetering van de bodemkwaliteit door sanering;
- effecten op historische stedenbouw nemen toe van neutraal naar negatief (-). Er is een risico op negatieve visuele effecten op rijksmonumenten vanwege de afstand tot deze rijksmonumenten en de grotere effectenzone door de visueel opvallende massa van de bundelende verbindingen.

Voor variant Noord-Grijs-1 met twee mastenrijen leidt cumulatie alleen voor historische stedenbouw tot een verandering in de effectbeoordeling:

- effecten op historische stedenbouw nemen toe van neutraal naar negatief (-). Er is een risico op negatieve visuele effecten op rijksmonumenten vanwege de afstand tot deze rijksmonumenten en de grote effectenzone door de visueel opvallende massa van de bundelende verbindingen.

	N-Grijs-1	N-Grijs-1 in cumulatie
Bodem		
(water)bodemkwaliteit	0/+	+/+
Landschap		
specifieke elementen en hun samenhang (lijnniveau)	- / - -	- - / - -
Cultuurhistorie en archeologie		
historische (steden)bouw	0 / 0	- / -
historische geografie	- / - -	- - / - -
Leefomgeving en gezondheid		
gevoelige objecten in magneetveldzone (gebruiksfase)	- / - -	- - / - -

Tabel 5.2 Totaaloverzicht van alle milieueffecten voor de onderzoeksalternatieven in deelgebied noord

5.2.5 Overzichtstabel deelgebied noord

Onderstaande tabel geeft alle scores van de effectbeoordeling weer voor deelgebied noord. Door op de naam van het alternatief te klikken in de tabel, wordt een kaartbeeld getoond van dat betreffende alternatief. Deze zijn opgenomen in bijlage 5.

Voor de meeste effecten zijn de scores conform vijfpuntsschaal gegeven. Een uitzondering hierop zijn de criteria van het thema gebruiksfuncties, waarbij enkel de absolute uitkomsten uit de effectstudies zijn opgenomen in de tabel. Veelal gaat het hier om aantallen, hectares of km². Bij het criteria behorende bij het thema leefomgeving en gezondheid is achter de score tussen haakjes het aantal gevoelige objecten weergegeven. Het thema duurzaamheid is niet opgenomen in de tabel, omdat voor dat thema geen plussen / minnen toegekend zijn. Voor de criteria materiaalgebruik en uitstoot broeikasgassen is namelijk juist het onderlinge verschil tussen de onderzoeksalternatieven relevant. Dit is daarom alleen tekstueel beschreven in paragrafen 5.1.2, 5.2.2 en 5.4.

Hieronder worden de belangrijkste verschillen en hun oorsprong nogmaals uitgelicht.

In de tabel is zichtbaar dat alternatieven Noord-Oranje-1 en Noord-Oranje-2 veel sterk negatieve effecten hebben op natuur. Dit zijn effecten als draadslachtoffers en verlies van leefgebied in N2000-gebieden (randmeren en IJsseldelta), en doorsnijding van NNN-gebieden die een belangrijke functie hebben in het verbinden van N2000-gebieden. Ook worden veel weide- en akkervogelgebieden doorsneden. Ook veel van de andere alternatieven hebben effecten op N2000 door doorsnijding (de randmeren en het IJsselmeer) en draadslachtoffers. Deze effecten zijn het minst bij Noord-Paars-1 en Noord-Grijs-1. Voor alle alternatieven worden effecten verwacht op de bodem, omdat de draagkracht van de bodem in deelgebied Noord niet zo groot is. Bij alternatief Noord-Grijs-1 met een dubbele mastenrij wordt verontreiniging geraakt. Ook voor water hebben de alternatieven vergelijkbare effecten. Voor oppervlaktewater geldt een risico voor alternatief Noord-Blauw-1 omdat dit traject over water wordt aangelegd, hier zijn eilanden voor nodig. Alle alternatieven, met uitzondering van Noord-Paars-1 en Noord-Paars-2 hebben veel negatieve effecten op landschap. Dit wordt veroorzaakt door het gebrek aan grote landschappelijke structuren om te volgen en het

contrast van de verbinding met het open polderlandschap, daarnaast maken de alternatieven veel knikken. Deze alternatieven, en daarnaast alternatieven Noord-Blauw-1, Noord-Groen-1 en Noord-Grijs-1 hebben sterk negatieve effecten op Cultuurhistorie en Archeologie, dit wordt met name veroorzaakt in de Noordoostpolder. Hier ligt Unesco-werelderfgoed Schokland, gebieden met hoge archeologische verwachtingswaarde en aardkundig waardevol gebied. Alternatieven Noord-Oranje-1, Noord-Oranje-2 en Noord-Grijs-1 hebben de meeste effecten op de leefomgeving. Dit zijn sterk negatieve effecten in de gebruiksfase, door magneetvelden. In de bouwfase hebben de alternatieven vergelijkbare negatieve effecten door geluid en uitstoot van stoffen.

Tabel 5.3 Totaaloverzicht van alle milieueffecten voor de onderzoeksalternatieven in deelgebied noord

	N- Blauw-1	N- Paars- 1	N- Paars- 2	N- Groen- 1	N- Groen-2	N- Geel-1	N-Geel- 2	N- Oranje- 1	N- Oranje- 2	N- Grijs-1 (1 lijn/2 lijnen)
Bodem										
(water)bodemkwaliteit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 / +
draagkracht: risico op zetting	-	-	--	-	-	-	--	--	--	-- / --
Water										
grondwaterkwantiteit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- / -
grondwaterkwaliteit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- / -
oppervlaktewaterkwaliteit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- / -
oppervlaktewaterkwantiteit	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0 / -
Natuur										
Natura 2000-gebieden	--	-	--	--	--	--	--	--	--	- / -
Natuurnetwerk Nederland	-	-	-	-	-	--	--	--	--	- / -
overige waardevolle gebieden buiten het NNN	0	0	-	0	-	0	0	--	--	0 / 0
houtopstanden	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- / -
beschermde soorten	--	--	-	-	-	-	-	--	--	-- / --
bedreigde soorten	--	--	-	-	-	-	-	--	--	-- / --
Landschap										
landschappelijk hoofdpatroon	0	0	-	--	--	--	--	--	--	- / -
kwaliteit tracé	-	-	-	--	--	--	--	--	--	-- / --
gebiedskarakteristiek	--	-	--	--	--	--	--	--	--	-- / --
specifieke elementen en hun samenhang	--	--	-	--	-	0	--	--	-	- / --
Cultuurhistorie en archeologie										
historische (steden)bouw	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0 / 0
historische geografie	0	0	-	-	-	-	-	-	-	- / --
UNESCO-werelderfgoed	--	--	-	--	-	-	--	0	0	- / -
aardkundige waarden	--	--	--	--	-	--	-	--	-	-- / --

archeologische waarden	--	--	--	--	-	-	--	-	0	-- / --
Veiligheid										
externe veiligheid	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0 / 0
nautische veiligheid	--	-	--	-	--	-	-	-	-	- / -
waterveiligheid	-	-	-	0	0	0	0	-	0	- / -
Leefomgeving en gezondheid*										
geluidsgevoelige objecten en -gebieden (realisatiefase)	- (21)	- (21)	- (16)	- (9)	- (12)	- (17)	- (10)	- (34)	- (36)	- / - (21/35)
gevoelige objecten in magneetveldzone (gebruiksfase)	0	0	- (1)	- (2)	0	- (2)	- (2)	-- (5)	-- (6)	- / -- (4/12)
luchtkwaliteit (realisatiefase)	- (12)	- (12)	- (5)	0 (4)	0 (1)	- (9)	- (5)	- (19)	-- (21)	- / - (11/17)
Gebruiksfuncties										
overlap recreatieve bestemmingen (ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	<1	0 / 0
overlap werkfuncties (ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 / 0
oppervlakteverlies landbouwareaal door masten (ha)	0,72	1,18	1,21	1,33	1,21	1,45	2,23	1,94	2,72	2,17 / 3,70
doorsnijding landbouwgrond (ha)	76	121	161	138	131	148	217	194	258	185 / 311
overlap windturbines (aantallen)	0	0	8	5	2	7	0	7	2	0 / 0
overlap zonneparken (ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 / 0

* het criterium gezondheid wordt niet in de tabel getoond, omdat hier geen score aan toegekend is.

5.3 Impressie totaalbeeld milieueffecten lijnverbinding

In onderstaande tabel zijn de milieueffecten voor de lijnverbinding in het zuidelijke (Diemen-Lelystad) en noordelijke (Lelystad-Ens) deel van het projectgebied gecombineerd weergegeven. Hiermee ontstaat een impressie van de totale milieueffecten van de hoogspanningsverbinding tussen Diemen en Ens. Er is voor gekozen om dit voor de 'hoofdalternatieven' weer te geven, vanwege de vele mogelijke combinaties tussen de verschillende tracédelen. In de tabel is per kleur steeds één referentielijn per deelgebied gekozen om tot een totaalbeeld te komen vanaf station Diemen, via Lelystad, naar Ens. De effecten van de stationslocaties zijn hier niet in meegenomen.

Voor een impressie van de totaaleffecten per onderzoeksalternatief, zijn in tabel 5.4 onderstaande combinaties bekeken. Dit betekent dus niet dat alleen deze combinaties het voorkeursalternatief kunnen worden. Er kan ook gekozen worden voor een combinatie van kleuren.

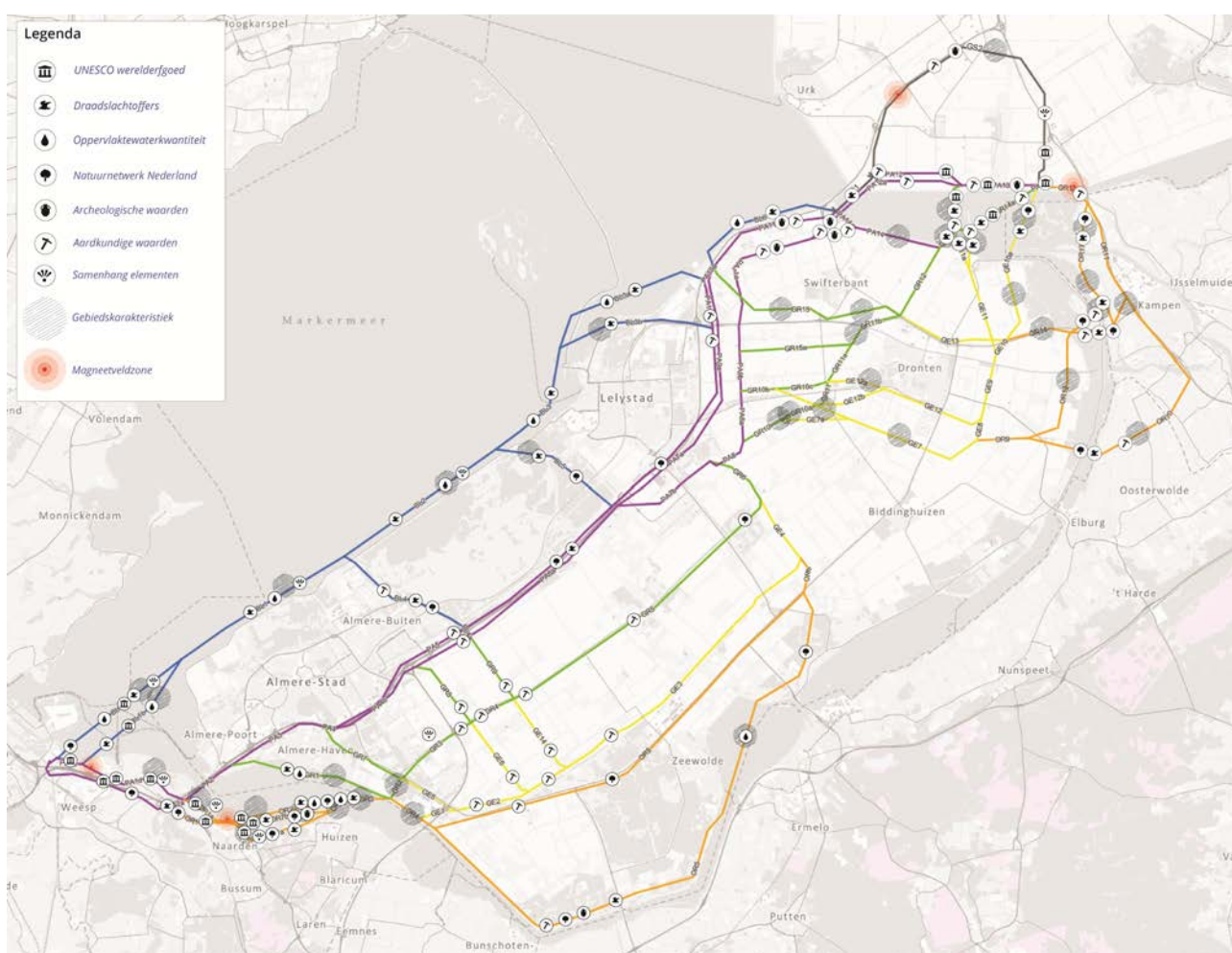
- onderzoeksalternatief Blauw: Zuid-Blauw-1 in combinatie met Noord-Blauw-1;
- onderzoeksalternatief Paars: Zuid-Paars-1 in combinatie met Noord-Paars-1;
- onderzoeksalternatief Groen: Zuid-Groen-1 in combinatie met Noord-Groen-2;
- onderzoeksalternatief Geel: Zuid-Geel-1 in combinatie met Noord-Geel-2;
- onderzoeksalternatief Oranje: Zuid-Oranje-1 in combinatie met Noord-Oranje-2;
- onderzoeksalternatief Grijs: Zuid-Paars-1 in combinatie met Noord-Grijs-1 (2 lijnen).

	Blauw	Paars	Groen	Geel	Oranje	Grijs
Bodem						
(water)bodemkwaliteit	+	++	0	++	+	++
draagkracht: risico op zetting	-	--	--	--	--	--
Water						
grondwaterkwantiteit	-	-	-	--	--	-
grondwaterkwaliteit	-	-	-	--	--	-
oppervlaktewaterkwaliteit	-	-	-	-	-	-
oppervlaktewaterkwantiteit	--	0	--	0	--	-
Natuur						
Natura 2000-gebieden	--	--	--	--	--	--
NNN en overige waardevolle gebieden	--	--	--	--	--	--
overige waardevolle gebieden buiten het NNN	0	--	-	0	--	--
houtopstanden	--	--	--	--	-	--
beschermde soorten	--	--	--	--	--	--
bedreigde soorten	--	--	--	--	--	--
Landschap						
landschappelijk hoofdpatroon	--	0	--	--	--	-
kwaliteit tracé	-	-	--	--	--	--
gebiedskarakteristiek	--	-	--	--	--	--
specifieke elementen en hun samenhang	--	--	--	--	-	--
Cultuurhistorie en archeologie						
historische (steden)bouw	0	-	-	-	-	-
historische geografie	0	-	-	-	-	--
UNESCO-werelderfgoed	--	--	--	--	--	--
aardkundige waarden	-	--	--	--	--	--
archeologische waarden	-	--	--	--	--	--
Veiligheid						
externe veiligheid	0	--	-	-	-	--
nautische veiligheid	--	-	--	-	--	-
waterveiligheid	0	--	--	0	--	--
Leefomgeving en gezondheid						
geluidsgevoelige objecten en -gebieden (realisatiefase)	-(21)	-(136)	--(129)	-(36)	--(84)	--(150)
gevoelige objecten in magneetveldzone (gebruiksfase)	0	--(23)	-(3)	--(6)	--(16)	--(35)
luchtkwaliteit (realisatiefase)	-(12)	--(77)	--(23)	-(10)	--(46)	--(82)
Gebruiksfuncties						
overlap met recreatieve bestemmingen (ha)	16	21	31	36	32	21
overlap met werkfuncties (ha)	9	22	1	11	8	22
oppervlakteverlies landbouwareaal door masten (ha)	0,08	0,20	0,26	0,45	0,43	0,45
doorsnijding landbouwgrond (ha)	84	206	262	439	384	396

	Blauw	Paars	Groen	Geel	Oranje	Grijs
effect op windturbines (aantallen)	0	1	8	21	10	1
effect op zonneparken (ha)	0	6	1	1	1	6

Tabel 5.4 Impressie totaalbeeld milieueffecten voor de lijnverbinding per onderzoeksalternatief

Aanvullend op de informatie in de tabel zijn de sterk negatieve effecten waar mogelijk ook op kaart aangeduid. Dit is in paragrafen 5.1.1 en 5.2.1 ook gedaan voor afzonderlijk deelgebied zuid (figuur 5.1) en deelgebied noord (figuur 5.2). Figuur 5.3 geeft het totaalbeeld voor alle referentielijnen weer.



Figuur 5.3 Totaalbeeld sterk negatieve effecten voor alle referentielijnen.

5.4 Milieueffecten hoogspanningsstations

Dit hoofdstuk beschrijft de milieueffecten van de hoogspanningsstations. Paragraaf 5.4.1 gaat in op de effecten van de locatiealternatieven voor een nieuw hoogspanningsstation Lelystad en de uitbreiding van het bestaande hoogspanningsstation. Paragraaf 5.4.2 gaat in op de effecten van de locatiealternatieven voor het nieuw hoogspanningsstation Almere-Zeewolde. Daarbij is in beide gevallen eerst ingegaan op de sterk negatieve effecten. Daarna is per milieuthema een samenvatting gegeven van de effectbeoordeling. De volledige onderbouwingen zijn te raadplegen in de betreffende deelrapporten.

5.4.1 Hoogspanningsstation Lelystad

Figuur 5.4 toont de verschillende locatiealternatieven die voor de hoogspanningsverbinding Lelystad zijn onderzocht. L-0 betreft de uitbreiding van het bestaande hoogspanningsstation en L-1 t/m L-4 betreft een nieuw hoogspanningsstation. Het zwarte vlak is het referentievlak. Dit is de basis geweest voor de effectbepaling. Het blauw gearceerde vlak is het zoekgebied, dit is te zien als schuifruimte. De uitkomsten van de effectenstudies kunnen aanleiding zijn om binnen het zoekgebied een andere locatie voor het hoogspanningsstation verder te onderzoeken. Bij L-0 is er geen zoekgebied. Hier is geen ruimte om het referentievlak te schuiven (zie ook paragraaf 3.2.2).



Figuur 5.4 Locatiealternatieven voor hoogspanningsstation Lelystad

5.4.1.1 Sterk negatieve effecten

Hieronder is ingegaan op de sterk negatieve effecten voor de locatiealternatieven van hoogspanningsstation Lelystad. Eventuele mogelijkheden voor mitigatie van de effecten is hieronder nog niet meegenomen, hoofdstuk 6 gaat daar op in.

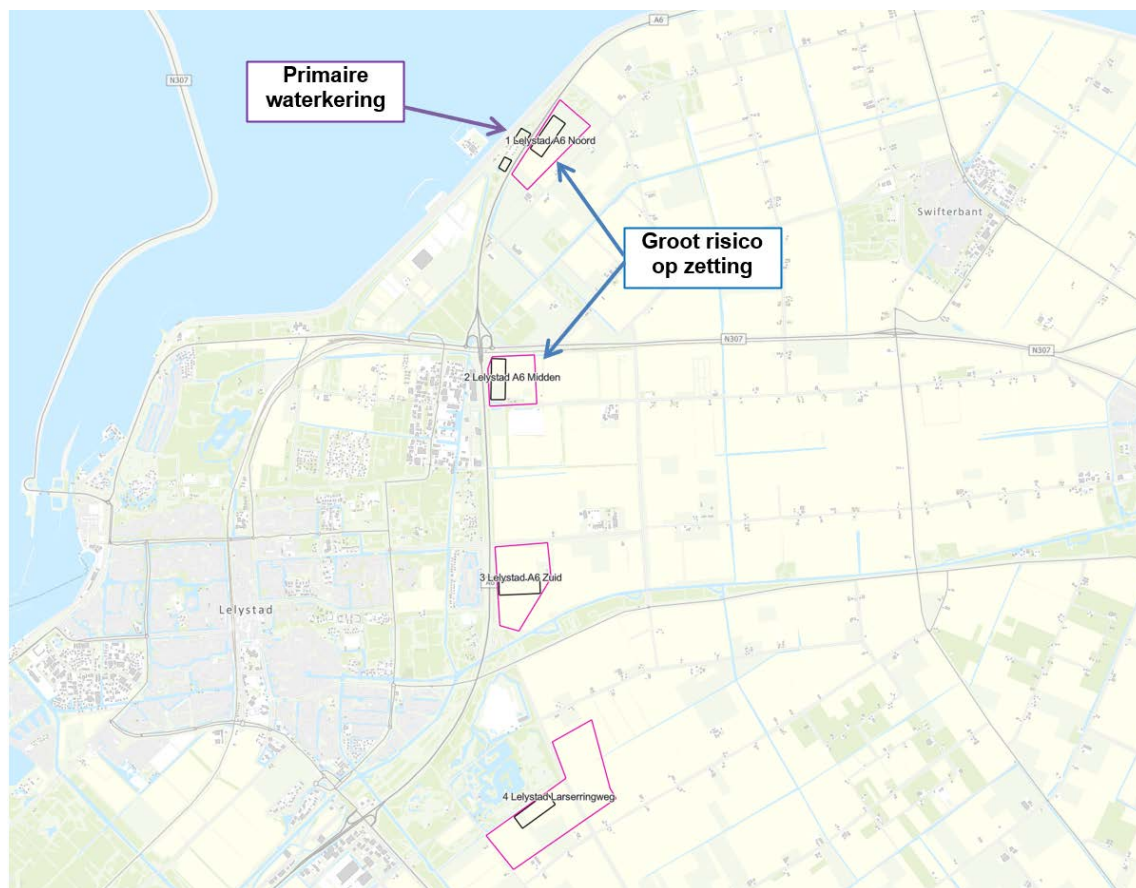
Primaire waterkeringen

Locatiealternatief L-0 betreft uitbreiding van het bestaande hoogspanningsstation Lelystad. Het benodigd ruimtebeslag aan de noordzijde van het bestaande station raakt de binnenbeschermingszone van de primaire waterkering IJsselmeerdijk. Dit is een strook aan weerszijden van de kernzone die technisch/fysisch een bijdrage levert aan de stabiliteit van de waterkering. In deze zone geldt niet op voorhand een absoluut verbod (dit geldt wel in de kernzone van de waterkering), maar een vergunningplicht. Rondom de uitbreiding van het hoogspanningsstation worden beveiligingsmaatregelen aangebracht. Dit kan bijvoorbeeld een hekwerk of een aarden wal zijn. Op welke afstand deze komen moet nader onderzocht worden, dit kan variëren tussen 25 en 50 meter rondom het hoogspanningsstation. Deze beveiligingsmaatregelen liggen wel in de kernzone van de waterkering. Het waterschap Zuiderzeeland heeft reeds aangegeven dat dit niet vergunbaar gaat zijn.

Ook is het niet bij voorbaat zeker dat ligging in de binnenbeschermingszone (onder voorwaarden) toegestaan wordt, dat zou nadere uitwerking en afstemming met het waterschap moeten uitwijzen. Daarnaast loopt voor dit dijktraject momenteel een dijkversterkingsopgave. Ter plaatse van de Maximacentrale is voor die dijkversterking een vierkante ophoging/binnendijkse grondoplossing als voorkeursalternatief gekozen. Een uitbreiding van hoogspanningsstation Lelystad kan deze dijkversterking belemmeren. Aanvullend blijft er in de toekomst weinig tot geen ruimte meer over voor verdere versterking van de dijk met een grondoplossing.

Draagkracht (risico op zetting)

Een sterk negatief effect is er voor drie van de vijf locatiealternatieven op draagkracht van de bodem (risico op zetting). De referentievlakken van alternatieven L-0, L-1 en L-2 liggen hier in zijn geheel in gebied met een groot risico op zetting. Dit betekent dat de bodem hier erg gevoelig is voor het zakken van het maaiveldniveau als gevolg van belasting. Er kan dan ongelijke inklinking van de grond plaatsvinden als gevolg van het zakken of verplaatsen van bodemlagen, waardoor de daarop rustende bouwwerken geen stabiele basis meer hebben. Voor het realiseren van een hoogspanningsstation op deze locatie, vergt dit aanvullende maatregelen om deze bodemdaling tegen te gaan en ervoor te zorgen dat de onderdelen van het hoogspanningsstation bestand zijn tegen deze bodemdaling.



Figuur 5.5 Overzicht sterk negatieve effecten voor de locatiealternatieven nieuw hoogspanningsstation Lelystad

5.4.1.2 Effecten per thema

In onderstaande paragrafen zijn de effecten op de locatiealternatieven samengevat voor alle thema's die in de deelrapporten van het plan-MER onderzocht zijn. In figuur 5.6 zijn de effecten visueel weergegeven.



Figuur 5.6 Overzicht effecten voor de locatiealternatieven nieuw hoogspanningsstation Lelystad

Bodem

Bij L-1, L-3 en L-4 zijn er geen verdenkingen op (water)bodemverontreiniging. Bij L-0 en L-2 zijn deze er wel. Bij het uitvoeren van werkzaamheden moet aanwezige sterke verontreiniging verwijderd worden. Daarmee is dit een positief effect (+) op de (water)bodemkwaliteit. Daarnaast liggen L-0, L-1 en L-2 geheel in een gebied met een groot risico op zetting (--). Bij L-3 en L-4 is er een beperkt risico op zetting (-).

Water

Bij grondwaterkwantiteit bestaat bij L-2 en L-3 de kans dat bij realisatie van het station een daar aanwezige slechtdoorlatende laag doorsneden wordt en dat er lokaal mogelijk een (tijdelijke) kweltoename ontstaat (-). Bij de andere locatiealternatieven is dit niet het geval (0).

Op grondwaterkwaliteit scoren alle locatiealternatieven negatief (-). Er worden geen grondwaterbeschermingsgebieden, waterwingebieden of boringsvrije zones geraakt. Een effect op KRW-grondwaterlichamen is echter niet uit te sluiten. Hiervoor zijn de precieze werkzaamheden en bemalingen bepalend, dit wordt in de volgende fase van het project verder onderzocht.

Door een toename verharding is er bij alle locatiealternatieven sprake van een negatief effect (-) op oppervlaktewaterkwantiteit. Water stroomt dan versneld af en infiltreert op die locatie niet naar het grondwater. Een toename aan verharding moet gecompenseerd worden. De locatiealternatieven scoren ook allen negatief (-) op oppervlaktewaterkwaliteit omdat er risico's zijn op (beperkte) effecten. Net als bij grondwaterkwaliteit is dit afhankelijk van de precieze werkzaamheden en bemaling en moet dit in de planuitwerkingsfase nader worden onderzocht.

Natuur

Voor alle locatiealternatieven geldt dat er geen sprake is van oppervlakteverlies van Natura 2000-gebieden. Bekeken is of er sprake kan zijn van externe werking, dat wil zeggen effecten van aanleg en/of gebruik van het hoogspanningsstation door storingsfactoren zoals geluid, trillingen, licht en optische verstoring door beweging van mensen en materieel. Van alle locatiealternatieven ligt L-0 op kortste afstand (150 meter) van Natura 2000-gebied IJsselmeer. Het huidige gebruik rondom het bestaande hoogspanningsstation Lelystad waar de uitbreiding is voorzien, is vooral houtopstand. Er worden geen effecten van externe werking op het IJsselmeer verwacht. Ook bij de andere locatiealternatieven wordt dit niet verwacht, vanwege de afstand tot Natura 2000-gebieden en druk gebruikte infrastructuur dat hier tussendoor loopt (0).

Voor alle locatiealternatieven geldt dat er geen sprake is van oppervlakteverlies van NNN. L-4 ligt wel op korte afstand van NNN (natuurpark Lelystad). Hier zijn wel effecten mogelijk op de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN, wat als negatief effect is beoordeeld (-). Er zijn in dit gedeelte van het onderzoeksgebied geen weidevogelleefgebieden en ganzenfoerageergebieden, dus de locatiealternatieven hebben daar geen effect op (0).

Bij L-0 gaat de uitbreiding van het bestaande hoogspanningsstation Lelystad ten koste van aanwezige houtopstanden. Dit is als negatief effect (-) beoordeeld. Bij de andere locatiealternatieven is dit niet aan de orde.

De nieuwe locaties L-1 t/m L-4 zijn op dit moment volledig in gebruik als agrarisch bouwland of grasland. Aanwezigheid van beschermde soorten en bedreigde soorten is naar verwachting (zeer) gering en zitten dan naar verwachting in de randen en slootkanten. De uitbreiding van het bestaande hoogspanningsstation L-0 kan door het kappen van houtopstanden effecten hebben op algemeen (in Nederland) voorkomende planten- en diersoorten, waardoor een effect op beschermde soorten niet op voorhand is uit te sluiten. Dat is als negatief effect beoordeeld (-).

Landschap

Voor de effectbeoordeling van thema landschap is voor de hoogspanningsstations enkel gekeken naar de criteria die betrekking hebben op het lijnniveau. Het tracéniveau is namelijk niet aan de orde.

Op beïnvloeding van de gebiedskarakteristiek scoren alle locatiealternatieven die een nieuw station omvatten een negatief effect. Veelal gaat het erom dat het nieuwe station goed zichtbaar is en een sterk contrast vormt met het open, agrarische landschap er omheen.

Cultuurhistorie en archeologie

Alle locatiealternatieven hebben geen effect op historische (steden)bouw, historische geografie en UNESCO-werelderfgoed. L-0, L-1 en L-2 hebben een negatief effect op aardkundige waarden, omdat deze binnen aardkundig waardevol gebied 'Stroomgebied oer-IJssel met rivierduinen' liggen. Bij het uitvoeren van (grond)werkzaamheden is er een kans op aantasting van aanwezige waarden. L-0 en L-1 scoren daarnaast een negatief effect (-) op archeologische waarden. Bij L-0 ligt het zuidelijk deel van het referentievlak in provinciaal archeologisch kerngebied 'Rivierduingebied Swifterband'. Bij L-1 gaat het om een gedeelte van het referentievlak en gedeelte van het zoekgebied. Hier is kans op (verstoring van) archeologische waarden in de bodem.

Veiligheid

In paragraaf 5.4.1.1 is het sterk negatieve effect van L-0 op primaire waterkeringen beschreven. De noordelijke uitbreiding van het bestaande station Lelystad overlapt in ieder geval met de binnenbeschermingszone. Daarnaast komen de benodigde beveiligingsmaatregelen (tussen de 25 en 50 meter er omheen) in de kernzone te liggen.

Leefomgeving en gezondheid

Er zijn geen effecten op geluid in de gebruiksfase voor de locatiealternatieven L-0, L-1, L-2 en L-4. Bij locatiealternatief L-3 overlapt de belemmeringszone met 27 geluidgevoelige bestemmingen. Het gaat hier om woningen aan de oostrand van Lelystad Buitenhof. De afstand van het referentievlak tot de dichtstbijzijnde woningen bedraagt circa 250 meter en er zit een snelweg (A6) en geluidswal tussenin. Dit maakt het aannemelijk dat het geluid dat de onderdelen op het hoogspanningsstation produceren, niet te horen is. Dit moet in een volgende fase van het project nog wel nader onderzocht worden.

Er is geen overlap van de locatiealternatieven met gevoelige bestemmingen in de indicatieve magneetveldzone. Ook zijn er geen effecten in de aanlegfase te verwachten van de locatiealternatieven op gevoelige bestemmingen ten aanzien van luchtkwaliteit.

Gebruiksfuncties

De locatiealternatieven voor hoogspanningsstation Lelystad overlappen niet met recreatieve functies.

De referentievlakken van L-1, L-3 en L-4 overlappen niet met bedrijventerreinen of andere werkfuncties (niet zijnde landbouw). Daarmee hebben de hoogspanningsstations op deze locaties geen invloed op werkfuncties. L-0 is een uitbreiding van het bestaande hoogspanningsstation. Dit levert geen beperking op

van werkfuncties. Referentievlak L-2 ligt op gronden die zijn aangewezen als bedrijventerrein, dit is een locatie van het Bio Science Park Lelystad van de WUR. De gronden worden gebruikt voor het uitvoeren van proeven door de WUR. Het realiseren van een hoogspanningsstation maakt gebruik van deze gronden voor proeven niet meer mogelijk. De overlap van het referentievlak bedraagt ongeveer 11 ha.

De referentievlakken van L-1, L-3 en L-4 liggen volledig op landbouwareaal. Omdat het gaat om een nieuw hoogspanningsstation van 15 ha, is het oppervlakteverlies voor deze locatiealternatieven dan ook 15 ha. De referentievlakken van locatiealternatieven L-0 en L-2 liggen beide op grond die als bedrijventerrein zijn aangemerkt, waardoor hier geen sprake is van oppervlakteverlies van landbouwareaal.

De referentievlakken van L-0, L-1 en L-3 hebben geen overlap met (afwerpcontouren van) windturbines. Het referentievlak van L-2 overlapt met twee windturbines die onderdeel uitmaken van windpark Neushoorntocht. De windturbines kunnen niet behouden blijven als het hoogspanningsstation op deze locatie binnen het zoekgebied gerealiseerd wordt. Daarnaast zijn er bij L-2, L-3 en L-4 één of meer windturbines waarvan de afwerpcontour (net) raakt aan het zoekgebied. Mocht ten behoeve van het VKA het referentievlak verplaatst worden binnen het zoekgebied, dan moet bekeken worden of deze overlappen met de afwerpcontouren van de windturbines en wat dit voor gevolgen heeft.

De referentievlakken van de locatiealternatieven voor een nieuw hoogspanningsstation nabij Lelystad of de uitbreiding van het bestaande hoogspanningsstation Lelystad, overlappen niet met zonneparken.

Duurzaamheid

Voor de hoogspanningsstations is indicatief gekeken naar het onderscheid tussen de alternatieven op het gebied van materiaalgebruik en broeikasgas uitstoot. Een hoogspanningsstation bestaat in de basis uit diverse onderdelen, namelijk: transformatoren(velden), lijn- en kabelvelden, railsysteem en compensatoren. Daarnaast zijn er twee gebouwen aanwezig: een centraal diensten gebouw en een middenspanningsgebouw. Voor de nieuwe hoogspanningsstations (L-1 t/m L-4) is het (worst-case) uitgangspunt dat het gaat om 15 ha. Deze zijn verder ook niet onderscheidend in materiaalgebruik en uitstoot broeikasgassen. Voor de uitbreiding van het bestaande hoogspanningsstation zijn minder grondstoffen en materialen nodig, omdat bepaalde onderdelen reeds op het bestaande hoogspanningsstation Lelystad aanwezig zijn, zoals het middenspanningsgebouw en dienstengebouw. Daardoor zullen er tevens minder transportbewegingen en bouwactiviteiten nodig zijn die broeikasgassen uitstoten.

5.4.1.3 Overzichtstabel hoogspanningsstation Lelystad

In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de effecten van de alternatieven voor hoogspanningsstation Lelystad. In de tabel is zichtbaar dat alle alternatieven gelijke negatieve effecten hebben op water en landschap. Effecten op KRW-waterlichamen zijn niet uit te sluiten, daarnaast kunnen bij L-2 en L-3 slechtdoorlatende bodemlagen worden doorsneden waardoor lokaal mogelijk kwelstromen veranderen. De effecten op landschap ontstaan doordat de alternatieven allen in het open landschap worden geplaatst en hierdoor contrasteren met de omgeving. Bij de overige onderzochte thema's verschillen de

alternatieven meer. Voor bodem zijn bij L-0 en L-2 verdenkingen van bodemverontreiniging en liggen L-0, L-1 en L-2 in gebieden met een groot risico op zetting. Bij alternatieven L-0 en L-4 kunnen negatieve effecten verwacht worden op de natuur. Dit is bij L-0 door versterking van N2000-gebied IJsselmeer en effecten op houtopstanden waar mogelijk beschermde soorten wonen, en bij L-4 door versterking van NNN-gebied natuurpark Lelystad. Alternatieven L-0, L-1 en L-2 hebben effecten op aardkundige waarden, L-1 daarnaast ook op archeologische waarden vanwege ligging in Rivierduingebied Swifterband. Alternatief L-0 raakt een waterkering, en heeft daardoor sterk negatieve effecten op de waterveiligheid. Alleen bij alternatief L-3 kunnen effecten ontstaan voor de leefomgeving. Dit zijn effecten door geluid in de gebruiksfase voor woningen aan de oostrand van Lelystad Buitenhof. Door de aanwezigheid van een snelweg en geluidswal is het aannemelijk dat deze effecten beperkt zijn.

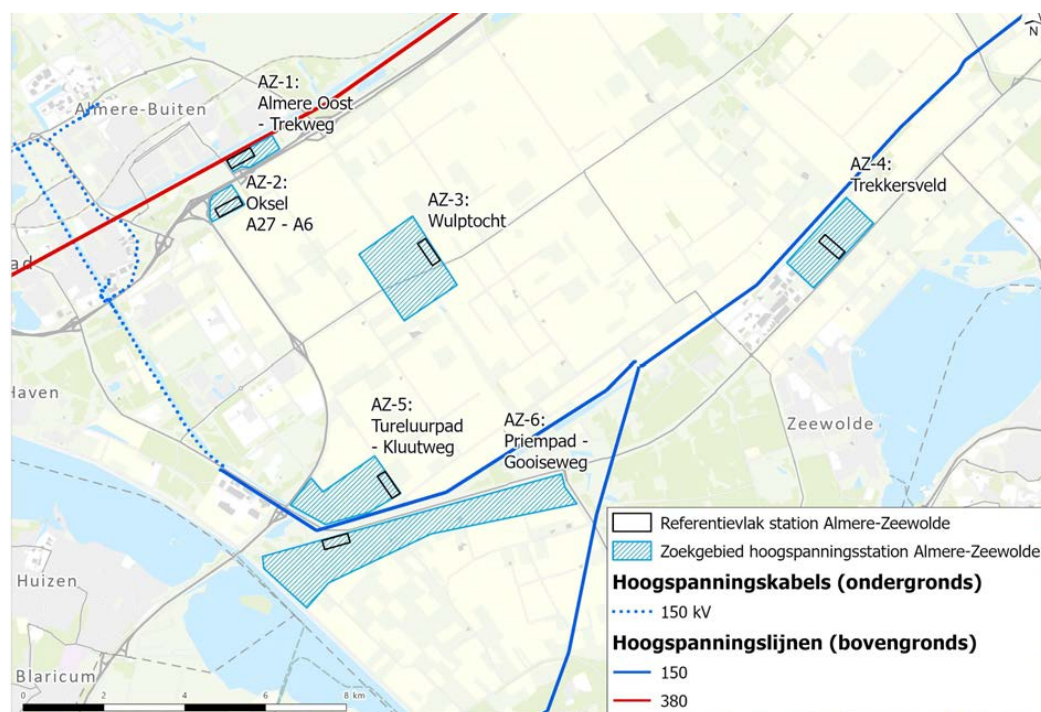
Thema	Criterium	L-0	L-1	L-2	L-3	L-4
Bodem	(water)bodemkwaliteit	+	0	+	0	0
	draagkracht: risico op zetting	--	--	--	-	-
Water	grondwaterkwantiteit	0	0	-	-	0
	grondwaterkwaliteit	-	-	-	-	-
	oppervlaktewaterkwaliteit	-	-	-	-	-
	oppervlaktewaterkwantiteit	-	-	-	-	-
Natuur	Natura 2000-gebieden	0	0	0	0	0
	NNN en overige waardevolle gebieden	-	0	0	0	0
	houtopstanden	-	0	0	0	0
	beschermde soorten	0	0	0	0	-
	bedreigde soorten	0	0	0	0	0
Landschap	gebiedskarakteristiek (lijnniveau)	-	-	-	-	-
	specifieke elementen en hun samenhang (lijnniveau)	0	0	0	0	0
Cultuurhistorie en archeologie	historische (steden)bouw	0	0	0	0	0
	historische geografie	0	0	0	0	0
	UNESCO-werelderfgoed	0	0	0	0	0
	aardkundige waarden	-	-	-	0	0
	archeologische waarden	-	-	0	0	0
Veiligheid	externe veiligheid	0	0	0	0	0
	nautische veiligheid	0	0	0	0	0
	waterveiligheid	--	0	0	0	0
Leefomgeving en gezondheid	geluidsgevoelige objecten en -gebieden (realisatiefase)	0	0	0	0	0
	geluidseffecten (gebruiksfase)	0	0	0	- (27)	0
	gevoelige objecten in magneetveldzone (gebruiksfase)	0	0	0	0	0
	luchtkwaliteit (realisatiefase)	0	0	0	0	0

Gebruiksfuncties	overlap recreatieve bestemmingen (ha)	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha
	overlap werkfuncties (ha)	0 ha	0 ha	11 ha	0 ha	0 ha
	doorsnijding landbouwgrond (ha)	0 ha	15 ha	0 ha	15 ha	15 ha
	overlap windturbines (aantallen)	0	0	2	0	0
	overlap zonneparken (ha)	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha

Tabel 5.5 Overzichtstabel effecten van zoekgebieden voor hoogspanningsstation Lelystad

5.4.2 Hoogspanningsstation Almere-Zeewolde

Figuur 5.7 toont de zes verschillende locatiealternatieven die voor de hoogspanningsverbinding Almere-Zeewolde zijn onderzocht. Het zwarte vlak is het referentievlak. Dit is de basis geweest voor de effectbepaling. Het blauw gearceerde vlak is het zoekgebied, dit is te zien als schuifruimte. De uitkomsten van de effectenstudies kunnen aanleiding zijn om binnen het zoekgebied een andere locatie voor het hoogspanningsstation verder te onderzoeken.



Figuur 5.7 Locatiealternatieven voor hoogspanningsstation Almere-Zeewolde

5.4.2.1 Sterk negatieve effecten

Hieronder is ingegaan op de sterk negatieve effecten voor de locatiealternatieven van hoogspanningsstation Almere-Zeewolde. Eventuele mogelijkheden voor mitigatie van de effecten zijn hieronder nog niet meegenomen, hoofdstuk 6 gaat daar op in.

Geluidseffecten gebruiksfase

Voor hoogspanningsstation Almere-Zeewolde heeft alternatief AZ-1 een sterk negatief effect op geluidseffecten in de gebruiksfase. Op hoogspanningsstations staan geluidproducerende onderdelen, onder andere transformatoren veroorzaken een bromtoon (laag frequent geluid). De richtafstand van 300 meter rondom het referentievlak van dat alternatief overlapt met 58 geluidgevoelige objecten. Dit is bij Almere-Buiten, ten noorden van de A6.

Draagkracht (risico op zetting)

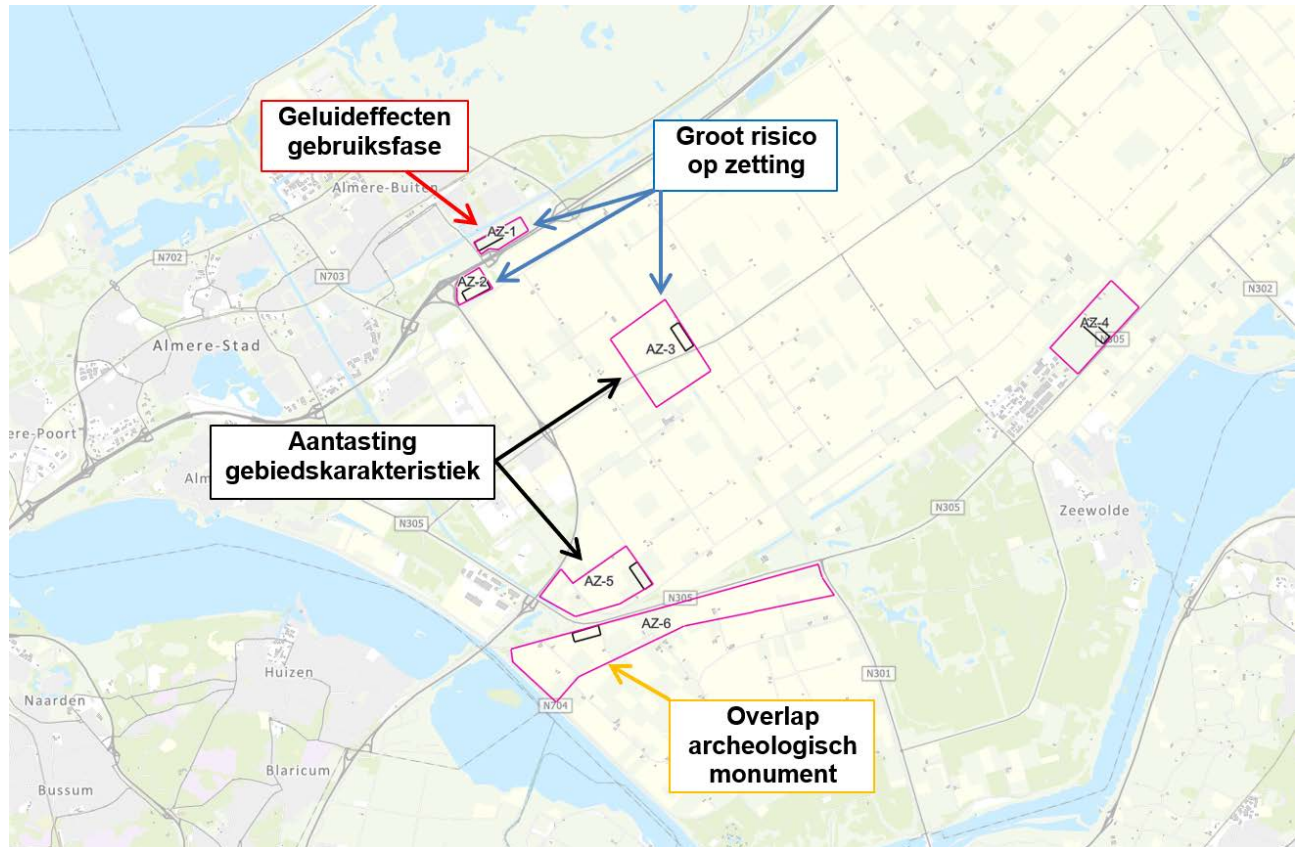
Er is een sterk negatief effect op draagkracht (risico op zetting) voor de referentievlakken van AZ-1, AZ-2 en AZ-3. Deze liggen namelijk nagenoeg volledig in gebied met een groot risico op zetting. In paragraaf 5.4.1.1 is beschreven wat dit voor gevolgen kan hebben.

Gebiedskarakteristiek

Alternatieven AZ-3 en AZ-5 scoren beide sterk negatief op de gebiedskarakteristiek. In beide gevallen gaat het om een nieuw losliggend object/element in het landschap. De beleving van de openheid van het landschap wordt door het hoogspanningsstation fors aangetast; het vormt een groot contrast met het omliggend, open landschap. Ook zorgt realisatie van een hoogspanningsstation op deze locatie voor een verandering van de oorspronkelijke verkavelingsstructuur.

Archeologische waarden

Alternatief AZ-6 overlapt voor een klein deel (het oostelijke puntje) met een archeologisch monument. Dit is van archeologisch zeer hoge waarde. Naast de Prehistorische bewoningsresten bevindt zich in dit gebied resten van een scheepswrak van een overnaads gebouwd vissersschip. Bij het plaatsen van een hoogspanningsstation bestaat kans op aantasting van de archeologische waarden.



Figuur 5.8 Overzicht sterk negatieve effecten voor de locatiealternatieven nieuw hoogspanningsstation Almere-Zeewolde

5.4.2.2 Effecten per thema

In onderstaande paragrafen zijn de effecten op de locatiealternatieven samengevat voor alle thema's die in de deelrapporten van het plan-MER onderzocht zijn. In figuur 5.9 zijn deze effecten visueel weergegeven.



Figuur 5.9 Overzicht effecten voor de locatiealternatieven nieuw hoogspanningsstation Almere-Zeewolde

Bodem

Geen van de locatiealternatieven van Almere-Zeewolde raakt aan gebieden die verdacht zijn op het voorkomen van (water)bodemverontreinigingen (0). Het risico op zetting is het grootst bij AZ-1, AZ-2 en AZ-3 (-). Het risico op zetting is kleiner bij AZ-4, AZ-5 en AZ-6 (-).

Water

Bij grondwaterkwantiteit bestaat bij AZ-1, AZ-3, AZ-5 en AZ-6 de kans dat bij realisatie van het station een daar aanwezige slechtdoorlatende laag doorsneden wordt en dat er lokaal een (tijdelijke) kweltoename ontstaat (-). Bij de andere locatiealternatieven is dit niet het geval (0).

Op grondwaterkwaliteit scoren alle locatiealternatieven negatief (-). Er worden geen grondwaterbeschermingsgebieden of waterwingebieden geraakt. AZ-3, AZ-4, AZ-5 en AZ-6 liggen wel in een boringsvrije zone. Daarnaast is voor alle locatiealternatieven een effect op KRW-grondwaterlichamen niet uit te sluiten. Hiervoor zijn de precieze werkzaamheden en bemalingen bepalend, dit wordt in de volgende fase van het project verder onderzocht.

Door een toename verharding is er bij alle locatiealternatieven sprake van een negatief effect (-) op oppervlaktewaterkwantiteit. Water stroomt dan versneld af en infiltreert op die locatie niet naar het grondwater. Een toename aan verharding moet gecompenseerd worden. De locatiealternatieven scoren ook allen negatief (-) op oppervlaktewaterkwaliteit omdat er risico's zijn op (beperkte) effecten. Net als bij grondwaterkwaliteit is dit afhankelijk van de precieze werkzaamheden en bemaling en moet dit in de planuitwerkingsfase nader worden onderzocht.

Natuur

Voor alle locatiealternatieven geldt dat er geen sprake is van oppervlakteverlies van Natura 2000-gebieden. Bekeken is of er sprake kan zijn van externe werking, dat wil zeggen effecten van aanleg en/of gebruik van het hoogspanningsstation door storingsfactoren zoals geluid, trillingen, licht en optische verstoring door beweging van mensen en materieel. Bij AZ-6 is er enkel een dijk en akker die het hoogspanningsstation scheidt van Natura 2000-gebied Eemmeer & Gooimeer. Effecten door externe werking zijn hier niet uit te sluiten. Tussen de andere locatiealternatieven en de dichtstbijzijnde Natura 2000-gebieden zit veelgebruikte infrastructuur, waardoor externe werking op de Natura 2000-gebieden is uitgesloten als gevolg van de hoogspanningsstations (0).

Voor alle locatiealternatieven geldt dat er geen sprake is van oppervlakteverlies van NNN. Bij AZ-5 en AZ-6 zijn vanwege de korte afstand tot NNN Horsterwold effecten denkbaar op de wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN, wat als negatief effect (-) is beoordeeld. Bij AZ-3 raakt het zoekgebied aan de ecologische verbindingzone tussen Horsterwold en de Oostvaardersplassen, wat tevens als negatief effect (-) is beoordeeld omdat effecten op de wezenlijke kenmerken en waarden niet zijn uit te sluiten. Bij de overige locatiealternatieven zijn er geen effecten verwacht (0).

Er zijn in dit gedeelte van het onderzoeksgebied daarnaast geen weidevogelleefgebieden en ganzenfoerageergebieden. Ook gaan er geen houtopstanden verloren (0).

Alle locatiealternatieven zijn op dit moment volledig in gebruik als agrarisch bouwland of grasland. Aanwezigheid van beschermde soorten en bedreigde soorten is naar verwachting (zeer) gering en zitten dan naar verwachting in de randen en slootkanten. Daarom worden er geen effecten verwacht op beschermde en/of bedreigde planten- en diersoorten (0).

Landschap

Voor de effectbeoordeling van thema landschap is voor de hoogspanningsstations enkel gekeken naar de criteria die betrekking hebben op het lijnniveau. Het tracéniveau is namelijk niet aan de orde. Op beïnvloeding van de gebiedskarakteristiek scoren AZ-3 en AZ-5 een sterk negatief effect (--). In beide gevallen komt het nieuwe station als losliggend element in het landschap te liggen en is het nieuwe station goed zichtbaar vanwege de grootschalige openheid binnen het poldercarré. De beleving van de openheid wordt fors aangetast. Bij AZ-1, AZ-2 en AZ-6 vormen de hoogspanningsstations ook een contrast, als nieuw object in de open omgeving, maar hier is het effect minder zwaar (-). Een hoogspanningsstation op locatie AZ-4 wordt omringd door bedrijventerrein, waardoor er geen sprake is van impact op een open landschap.

Het gaat hier meer op in het bedrijventerrein, waardoor er geen effecten zijn op de gebiedskarakteristiek (0). Op beïnvloeding van specifieke elementen en hun samenhang scoren AZ-3 en AZ-5 een negatief effect (-). De andere locatiealternatieven scoren hierop neutraal. AZ-3 tast de landschappelijke samenhang enigszins aan tussen de Vogelweg, die als groene lijn de begrenzing vormt van de openheid binnen het poldercarré en de tussenliggende open ruimte. Bij AZ-5 is dit ook aan de orde, maar dan bij de Tureluurweg, die als groene lijn de begrenzing vormt van de openheid binnen het poldercarré en de tussengelegen open ruimte.

Cultuurhistorie en archeologie

Alle locatiealternatieven hebben geen effect op historische (steden)bouw, historische geografie en UNESCO-werelderfgoed. Daarnaast scoren de locatiealternatieven allen een negatief effect (-) op aardkundige waarden, vanwege de ligging binnen aardkundig waardevol gebied, als stroomgebied van de Oer-Eem. In de ondergrond bevinden zich sporen van zeer oude, fossiele landschappen. Bij (grond)werkzaamheden kan dit verstoord worden. Aanvullend scoort AZ-6 als enige locatiealternatief zeer negatief (- -) op archeologische waarden. Dit komt doordat het referentievlak overlapt met een archeologisch monument van zeer hoge waarde. Naast de Prehistorische bewoningsresten bevindt zich in dit gebied resten van een scheepswrak van een overnaads gebouwd vissersschip. Realiseren van een hoogspanningsverbinding op deze locatie kan de archeologische waarde aantasten.

Veiligheid

Er is geen sprake van negatieve of positieve effecten van de locatiealternatieven Almere-Zeewolde op het thema veiligheid.

Leefomgeving en gezondheid

Er is geen overlap van de locatiealternatieven met gevoelige bestemmingen in de indicatieve magneetveldzone.

In de aanlegfase is er enkel bij AZ-3 sprake van één gevoelige bestemming binnen de belemmeringszone voor luchtkwaliteit. Voor geluid is er gekeken naar effecten in de aanlegfase en effecten in de gebruiksfase. In de aanlegfase is enkel bij locatiealternatief AZ-3 één geluidgevoelige bestemming binnen 130 meter van het referentievlak.

In de gebruiksfase zijn er 58 gevoelige bestemmingen binnen de belemmeringszone van locatiealternatief AZ-1. Dit is bij Almere-Buiten, ten noorden van de A6. Daarnaast zijn er bij locatiealternatieven AZ-3, AZ-5 en AZ-6 enkele gevoelige bestemmingen binnen 300 meter van het referentievlak.

Gebruiksfuncties

Er zijn geen zoekgebieden of referentievlakken van de locatiealternatieven die overlappen met recreatiegebieden.

De referentievlakken van AZ-1, AZ-2, AZ-3 en AZ-6 overlappen niet met werkfuncties. De locatie AZ-4 was voorzien als uitbreidingslocatie voor bedrijventerrein Trekkersveld in Zeewolde. Het bestemmingsplan dat dit

mogelijk moest maken is in 2023 echter vernietigd. Op dit moment is er daarom geen effect op bestaande of vastgestelde werkfuncties, maar het kan wel een beperking opleveren voor de toekomstige uitbreiding van het bedrijventerrein, waarbij het terrein mogelijk minder mogelijkheden kan bieden om nieuwe bedrijven te huisvesten. Bij locatie AZ-5 is de gemeente Almere bezig met plannen voor toekomstige ontwikkeling, onder andere voor woningbouw, recreatie en mogelijk ook bedrijven. De plannen voor dit gebied zijn nog niet verder uitgewerkt en daarom niet als effect op werkfuncties beoordeeld.

Alle locatiealternatieven voor het hoogspanningsstation nabij Almere-Zeewolde overlappen met landbouwareaal. Omdat het gaat om een nieuw hoogspanningsstation van 15 ha, is het oppervlakteverlies voor deze locatiealternatieven dan ook 15 ha.

Bij locatiealternatieven AZ-1 en AZ-4 zijn er geen windturbines in de buurt die het referentievlak of het zoekgebied raken. Bij locatiealternatief AZ-2 is er één windturbine waarvan de afwerpcontour overlapt met het referentievlak. Deze windturbine maakt onderdeel uit van Windpark A27. Bij locatiealternatieven AZ-3, AZ-5 en AZ-6 overlappen de referentievlakken niet met afwerpcontouren van windturbines, maar staan er wel diverse windturbines binnen het zoekgebied. Mocht ten behoeve van het VKA het referentievlak verplaatst worden binnen het zoekgebied, dan moet bekeken worden of deze overlappen met de afwerpcontouren van de windturbines en wat dit voor gevolgen heeft.

In het zoekgebied van locatiealternatief AZ-6 bevindt zich een zonnepark. Deze raakt niet aan het referentievlak van het nieuwe hoogspanningsstation, maar ligt daar circa 95 meter naast. Dat kan mogelijk van invloed zijn op het zonnepark, wat nader onderzocht zou moeten worden.

Duurzaamheid

Voor de hoogspanningsstations is indicatief gekeken naar het onderscheid tussen de alternatieven op het gebied van materiaalgebruik en broeikasgasuitstoot.

Een hoogspanningsstation bestaat in de basis uit diverse onderdelen, namelijk: transformatoren(velden), lijn- en kabelvelden, railsysteem en compensatoren. Daarnaast zijn er twee gebouwen aanwezig: een centraal diensten gebouw en een middenspanningsgebouw (nodig voor de koppeling met het 150 kV-net). Voor alle locatiealternatieven is het (worst-case) uitgangspunt dat het gaat om 15 ha. Er is geen onderscheid in de alternatieven op het gebied van materiaalgebruik en broeikasgasuitstoot.

5.4.2.3 Overzichtstabel hoogspanningsstation Almere-Zeewolde

In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de effecten van de alternatieven voor hoogspanningsstation Almere-Zeewolde. Uit de tabel blijkt dat alternatief AZ-4 minder effecten heeft dan de andere alternatieven. Voor alle alternatieven worden effecten verwacht op water en bodem. Voor water zijn dit risico's op het doorsnijden van slechtdoorlatende lagen waardoor mogelijk lokaal kwelstromen veranderen. Ook zijn effecten op drinkwaterwinning (boringsvrije zone) en KRW-grondwaterlichamen niet uit te sluiten. Voor bodem is er een risico op zetting bij alle alternatieven. Met maatregelen kan dit risico gemitigeerd worden. Alternatieven AZ-3, AZ-5 en AZ-6 hebben effecten op de natuur. Voor AZ-6 gaat dit

over mogelijke verstoring van N2000-gebied Eemmeer & Gooimeer. Bij AZ-3 en AZ-5 om effecten op NNN Horsterwold. Ook raakt AZ-3 aan een ecologische verbingszone. Bij AZ-3 en AZ-5 worden sterk negatieve effecten verwacht op de gebiedskarakteristiek, omdat deze stations als losliggend element in het landschap komen te liggen. Bij de andere alternatieven wordt dit effect eveneens verwacht, maar minder sterk. Alternatief AZ-6 heeft sterk negatieve effecten op archeologie. Bij AZ-1 worden in de gebruiksfase sterk negatieve effecten verwacht vanwege geluid, dit gaat om effecten op Almere-Buiten.

Thema	Criterium	AZ-1	AZ-2	AZ-3	AZ-4	AZ-5	AZ-6
Bodem	(water)bodemkwaliteit	0	0	0	0	0	0
	draagkracht: risico op zetting	--	--	--	-	-	-
Water	grondwaterkwantiteit	-	0	-	0	-	-
	grondwaterkwaliteit	-	-	-	-	-	-
	oppervlaktewaterkwaliteit	-	-	-	-	-	-
	waterveiligheid	-	-	-	-	-	-
Natuur	Natura 2000-gebieden	0	0	0	0	0	-
	NNN en overige waardevolle gebieden	0	0	0	0	0	0
	overige waardevolle gebieden buiten het NNN	0	0	0	0	0	0
	houtopstanden	0	0	-	0	-	-
	beschermde soorten	0	0	0	0	0	-
	bedreigde soorten	0	0	0	0	0	0
Landschap	gebiedskarakteristiek (lijnniveau)	-	-	--	0	--	-
	specifieke elementen en hun samenhang (lijnniveau)	0	0	-	0	-	0
Cultuurhistorie en archeologie	historische (steden)bouw	0	0	0	0	0	0
	historische geografie	0	0	0	0	0	0
	UNESCO-werelderfgoed	0	0	0	0	0	0
	aardkundige waarden	-	-	-	-	-	-
	archeologische waarden	0	0	0	0	0	--
Veiligheid	externe veiligheid	0	0	0	0	0	0
	nautische veiligheid	0	0	0	0	0	0
	waterveiligheid	0	0	0	0	0	0
Leefomgeving en gezondheid	geluidsgevoelige objecten en -gebieden (realisatiefase)	0	0	0 (1)	0	0	0
	geluidseffecten (gebruiksfase)	-- (58)	0	- (1)	0	- (1)	- (2)
	gevoelige objecten in magneetveldzone (gebruiksfase)	0	0	0	0	0	0
	luchtkwaliteit (realisatiefase)	0	0	0 (1)	0	0	0
Gebruiksfuncties	overlap recreatieve bestemmingen (ha)	0	0	0	0	0	0

Thema	Criterium	AZ-1	AZ-2	AZ-3	AZ-4	AZ-5	AZ-6
	overlap werkfuncties (ha)	0	0	0	0	0	0
	doorsnijding landbouwgrond (ha)	15ha	15ha	15ha	15ha	15ha	15ha
	overlap windturbines (aantallen)	0	0	0	0	0	0
	overlap zonneparken (ha)	0	0	0	0	0	0

Tabel 5.6 Overzichtstabel effecten van zoekgebieden voor hoogspanningsstation Almere-Zeewolde

5.5 Uitplaatsing bestaande verbinding door Almere

Als onderdeel van de verkenning voor een nieuwe verbinding is gekeken naar de mogelijkheden voor het uitplaatsen van de bestaande 380 kV-verbinding uit het stedelijk gebied van Almere. Dit is in paragraaf 1.4.4 beschreven. Vanuit de invalshoeken techniek, milieu en kosten zijn verschillende mogelijkheden verkend. Het gaat om een beschouwing van de mogelijkheden voor de uitplaatsing in relatie tot de beschikbare ruimte en knelpunten die in de diverse onderzoeken naar voren zijn gekomen en binnen de hiervoor geschetste kader van nettechniek, inpassing en kosten. De notitie 'uitplaatsing bestaande verbinding door Almere' is een bijlage van de IEA en bevat een volledige toelichting op het onderzoek naar de uitplaatsing.

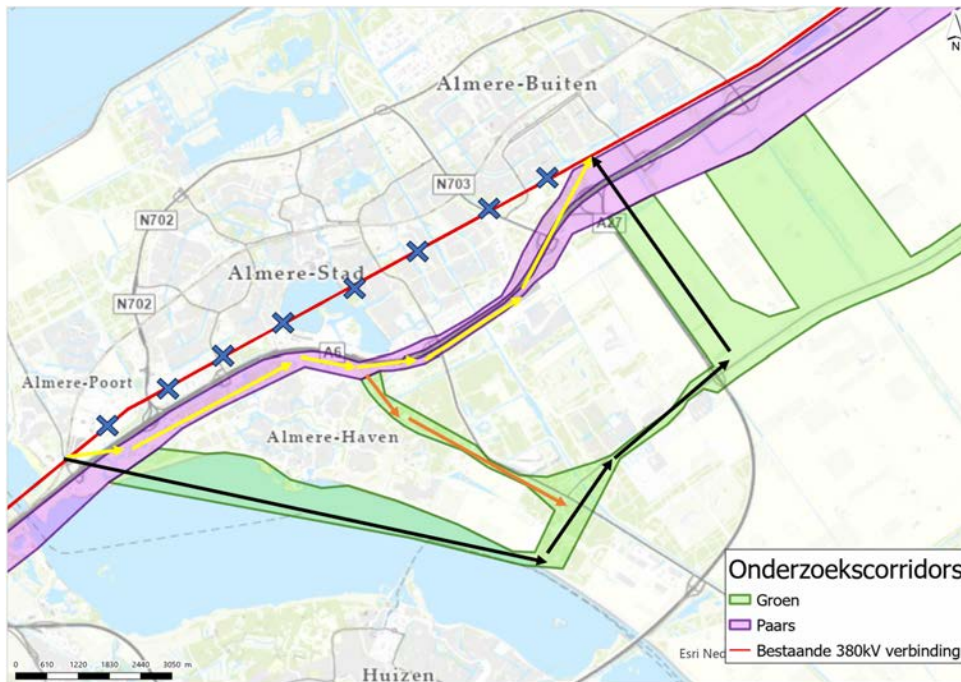
Voor het uitplaatsen van de bestaande 380 kV-verbinding door Almere zijn in het onderzoek verschillende mogelijkheden beschouwd:

- 1 bundelen met de nieuwe verbinding binnen één van de onderzoeksalternatieven;
- 2 verplaatsen naar één van de corridors en realiseren van de nieuwe verbinding in één van de andere corridors;
- 3 gedeeltelijk ondergronds brengen.

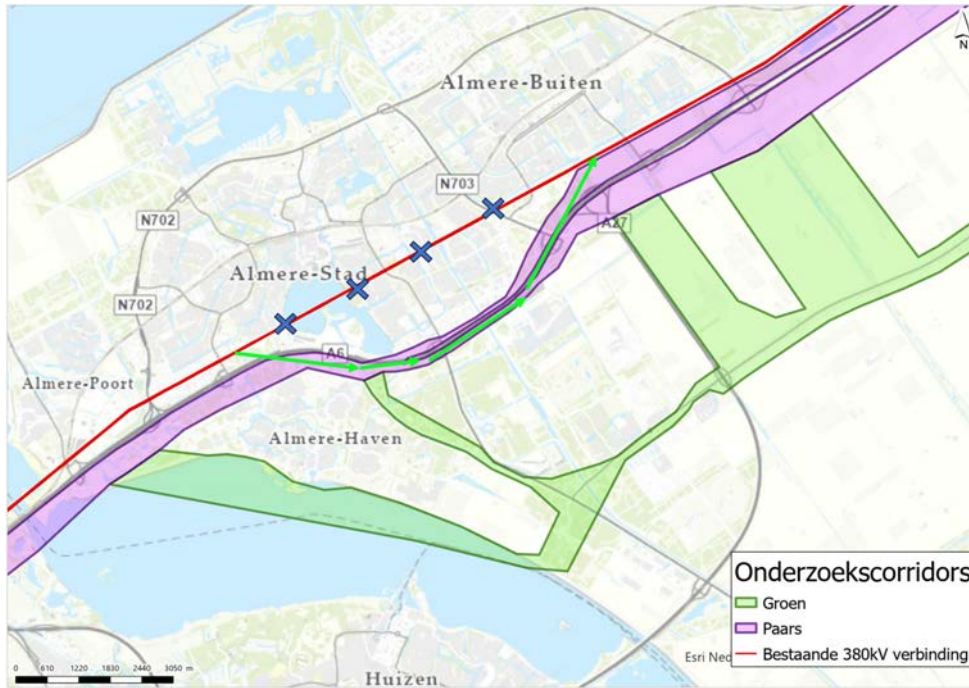
De notitie onderbouwt dat optie 1 en 3 na eerste verkenning niet als realistisch worden beschouwd. Er is geen acceptabele mogelijkheid om de uitgeplaatste bestaande verbinding én de nieuwe 380 kV-verbinding in één corridor te realiseren, waardoor optie 1 niet haalbaar is. Optie 2 (het gedeeltelijk ondergronds brengen van de bestaande verbinding) is tevens geen reëel te overwegen alternatief, vanwege het uitgangspunt 'bovengronds, tenzij'. De beleidslijn stelt dat een ondergrondse verbinding alleen is toegestaan als er geen bovengrondse alternatieven mogelijk zijn en er zwaarwegende redenen voor zijn om te onderzoeken of ondergronds tot de mogelijkheden behoort. De redenen hiervoor zijn uitgelegd in paragraaf 2.4.

Daardoor is verder verkend op welke manier het uitplaatsen van de bestaande verbinding naar de paarse corridor mogelijk zou zijn (optie 2). Hieruit volgen twee mogelijke varianten:

- 1 het uitplaatsen van de volledige 16 kilometer door stedelijk Almere. Dit betekent dat de bestaande verbinding ter hoogte van (ongeveer) knooppunt Gooimeer (Almere - Poort) afbuigt naar onderzoeksalternatief paars of groen en weer terugkomt bij aansluiting Almere Oostvaarders (N702). Zie figuur 5.10;
- 2 het uitplaatsen van een korter deel van de bestaande verbinding vanaf ongeveer het Weerwater (afbuigen ten zuidwesten daarvan) tot aan de Tussenring (N703). Het gaat dan om een traject van ongeveer 5 - 6 kilometer. Zie figuur 5.11.



Figuur 5.10 Varianten voor het uitplaatsen van de bestaande verbinding over 16 kilometer in het stedelijk gebied van Almere



Figuur 5.11 Variant voor het uitplaatsen van de bestaande verbinding over 5 - 6 kilometer in het stedelijk gebied van Almere

Vanuit milieu is een globale beschouwing gemaakt van de effecten van het uitplaatsen. Dit is niet integraal in de effectbepaling van de onderzoeksalternatieven in dit plan-MER betrokken, maar er is een aparte analyse uitgevoerd om de haalbaarheid van de uitplaatsing te beschouwen. Deze beschouwing vanuit milieu is hieronder opgenomen. De resultaten van de volledige beschouwing (ook vanuit techniek en kosten) zijn in de IEA samengevat.

Beschouwing uitplaatsing Almere vanuit milieu

Beide varianten omvatten een plaatselijke verwijdering van de 380 kV-hoogspanningsverbinding door bebouwd gebied van Almere-Stad. In variant 1 is deze afstand groter (16 kilometer) dan in variant 2 (5 à 6 kilometer). Bekend is dat zich in de huidige situatie woningen binnen de magneetveldzone bevinden van de huidige hoogspanningsverbinding door Almere. Een uitplaatsing van de verbinding zorgt ervoor dat er plaatselijk een vermindering is van het aantal gevoelige bestemmingen binnen de magneetveldzone.

Daarnaast gelden er in de huidige situatie beperkingen voor het gebruik van de gronden onder en direct naast de hoogspanningsverbinding. Zo mogen er bijvoorbeeld geen bomen staan onder de verbinding. Uitplaatsing van de verbinding zorgt ervoor dat er fysieke ruimte beschikbaar komt voor ander gebruik. In variant 1 is dit vrijkomend ruimtebeslag groter dan in variant 2.

De uitplaatsing van de hoogspanningsverbinding door Almere Stad, betekent dat op een andere locatie een hoogspanningsverbinding gerealiseerd moet worden. Beide varianten maken gebruik van de onderzochte routes van onderzoeksalternatief paars. Alle milieueffecten van dit onderzoeksalternatief zijn onderzocht en beschreven in de deelrapporten van het plan-MER. Onderzoeksalternatief paars bundelt in Almere met de A6, waarbij het onderzoeksalternatief een rand van de ontwikkellocatie Hortus (voorheen Floriade-terrein) en een rand van de ontwikkellocatie Oosterwold doorkruist. Het onderzoeksalternatief heeft in dit gebied geen overlap van de indicatieve magneetveldzone met bestaande woningen. De locaties van toekomstige woningen staan nog niet overal vast in de ontwikkellocaties Hortus en Oosterwold, daarom is daar nu geen overlap met toekomstige woningen bekend. Onderzoeksalternatief paars overlapt deels met de randen van bestaande of nieuwe bedrijventerreinen. Dit hoeft voor de bedrijven geen fysieke beperking op te leveren, een hoogspanningsverbinding kan over een bedrijventerrein heen lopen, mits er voldoende ruimte beschikbaar is om mastvoeten in te passen. Het kan wel bepaalde beperkingen opleveren voor de bedrijven (zoals een bouwhoogtebeperking of gebruik van bepaalde risicobronnen).

Op andere milieuthema's zijn ook plaatselijk effecten te verwachten van onderzoeksalternatief paars in dit gebied, zoals effecten op water, bodem, natuur, cultuurhistorie en archeologie. Deze komen aan bod in de effectbeoordeling van onderzoeksalternatieven Zuid-Paars-1 en Zuid-Paars-2 in dit plan-MER. Dit zijn veelal beperkte negatieve effecten die deels ook te mitigeren zijn.

Een eventuele verplaatsing heeft geen effect op de te onderzoeken onderzoekslocaties van het nieuwe hoogspanningsstation Almere-Zeewolde. Dit geldt voor beide varianten.

5.6 Onderscheidende milieueffecten in het kader van vergunbaarheid

In de paragrafen hierboven zijn de milieueffecten voor deelgebied zuid, noord en voor de stationslocaties beschreven. Hieruit volgt dat er op veel verschillende thema's die ten behoeve van dit plan-MER onderzocht zijn, negatieve of sterk negatieve effecten naar voren komen. Voor de keuze van een voorkeursalternatief is het belangrijk om aannemelijk te maken dat het voorkeursalternatief kan voldoen aan de wettelijke vereisten en dat er daarmee een vergunbaar voorkeursalternatief is. Bij veel van de milieuthema's is er geen direct raakvlak met de vergunbaarheid van de verschillende alternatieven. Bij een aantal milieuthema's is dit echter wel aan de orde. Ten behoeve van de integrale effectanalyse (IEA) is het belangrijk om deze in beeld te hebben, omdat dit mede bepalend kan zijn voor de keuze van het voorkeursalternatief.

Het gaat hierbij om drie criteria van de volgende milieuthema's:

- natuur: effect op Natura 2000-gebieden ('draadslachtoffers' en stikstof);
- cultuurhistorie: effect op UNESCO werelderfgoed;
- water: effect op oppervlaktewaterkwantiteit.

In de volgende paragrafen is toegelicht waarom bij deze criteria de vergunbaarheid van belang is en hoe dit mede bepalend kan zijn bij de keuze van het voorkeursalternatief. Aan het einde van de paragraaf is op kaart weergegeven voor deelgebied noord en zuid, voor welke deeltracés dit met name speelt.

5.6.1 Effect op Natura 2000-gebieden (draadslachtoffers en stikstof)

Draadslachtoffers zijn maatgevend voor de negatieve effecten van de nieuwe verbinding op natuur. De sterk negatieve effecten op draadslachtoffers in de gebruiksfase met een risico voor de vergunbaarheid zijn met name te verwachten bij de tracés die over of langs het IJmeer, Markermeer, IJsselmeer, Ketelmeer, Gooimeer, Oostvaardersplassen, en de oostelijke Randmeren gaan welke allemaal Vogelrichtlijn Natura 2000-gebieden zijn. Vanuit Natura 2000-wetgeving zijn vogels beschermd, en mogen deze niet gedood, verwond of verstoord worden. Zo geldt dat het veroorzaken van significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen (onder andere voor vogelsoorten) in beginsel niet is toegestaan. In H6 wordt verder ingegaan op mitigerende maatregelen om deze effecten te voorkomen. Deze zijn maar beperkt mogelijk, omdat de effectiviteit hiervan nog niet kwantitatief is bewezen. Ook het ondergronds aanbrengen van een hoogspanningsverbinding is vanuit technisch oogpunt niet tot beperkt mogelijk.

Ook voor Habitatrictlijngebieden worden significante effecten verwacht. Dit zijn effecten door de uitstoot van stikstof in de bouwfase. Depositie in kwetsbare gebieden zorgt voor achteruitgang van de flora en fauna, en hiermee voor effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van gebieden. Een verkennende berekening naar de inzet van elektrisch materieel liet zien dat ook met mitigatie bij alle alternatieven significante effecten verwacht kunnen worden.

Het bevoegd gezag kan alleen een omgevingsvergunning voor een Natura 2000-activiteit verlenen voor een project waarvan significante gevolgen voor de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied niet zijn uitgesloten, als succesvol de ADC-toets wordt doorlopen, wat betekent dat:

- er geen **A**lternatieve oplossingen zijn;
- het project nodig is om **D**wingende redenen van groot openbaar belang; en
- de nodige **C**ompenserende maatregelen worden getroffen om te waarborgen dat de algehele samenhang van Natura 2000 bewaard blijft.

Als onderdeel van het deelrapport natuur is ook een doorkijk opgenomen naar de haalbaarheid van een ADC-toets. Hierin is gekeken naar de vergunbaarheid van de verschillende onderzoeksalternatieven, vanuit ecologisch perspectief. Daarin is geconcludeerd dat voor bepaalde deeltracés de ADC-toets zeer waarschijnlijk niet met succes doorlopen kan worden, omdat er andere, reële alternatieven voorhanden zijn die tot minder negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen leiden (en wel aan doelbereik van het project voldoen).

Het gaat hier in het geval van draadslachtoffers veelal om de tracédelen die het open water kruisen van het IJmeer, Markermeer, IJsselmeer, Ketelmeer, Gooimeer en de Randmeren, en tracédelen die dicht langs de Oostvaardersplassen lopen. Van andere deeltracés is de verwachting dat deze realistischer zijn, ook mede omdat de compensatieopgave voor de effecten op Natura 2000 (met name ten aanzien van draadslachtoffers) een stuk kleiner en daarmee haalbaarder is. De Landsadvocaat heeft een beschouwing gegeven over deze redeneerlijn (bijlage IV van de IEA) en of de risico's ten aanzien van vergunbaarheid op een goede wijze in kaart zijn gebracht. Daarin is geconcludeerd dat deze methodiek navolgbaar is en dat dit de betreffende QuickScan de keuze van een voorkeursalternatief kan faciliteren.

Voor stikstof worden in de doorkijk naar de haalbaarheid van een ADC-toets algemene aanbevelingen gedaan. Uitstoot bij de bouw van tracédelen op water is hoger dan bij de bouw van tracédelen op land, en hier is minder inzet van elektrisch materieel mogelijk. Ook zijn voor de alternatieven met een grotere lengte meer aanlegwerkzaamheden nodig. Een zo kort mogelijk alternatief over land, met een zo groot mogelijke afstand tot kwetsbare natuurgebieden heeft de voorkeur.

In hoofdstuk 6.1 wordt, naar aanleiding van de verwachte significante effecten en beperkte mitigerende maatregelen, alvast een voorzet gedaan voor mogelijke compenserende maatregelen.

5.6.2 UNESCO-Werelderfgoed

Binnen het onderzoeksgebied voor de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding Diemen-Ens liggen twee werelderfgoederen: Schokland en omgeving, en Hollandse Waterlinies. De onderzoeksalternatieven in deelgebied zuid doorkruisen allen in meer of mindere mate de Hollandse Waterlinies. In deelgebied noord doorkruisen enkele onderzoeksalternatieven de beschermingszone van Schokland en omgeving. Een aantal onderzoeksalternatieven doorkruisen deze niet, maar hebben door de ligging nabij het werelderfgoed wel effecten erop.

Met de UNESCO Werelderfgoed status heeft Nederland zich een inspanningsverplichting opgelegd om Werelderfgoed te beschermen en in stand te houden op basis van het Werelderfgoedverdrag. In de Omgevingswet zijn regels opgenomen om Werelderfgoed te beschermen. Centraal binnen de regels staat de specifieke zorgplicht, welke ten doel heeft om beschadiging of vernieling van Werelderfgoed te voorkomen. Hierbij is een initiatiefnemer verplicht om alle mogelijke maatregelen te nemen die daarvoor nodig zijn voor een projectbesluit genomen kan worden.

Voor de Hollandse Waterlinies en Schokland en omgeving is de bescherming vastgelegd in het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl; voorheen Barro). Artikel 9.2 van het Bkl geeft aan: een projectbesluit mag de kernkwaliteiten van een Werelderfgoed niet aantasten. Dit betekent dat voor het vaststellen van een rijksprojectbesluit het noodzakelijk is dat er geen aantasting plaatsvindt van de in de provinciale omgevingsverordening uitgewerkte kernkwaliteiten.

UNESCO toetst op de instandhouding van de Outstanding Universal Values (OUV), in het Nederlands vertaald naar uitzonderlijke universele waarden. In Nederland zijn deze OUV vertaald in kernkwaliteiten, in de effectbeoordeling van dit plan-MER komt daarom vaak de term kernkwaliteiten voor. UNESCO betreft in haar beoordeling de maatregelen die worden getroffen om beschadiging/vernieling/aantasting te mitigeren of compenseren. In het geval UNESCO oordeelt dat een plan bij uitvoering leidt tot een aantasting van de beschermde OUV kan het Werelderfgoed op de gevarenlijst komen en in het uiterste geval kan de UNESCO Werelderfgoed status van de site ontnomen worden.

5.6.3 Oppervlaktewaterkwantiteit

In wetgeving zijn verschillende functies van het watersysteem beschermd. Zo is de waterkwaliteit, maar ook waterkwantiteit beschermd en mogen er niet zonder meer ontwikkelingen uitgevoerd worden die deze functies verslechteren.

In november 2022 is een kamerbrief gepubliceerd, over de rol van bodem en water bij ruimtelijke ordening. De inleiding van die kamerbrief haalt aan dat in Nederland steeds vaker tegen de grenzen van het water- en bodemsysteem aanloopt. Zeker met het oog op verdere klimaatverandering in de toekomst, wordt bekeken hoe water en bodem sturend kunnen zijn in de ruimtelijke ordening bij nieuwe ontwikkelingen. Dit houdt concreet in dat er structurerende keuzes gemaakt zijn door het Rijk die doorgevoerd worden in bestand of nieuw beleid. Zowel in nationaal beleid, maar bijvoorbeeld ook in diverse programma's van provincies, gemeenten en waterschappen. Hierbij gaat het bijvoorbeeld over voldoende water (waterkwantiteit), schoon en gezond water (waterkwaliteit) en ruimte voor water (tevens waterkwantiteit).

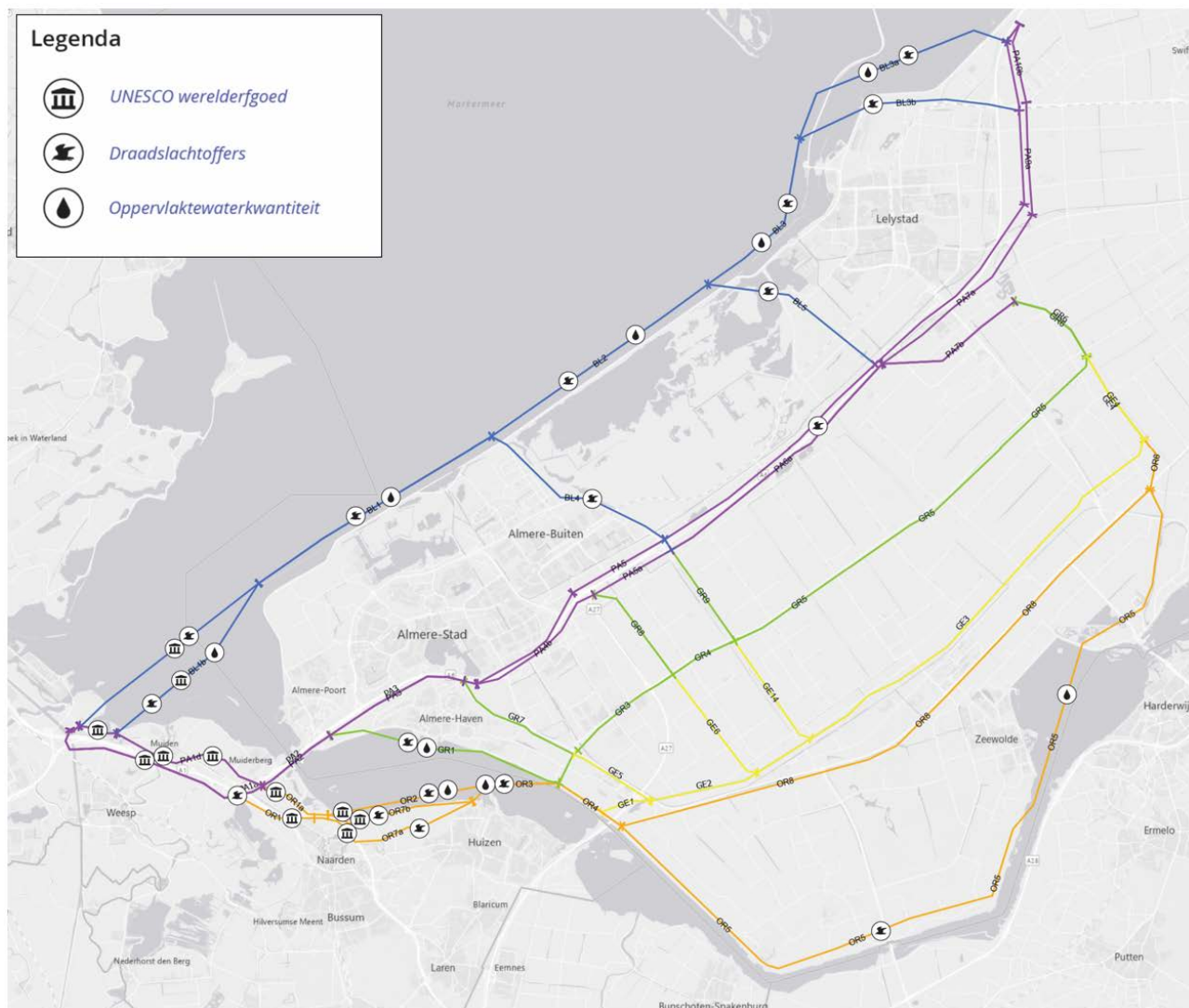
In het Bkl staat in lijn hiermee een beperking ten aanzien van landaanwinning en bouwwerken in het IJsselmeergebied. Artikel 5.49 stelt dat voor zover een omgevingsplan van toepassing is op het IJsselmeergebied, er geen landaanwinningen en bouwactiviteiten worden toegestaan. Wateren die onder IJsselmeergebied vallen, zijn: IJsselmeer, Ketelmeer, Vossemeer, Zwarte Meer, Markermeer, IJmeer, Buiten-IJ, Gooimeer, Eemmeer, Wolderwijd, Nijkerkernauw, Nulderneauw, Veluwemeer en Drontermeer.

Meerdere onderzoeksalternatieven vereisen de realisatie van één of meerdere eilanden om daarop een afspan- of hoekmast te kunnen plaatsen. Bijvoorbeeld wanneer de overspanning van het water langer is dan 5 kilometer, of wanneer er een knik (richtingverandering) gemaakt moet worden in het tracé.

In deelgebied zuid lopen de meeste deeltracés van Zuid-Blauw-1 en Zuid-Blauw-2 over water en zijn hier indicatief tussen de 5 en 13 eilanden nodig in het Markermeer en IJsselmeer om het tracé mogelijk te maken. Bij Zuid-Groen-1 gaat het om deeltracé GR1 waar er worst-case 2 (schier)eilanden nodig zijn in het Gooimeer. Bij Zuid-Oranje-1 gaat het worst-case om 1 eiland in het Gooimeer (tussen deeltracés OR7 en OR3) en 1 eiland in het Wolderwijd (deeltracé OR5). Bij Zuid-Oranje-2 gaat het worst-case om 1 eiland in het Gooimeer (tussen deeltracés OR2 en OR3). In deelgebied noord zijn er voor Noord-Blauw-1 worst-case 4 eilanden nodig in het IJsselmeer. Dit is strijdig met bovengenoemd Bkl artikel 5.49, aangaande nieuwe landaanwinning in het IJsselmeergebied. Het is onwaarschijnlijk dat hier van afgeweken kan worden en dat er toestemming wordt verleend aan realisatie eilanden in het IJsselmeergebied om de hoogspanningsverbinding mogelijk te maken, als er andere realistische alternatieven beschikbaar zijn die géén landaanwinning in deze wateren vereisen.

5.6.4 Kaartbeelden voor deelgebied zuid en noord

Op figuren 5.12 en 5.13 is op kaart aangegeven voor welke deeltracés deze onderscheidende milieueffecten in het kader van vergunbaarheid met name gelden.



Figuur 5.12 Onderscheidende milieueffecten in het kader van vergunbaarheid, indicatief op kaart voor onderzoeksalternatieven in deelgebied zuid



Figuur 5.13 Onderscheidende milieueffecten in het kader van vergunbaarheid, indicatief op kaart voor onderzoeksalternatieven in deelgebied noord

5.7 Voortschrijdend inzicht ten aanzien van de hoogspanningsstations

Om te weten hoe de nieuwe verbinding functioneert in het gehele elektriciteitsnetwerk zijn netberekeningen uitgevoerd. Het is belangrijk om te weten hoe de elektriciteit zich door het net verdeelt. De elektriciteit 'kiest' namelijk de weg van de minste weerstand. Als de nieuwe verbinding aanzienlijk langer of korter is dan de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding tussen Diemen, Lelystad en Ens, verdeelt de elektriciteit zich niet goed over beide verbindingen. Dan zijn er maatregelen nodig om de weerstand gelijk te krijgen. Die maatregelen hebben weer effect op het functioneren en de betrouwbaarheid van het elektriciteitsnet en op de mate waarin de doelstellingen van het project bereikt kunnen worden (doelbereik, zie ook paragraaf 1.3). Een volledige beschrijving van de resultaten van de netberekeningen is opgenomen in de Integrale Effectanalyse. Parallel is ook de laatste stand van zaken van de congestie op het elektriciteitsnet, en de doorwerking hiervan op de indeling van het elektriciteitsnet bekend geworden in een netvisie vanuit diverse netbeheerders. Uit deze visie blijkt dat een verdere opsplitsing van het 150 kV-net nodig is om netcongestie in de regio's op te lossen.

Een aantal belangrijke consequenties van de netberekeningen en netvisie zijn hieronder samengevat. Vervolgens wordt ingegaan in hoe deze consequenties impact hebben op de milieubeoordelingen in dit plan-MER.

- 1 Zowel de bestaande als de nieuwe 380 kV-verbindingen tussen Diemen en Ens moeten aangesloten worden op het 380 kV-hoogspanningsstation bij Lelystad om de elektriciteit beter te verdelen over beide verbindingen.
- 2 De komende jaren is er een tweede deelnet in de buurt van Lelystad nodig voor de regionale elektriciteitsvoorziening en om netcongestie in de regio op te lossen. De twee deelnetten in de regio Lelystad moeten op één gezamenlijk 380 kV-hoogspanningsstation bij Lelystad worden aangesloten én zo dicht mogelijk bij de Maximacentrale (bij het huidige 380 kV-hoogspanningsstation Lelystad). Anders ontstaat er een transportknelpunt tussen beide deelnetten. Voor één deelnet is een nieuw 380 kV station van 15 hectare nodig; bij twee deelnetten gaat dat om ruim het dubbele.
- 3 De bestaande 380 kV-verbinding tussen Diemen en Ens moet in alle gevallen worden aangesloten op het 380 kV-hoogspanningsstation Almere-Zeewolde.
- 4 Er zijn grote risico's voor de betrouwbaarheid en het doelbereik als alleen de bestaande 380 kV-verbinding op het nieuwe station Almere-Zeewolde wordt aangesloten. Ook de nieuwe 380 kV-verbinding moet op dit station aansluiten om de elektriciteit beter te verdelen over beide verbindingen.

Wat betekenen deze resultaten concreet voor hoogspanningsstation Almere-Zeewolde?

Van alle onderzochte zoekgebieden voor het nieuwe station Almere-Zeewolde, voldoen alleen AZ-1 en AZ-2 aan de eisen die voortkomen uit de netberekeningen, omdat het op deze locaties mogelijk is om zowel de bestaande als de nieuwe hoogspanningsverbinding aan te sluiten. De verbindingen naar de stations zijn in het plan-MER nog niet concreet uitgewerkt. De milieueffecten wijzigen hier niet door.

Wat betekenen deze resultaten concreet voor hoogspanningsstation Lelystad?

Van alle onderzochte zoekgebieden voor het nieuwe station bij Lelystad, voldoet alleen L-1 aan de eisen die voortkomen uit de netberekeningen. Het bestaande 380 kV-hoogspanningsstation bij Lelystad én het nieuw te realiseren 380 kV-hoogspanningsstation moeten direct aan elkaar gekoppeld worden om het vermogen tussen de stations te kunnen transporteren. Dit kan niet met een lijnverbinding tussen de stations. Daarmee is er dus één grote locatie (van ca. 35 hectare) nodig voor de beide 380 kV-stations bij elkaar. Ook moet de afstand tot de Maximacentrale zo kort mogelijk zijn in verband met overbelasting van de elektriciteitsverbinding tussen de Maximacentrale en de 380 kV-hoogspanningsstations.

In de milieueffectonderzoeken van het plan-MER was nog geen rekening gehouden met een omvang van ca. 35 ha voor het nieuwe hoogspanningsstation. Daarom is hieronder een gevoeligheidsanalyse gedaan, om in beeld te brengen of er aanvullende of grotere nadelige milieueffecten te verwachten zijn op L-1 wanneer rekening gehouden wordt met een omvang van 35 ha, in plaats van 15 ha.

Op de milieuthema's bodem, natuur, landschap en veiligheid worden geen aanvullende of grotere nadelige

effecten verwacht voor een station van 35 ha op L-1 ten opzichte van een station van 15 ha.

Water

Bij een station van 35 ha is een grotere toename verharding te verwachten dan bij een station van 15 ha. Dit zorgt echter niet voor een andere beoordeling, dit blijft een negatief effect (-) op het criterium oppervlaktewaterkwantiteit. De precieze omvang van de toename verharding is in deze fase nog niet in beeld gebracht, dat vergt nadere uitwerking van de stationslocatie in de planuitwerkingsfase. Op andere criteria van dit thema zijn er geen grotere of andere effecten.

Cultuurhistorie & archeologie

L-1 ligt volledig in aardkundig waardevol gebied 'Stroomgebied oer-IJssel met rivierduinen'. Omdat er nu sprake is van een nieuw station van 35 hectare, is de overlap met het aardkundig waardevol gebied meer dan verdubbeld ten opzichte van een station van 15 hectare. Dit is een negatief effect (-). Op andere criteria van dit thema zijn er geen grotere of andere effecten.

Gebruiksfuncties

Een vergroting van het benodigde oppervlak van station L-1 van 15 ha naar 35 ha, betekent dat oppervlakteverlies aan landbouwareaal ook vergroot wordt van 15 ha naar 35 ha. Het referentievlak ligt namelijk volledig op landbouwgronden.

Op andere criteria van dit thema zijn er geen grotere of andere effecten.

Leefomgeving & gezondheid

De belemmeringszone voor geluid in de gebruiksfase (300m) van een hoogspanningsstation van 35 ha overlapt met drie gevoelige bestemmingen, dit is een negatief effect (-). Nog 4 andere gevoelige bestemmingen liggen net buiten de zone van 300m rondom het referentievlak van het station (tussen 300 en 350 meter afstand). Als het referentievlak nog iets meer in zuid en/of oostelijke richting verplaatst wordt binnen het zoekgebied, kan de belemmeringszone voor geluid in de gebruiksfase ook met die gevoelige bestemmingen overlappen. Voor een hoogspanningsstation van 15 ha lagen 0 gevoelige bestemmingen in de belemmeringszone voor geluid in de gebruiksfase, zolang het referentievlak in de noordwest kant van het zoekgebied geplaatst wordt (aan de kant van de snelweg).

Op andere criteria van dit thema zijn er geen grotere of andere effecten.

Duurzaamheid

Voor een station van 35 hectare zijn meer grondstoffen en materialen nodig voor de terreininrichting en realisatie van de benodigde systemen en componenten dan voor een station van 15 ha. Ook zijn er meer transportbewegingen en bouwactiviteiten nodig, die leiden tot meer uitstoot van broeikasgassen. Het is in deze fase nog niet volledig kwantitatief te maken om hoeveel grondstoffen, materialen en uitstoot broeikasgassen het gaat.

6. Mitigerende maatregelen

In dit plan-MER is op twee manieren gekeken naar mogelijke mitigerende maatregelen. Enerzijds kunnen er mogelijkheden zijn om de referentielijn binnen de corridor te verplaatsen, waardoor negatieve effecten worden verminderd of voorkomen. Dit kan ook het geval zijn voor de hoogspanningsstations, waarbij het referentievlak binnen het zoekgebied verplaatst kan worden, om bepaalde negatieve effecten te verminderen of voorkomen. Deze zijn in het kader van dit project 'optimalisaties' genoemd. Anderzijds kunnen er generieke mitigerende maatregelen zijn. Dit kunnen uitvoeringsgerichte maatregelen zijn maar ook fysieke maatregelen, zoals het toepassen van andere hoogtes van masten en het afschermen van de verbinding met bomen. Specifiek voor het beperken van draadslachtoffers lopen er onderzoeken naar het toepassen van nieuwe vormen van draadmarkering (zoals vogelflappen, fireflies of hawkeye), waarvan veelal de effectiviteit en bruikbaarheid nog moet worden aangetoond.

Er kan voor worden gekozen om de maatregelen onderdeel te laten uitmaken van het voorkeursalternatief indien deze het voorkeursalternatief en de verdere uitwerking ervan beïnvloeden. Daarnaast wordt in de volgende fase als onderdeel van het project-MER wederom gekeken naar mitigerende maatregelen die meer gericht zijn op de inpassing en het verminderen van effecten, maar niet zozeer op de haalbaarheid van het voorkeursalternatief.

In de volgende paragrafen is zowel voor de verbinding (paragraaf 6.1) als voor de stations (paragraaf 6.2) per thema beknopt ingegaan op de mogelijkheden die gezien worden voor optimalisaties binnen de corridor, of de meer generieke maatregelen. Dit is uitgebreider terug te lezen in de betreffende deelrapporten van de effectstudies.

6.1 Maatregelen voor de hoogspanningsverbinding

Bodem

Het hele onderzoeksgebied is zettingsgevoelig. Op sommige delen is het risico op zetting groot, op andere delen gaat het om een beperkt risico. Het verschuiven van de referentielijnen binnen de corridors maakt geen duidelijk verschil. Er kan wellicht lokaal een verminderd risico op zetting optreden, maar dit is slechts een beperkte verbetering. De risico's op zetting blijven duidelijk aanwezig. Of er daadwerkelijk effecten optreden door zetting, moet mede bepaald worden aan de hand van de uitvoeringswijze. Er zijn diverse maatregelen te nemen om het risico op zetting in de uitvoeringsfase te beperken, bijvoorbeeld het toepassen van bepaalde type funderingen en het zoveel mogelijk voorkomen van trillingen.

Water

Voor grondwaterkwantiteit kan door het verschuiven van de referentielijn lokaal mogelijk een doorsnijding voorkomen worden, maar in de meeste gevallen zijn de slecht doorlatende lagen breder dan de corridor en levert verschuiven van de referentielijn geen verbetering op. Met maatwerk kan hier lokaal een kleine verbetering worden gerealiseerd zodat het effect op grondwater minder negatief is. Dit brengt de beoordeling niet terug tot een neutrale score.

Voor grondwaterkwaliteit zijn er een paar optimalisaties mogelijk. De volgende aanbevelingen zijn gedaan:

- verleg deeltracé GR5 van Zuid-Groen-1 naar het noorden zodat het buiten de beschermingszone van de drinkwaterwinning komt te liggen;
- verleg deeltracé OR5 van Zuid-Oranje-1 naar de oostelijke rand van de corridor zodat een doorsnijding van grondwaterbeschermingsgebied wordt voorkomen. En verplaats deeltracés OR3 en OR4 naar het zuiden van de corridor om een doorsnijding van grondwaterbeschermingsgebied te voorkomen;
- verplaats deeltracé OR8 in Zuid-Oranje-2 noordelijker binnen de corridor, zodat de referentielijn buiten het grondwaterbeschermingsgebied ligt. Doorsnijding van het waterwingebied is in OR8 niet te voorkomen binnen de corridor.

Voor oppervlaktewaterkwantiteit en oppervlaktewaterkwaliteit zorgen met name de eilanden die nodig zijn in het water voor negatieve effecten. Voor de haalbaarheid van onderzoeksalternatieven Zuid-Blauw-1, Zuid-Blauw-1, Noord-Blauw-1, Zuid-Oranje-1, Zuid-Oranje-2 en Zuid-Groen-1, is het noodzakelijk om de masten over het Markermeer/IJsselmeer en de randmeren te verplaatsen naar land. Nieuwe landaanwinning (aanleggen van eilanden) in het IJsselmeergebied is namelijk niet toegestaan vanuit het Bkl.

Voor zowel grondwaterkwaliteit, -kwantiteit en oppervlaktewaterkwaliteit geldt dat er maatregelen in de uitvoeringsfase mogelijk zijn om de effecten te beperken, gerelateerd aan de precieze uitvoeringsmethode. Voor oppervlaktewaterkwantiteit kan bekeken worden of kleinere eilanden mogelijk zijn dan waar nu vanuit is gegaan. Dit zorgt voor minder negatieve effecten en een kleinere compensatieopgave (maar brengt het niet terug tot een neutrale score).

Natuur

In onderstaande paragrafen wordt eerst ingegaan op mitigerende maatregelen. Vanwege de beperkte mogelijke maatregelen wordt vervolgens alvast een doorkijk gegeven naar compenserende maatregelen.

Mitigerende maatregelen

Voor de effecten op Natura 2000-gebieden geldt dat het niet alleen gaat om fysieke doorsnijding, maar ook een hoogspanningsverbinding buiten de begrenzing van Natura 2000-gebieden kan effecten hebben op de instandhoudingsdoelstellingen. Met het verplaatsen van de referentielijn binnen de corridor kan naar verwachting lokaal maar zeer beperkt (over een lengte van enkele honderden meters) oppervlakteverlies voorkomen worden. Doorsnijding van weidevogelleefgebied in Noord-Holland in PA1d zou vermeden kunnen worden door de referentielijn te verplaatsen naar de zuidkant van de corridor (meer tegen de A1 aan). Bij Noord-Oranje-1 en Noord-Oranje-2 is doorsnijding met weidevogelleefgebied van Overijssel maar beperkt te voorkomen door verplaatsing binnen de corridor.

Voor het effect op beschermde soorten en bedreigde soorten is nog niet te zeggen of verplaatsen van de referentielijn voor minder effecten zorgt. Nader onderzoek in de planuitwerkingsfase en de mastlocaties van de hoogspanningsverbinding zijn hiervoor nodig om dit te bepalen. Dan kan ook bepaald worden of en hoe groot de compensatieopgave is.

Op veel plekken waar sprake is van overlap met het NNN, is deze overlap niet of heel beperkt te vermijden door de referentielijn te verplaatsen binnen de corridor. Dit komt dan doordat de corridor ook (vrijwel) volledig binnen de begrenzing van NNN ligt. Op een paar locaties worden er wel mogelijkheden gezien om doorsnijding van NNN te beperken:

- deeltracé PA6a verplaatsen in oostelijke richting (verder van de snelweg af). Dit voorkomt doorsnijding over een lengte van circa 2,5 kilometer;
- in de overgang van PA6a naar PA7a/PA7b de referentielijn verder van de snelweg verplaatsen (oostelijke richting). Dit kan doorsnijding van circa 1,5 - 1,7 kilometer vermijden;
- overlap van deeltracé BL5 met de hoek van de Oostvaardersplassen kan worden voorkomen door de afsplitsing van BL3 verder noordelijk te verplaatsen. Dit vermijdt doorsnijding van circa 2,1 kilometer met het NNN.

In het Bkl is opgenomen dat het Rijk geen Projectbesluit kan vaststellen als het project nadelige gevolgen kan hebben voor de wezenlijke kenmerken en waarden van het Natuurnetwerk Nederland, behalve als deze gevolgen worden gecompenseerd (artikel 9.3 Bkl). De compensatieopgave wordt uitgewerkt in de planuitwerkingsfase, het is de verwachting dat in de benodigde compensatie voorzien kan worden.

Op locaties waar natuur-/beheertype bos verloren gaat (houtopstanden) is het mogelijk om struweel bestaande uit inheemse soorten aan te planten onder de nieuwe hoogspanningsverbinding. In veel gevallen kan dit aangemerkt worden als onderdeel van het natuur-/beheertype bos. Na inrichting en ingebruikname van de hoogspanningsverbinding kan dit deel van het bos zich daardoor (functioneel) herstellen. Daarnaast geldt een compensatieopgave voor verlies aan houtopstanden. Dat wordt in de planuitwerkingsfase verder uitgewerkt als de precieze omvang van het verlies aan houtopstanden bepaald kan worden.

Om de effecten op draadslachtoffers te verminderen, kan in de volgende projectfase onderzocht worden of de hoogte van de masten afgestemd kan worden op de vlieghoogte van de vogels (dit geldt voor alle onderzoeksalternatieven). Hier is in deze verkenningsfase op hoofdlijnen reeds naar gekeken. De vlieghoogte van vogels is sterk locatiespecifiek en verschilt per vogelsoort, waardoor nu nog onvoldoende beeld is verkregen waar een verhoging of verlaging van masten mogelijk voor minder draadslachtoffers zou kunnen zorgen. Ook kan onderzocht worden in de volgende projectfase of aanvullende draadmarkering toegepast kan worden. Sovon bevestigt in een onderzoek naar mitigerende maatregelen (zie bijlage 10 van deelrapport Natuur) dat de zichtbaarheid van de draden een belangrijke parameter is in het aantal draadslachtoffers. De effectiviteit van draadmarkeringen varieert sterk tussen 3 % en 95 % omdat de effecten van het verhogen van de zichtbaarheid per soort(groep) sterk kan verschillen. Varkenskrullen worden door TenneT reeds standaard toegepast bij nieuwe hoogspanningsverbindingen om draadslachtoffers onder vogels te reduceren. Er is ook een ander soort draadmarkering ontwikkeld, zoals

Fireflies of vogelflappen. Op basis van onderzoek naar de technische toepassing en effectiviteit van dergelijke draadmarkering op een Flevolands deel van de bestaande hoogspanningsverbinding kunnen geen harde conclusies over de effectiviteit van dergelijke draadmarkering worden getrokken. Wel werden er minder slachtoffers gevonden dan in de situatie met alleen maar varkenskrullen. Ook lopen er onderzoeken (onder anderen een pilot vanuit TenneT) naar een ander soort draadmarkering, de Hawk Eye genaamd. Dit zijn reflecterende strips die ook 's nachts of bij slechte weersomstandigheden goed zichtbaar zouden zijn. Er is nog weinig informatie bekend over de effectiviteit hiervan, maar de eerste resultaten lijken tot aanzienlijke vermindering van draadslachtoffers te kunnen leiden. Nader onderzoek moet uitwijzen of dit gekwantificeerd kan worden, zodat dit voor de onderzoeksalternatieven voor een vermindering van draadslachtoffers zorgt. Met name voor de onderzoeksalternatieven die door of langs open water lopen (Markermeer, IJsselmeer en alle randmeren). Echter is de verwachting dat de effecten na mitigatie alsnog significant zijn, dus deze maatregel neemt de sterk negatieve effecten niet volledig weg.

Effecten door de uitstoot van stikstof kunnen deels gemitigeerd worden door de inzet van elektrisch materieel. Uit een indicatieve proefberekening bleek dat de inzet van elektrisch materieel leidt tot een reductie van de emissies van stikstofdioxide en/of ammoniak van 4 tot 47 %, afhankelijk van het alternatief. Ondanks deze reductie biedt deze mitigerende maatregel vooralsnog onvoldoende soelaas om significante effecten uit te kunnen sluiten.

Zoals in paragraaf 2.4 is beschreven, is ondergrondse aanleg enkel in zwaarwegende gevallen en na uitgebreid onderzoek mogelijk. Vanuit het oogpunt van vergunbaarheid op het gebied van Natura 2000, is ondergrondse aanleg te overwegen op een aantal kritieke locaties, wanneer er geen alternatief mogelijk is die minder effecten veroorzaakt. De effecten op vogels zijn het grootst bij deeltracés door of langs open water met een Natura 2000-status (zoals het Markermeer, IJsselmeer, de randmeren en het Naardermeer) en rondom de Oostvaardersplassen. Ondergrondse aanleg van delen van de hoogspanningsverbinding op vooral deze plaatsen kan tot beduidend lagere aantallen draadslachtoffers leiden.

Doorkijk naar compenserende maatregelen

Vanwege de beperkte effectiviteit van mitigerende maatregelen kunnen vooralsnog significante effecten op N2000-gebieden niet worden uitgesloten. Met compenserende maatregelen kan alsnog een deel van het verlies aan (kwaliteit van) leefgebied (elders) gecompenseerd worden. Wat voorbeelden van compenserende maatregelen die kunnen worden toegepast:

- effecten op rustplaatsen aan de oevers bij een grote oversteek over open water, zoals bijvoorbeeld de ruiende futen in het IJsselmeer, kunnen bijvoorbeeld gecompenseerd worden door elders luwtes te creëren door structuren als eilanden en dammen;
- antropogene verstoringsbronnen als scheepvaart en visserij kunnen op een locatie weggenomen worden;
- effecten op benthos-etende soorten kunnen gecompenseerd worden door de aanleg van mosselbanken;
- verlies aan broedhabitat kan gecompenseerd worden door de aanleg van nieuw rietmoeras.

Landschap

In het deelrapport landschap worden veel mogelijkheden gezien voor optimalisaties binnen de corridors, om negatieve effecten van de referentielijnen te verminderen door deze te verplaatsen. Deze zijn niet allen herhaald in dit hoofdrapport, voor het totaaloverzicht wordt verwezen naar het betreffende deelrapport.

Grofweg zijn de maatregelen in te delen in drie categorieën:

- maatregelen die ervoor zorgen dat de referentielijn rechter loopt zonder onnodige knikken;
- maatregelen die ervoor zorgen dat de referentielijn meer bundelt met bestaande lijnen in het landschap, bijvoorbeeld bestaande infrastructurele lijnen (wegen of bestaande hoogspanningsverbindingen), maar ook landschappelijke lijnen, zoals bestaande laanstructuren. Hiermee blijft de openheid beter in stand;
- maatregelen die ervoor zorgen dat er kortere routes ontstaan.

Zowel voor de referentielijnen in deelgebied noord als deelgebied zuid kan dit tot minder negatieve effecten leiden. Het neemt de effecten echter niet volledig weg.

Daarnaast zijn er diverse maatregelen voorgesteld in het kader van een goede landschappelijke inpassing, waarmee negatieve effecten op het landschap gemitigeerd kunnen worden. Dit zijn bijvoorbeeld maatregelen die het zicht op de verbinding of het hoogspanningsstation ontnemen door op strategische plekken beplanting aan te brengen. Ook kan gelet worden op het voorkomen van scherpe grenzen wanneer doorsnijding met bosgebieden niet voorkomen kan worden, door de randen van bosgebieden zo geleidelijk mogelijk over te laten gaan van bos, via struweel naar open landschap.

Cultuurhistorie en archeologie

Beperkte verschuivingen van referentielijnen binnen de corridor kan voorkomen dat bekende archeologische waarden geraakt worden. Bijvoorbeeld in PA14, GR5, OR5 en OR7b kan dit de overlap met archeologische monumenten voorkomen.

Het verschuiven van referentielijnen binnen de corridor zorgt niet voor minder negatieve effecten op aardkundige waarden, omdat veelal de gehele corridor binnen aardkundig waardevol gebied ligt. Dit geldt ook voor het effect op UNESCO-werelderfgoed. Verschuivingen binnen de corridor kunnen hier lokaal wellicht voor iets minder effecten zorgen, maar levert zeer beperkte vermindering van effecten op. Wel kan ondergrondse aanleg de grote negatieve impact op UNESCO-werelderfgoed Hollandse Waterlinies verminderen. Dit geldt voor alle deeltracés in deelgebied zuid die een sterk negatief effect op UNESCO-werelderfgoed hebben. Bekend is echter dat dit niet technisch haalbaar is voor het gehele gebied waarbij de referentielijn door de Hollandse Waterlinies loopt. Op een paar locaties is onderzoek naar ondergrondse aanleg met name relevant om de negatieve effecten op Hollandse Waterlinies te beperken, namelijk in deeltracé PA1d (tussen Muiden in richting van Muiderberg) en deeltracé OR7a (de referentielijn loopt hier tussen de snelweg A1 en vesting Naarden).

Voor deelgebied noord zorgt ondergrondse aanleg niet per definitie voor minder nadelige effecten op UNESCO-werelderfgoed Schokland en omgeving. Dit komt omdat archeologische resten hier ook als kernkwaliteit beschermd zijn. Een verkennend archeologisch booronderzoek (zie bijlage 4 bij deelrapport

Cultuurhistorie en Archeologie) laat zien dat de resten van prehistorische bewoning op een diepte van ongeveer 3,5 meter -mv in de toppen van het rivierduincomplex van het pleistocene zand kunnen liggen. Resten van vroeghistorische bewoning in een natter wordende omgeving kunnen zich bevinden in de veenlaag, die ongeveer 30 centimeter en dieper onder het maaiveld ligt. Een open ontgraving kan voornamelijk de resten in de veenlaag verstoren of beschadigen. Met ondergrondse aanleg via een gestuurde boring zou deels onder de archeologische resten op een wat grotere diepte geboord kunnen worden zodat de waarden beschermd blijven. Dit kan echter maar voor gedeeltes van circa 1 kilometer, waarna kabels met een open ontgraving aan elkaar verbonden moeten worden. Hierbij worden effecten verwacht op de archeologische verwachtingen in het veen en in de toplaag van het pleistocene zand. Gedeeltelijke ondergrondse aanleg van deeltracé PA13 kan bovengronds voor minder effecten leiden op de kernkwaliteit openheid, maar ondergronds wellicht juist voor meer effecten op de archeologische waarden. Meer generieke mitigerende maatregelen om de effecten op werelderfgoed te beperken, zijn het zoveel mogelijk volgen van de bestaande structuren/infrastructuur, en het aanbrengen van eenduidigheid in de masten. Bijvoorbeeld door dezelfde type/soort masten toe te passen en de masten zoveel mogelijk 'in de pas' te laten lopen, wanneer er al een bestaande hoogspanningsverbinding loopt. In de verkenningsfase heeft hier verdiepend onderzoek naar plaatsgevonden, waarvan de resultaten zijn opgenomen in de IEA. Deze informatie zorgt voor een beter zicht op de risico's ten aanzien van de technische en juridische uitvoerbaarheid van de mitigerende maatregelen om de effecten rondom Schokland en omgeving te beperken en tot een haalbaar voorkeursalternatief te komen. In de planuitwerkingsfase wordt hier verder onderzoek naar gedaan.

Veiligheid

Voor externe veiligheid kan het verschuiven van de referentielijn binnen de corridor ervoor zorgen dat parallelloop met een grote buisleiding over langere afstand voorkomen wordt. Dit kan bijvoorbeeld in deeltracés PA2 en PA3, waarbij de referentielijn verder van de brug af kan komen te liggen. Op een aantal andere locaties waarbij de referentielijn op korte afstand (soms minder dan 55 meter) vanaf de snelweg A6 ligt, is er niet altijd voldoende ruimte binnen de corridor om dit te voorkomen.

De overlap van de belemmeringszone van deeltracés PA1d en OR8 met risicobronnen van SEVESO bedrijven is wel te voorkomen door de referentielijn op te schuiven naar een iets noordelijkere ligging binnen de corridor. Voor nautische veiligheid worden enkel bij Zuid-Blauw-1 en Zuid-Blauw-2 mogelijkheden gezien om de sterk negatieve effecten te verminderen door de referentielijn waar mogelijk binnendijks te plaatsen ter hoogte van Almere en Oostvaardersplassen, zodat er minder masten in de vaarweg komen te staan. Voor het criterium waterveiligheid zijn er in deelgebied zuid vooral mogelijkheden bij de oranje referentielijn (zoals OR5) verder landinwaarts te leggen waardoor er een grotere afstand ontstaat tussen de hoogspanningsverbinding en de (beschermingszones van de) primaire waterkering. In deelgebied noord zijn er geen sterk negatieve effecten op waterveiligheid, wel zijn hier een paar mogelijkheden om de referentielijn iets te verleggen zodat deze buiten de beschermingszone van de primaire waterkeringen komen te liggen.

Generieke maatregelen voor dit thema zijn naar verwachting onvoldoende om de effecten weg te nemen. Wel kunnen deze het effect wat verminderen. Zo kan er voor het effect op nautische veiligheid gedacht worden aan het plaatsen van bebording, verlichting en vaarinstructies.

Leefomgeving en gezondheid

Op diverse plekken kan het verplaatsen van de referentielijn binnen de corridor ervoor zorgen dat er minder gevoelige bestemmingen binnen de indicatieve magneetveldzone komen te staan. In de planuitwerkingsfase moet worden bekeken of dit ook technisch haalbaar is en of het wellicht bij andere milieuthema's tot meer nadelige effecten kan leiden. Hieronder zijn twee specifieke locaties beschreven waar de overlap van meerdere woningen met de indicatieve magneetveldzone wellicht kan worden voorkomen:

- door deeltracé PA1d te verplaatsen naar het zuiden van de corridor, dichtertegen de A1 aan, kan een deel van de overlap met (worst-case) 20 gevoelige bestemmingen worden voorkomen. Hoeveel precies is onzeker, dat hangt er vanaf hoeveel dichtertegen naar de snelweg de hoogspanningsverbinding technisch mogelijk is;
- door deeltracé OR1a te verschuiven binnen de corridor en de 'knikken' in het tracé op iets andere locaties te plaatsen, kan overlap met 5 woningen in het Naarderbos mogelijk worden voorkomen.

Verder zijn er meerdere deeltracés (in zowel deelgebied zuid als noord) waar er één tot maximaal drie woningen binnen de indicatieve magneetveldzone liggen. Het is op dit moment de verwachting dat met een beperkte verschuiving van de referentielijn, overlap van de indicatieve magneetveldzone met de betreffende woningen voorkomen kan worden. Technische uitwerking en onderzoek moet echter in de volgende fase uitwijzen of dit het geval is.

Generiek zijn er maatregelen in het deelrapport benoemd die tijdelijke geluidhinder of tijdelijke verslechtering van de luchtkwaliteit kunnen beperken, door uitvoeringsmaatregelen te treffen in de realisatiefase.

Gebruiksfuncties

Op een aantal locaties kan met kleine verschuivingen van de referentielijn de overlap met recreatiefuncties worden beperkt. Bijvoorbeeld door deeltracé OR5 verder naar het zuiden te laten afbuigen richting het water, zodat ligging nabij een recreatiestrand en vakantiepark Zeewolde wordt voorkomen. Overlap van PA2 met het Zilverstrand kan worden voorkomen door de referentielijn richting het oosten te verplaatsen binnen de corridor. En met het afbuigen van OR7a richting het noorden kan overlap met sportpark De Wolfskamer worden voorkomen.

Lokaal zullen er beperkte mogelijkheden zijn om landbouwgronden te vermijden. Aangezien een groot deel van het onderzoeksgebied uit landbouwgronden bestaat, is dit niet volledig te vermijden.

In deeltracé GE3 (Zuid-Geel-1) is er overlap met 17 risicocontouren van windturbines. Door het deeltracé ca. 300 meter naar het noordwesten te verplaatsen is overlap met 14 hiervan te voorkomen. Op andere plekken is wellicht ook overlap met de risicocontouren te voorkomen, echter kan het verschuiven van de referentielijn ervoor zorgen dat de risicocontour van de ene windturbine niet meer overlapt, maar daardoor

een andere windturbine juist wel. Daarbij is ook niet op voorhand gezegd dat een overlap met de risicocontour betekent dat de windturbines wegmoeten. Hier moet een risico-afweging voor plaatsvinden en dit wordt in de volgende projectfase uitgewerkt.

Op een paar plekken overlapt de belemmeringszone van de hoogspanningsverbinding met zonneparken. De overlap in deeltracés PA4b, PA5, GE3 en OR8 zijn te vermijden door de referentielijn te verleggen binnen de corridor. Dit kan wel gevolgen hebben voor andere milieuthema's en onzeker is of deze verschuivingen technisch mogelijk zijn. Dat zou in de volgende projectfase onderzocht moeten worden. De overlap in deeltracés PA7b, PA9, OR1a en OR2 is niet te voorkomen met een andere ligging binnen de corridor.

Duurzaamheid

Diverse maatregelen kunnen de impact op duurzame circulariteit verminderen. Enkele aanbevelingen zijn gedaan in het deelrapport Duurzaamheid om tot minder materiaalgebruik of CO₂ uitstoot te komen. Deels zijn dit maatregelen die in de planuitwerkingsfase verder onderzocht en verkend kunnen worden. Zo kan er gekozen worden voor een alternatief met zo min mogelijk materialen, of kies voor hergebruikte materialen uit oude hoogspanningsmasten. Ook kan bekeken worden of kleinere fundaties toegepast kunnen worden om materiaalgebruik te beperken (mits technisch haalbaar/maakbaar), of dat er duurzamere alternatieven gebruikt kunnen worden voor de standaard en traditioneel veelgebruikte materialen als beton. Daarnaast zijn er aanbevelingen die vooral betrekking hebben op de uitvoeringsfase, bijvoorbeeld het beperken van transport door ander of minder materiaal te gebruiken, efficiënte uitvoering en inzet elektrisch materieel. Het totale overzicht van deze mitigerende maatregelen staat in het deelrapport Duurzaamheid.

6.2 Maatregelen voor de hoogspanningsstations

Voor een aantal locatiealternatieven van hoogspanningsstation Lelystad zijn er sterk negatieve effecten op draagkracht van de bodem (risico op zetting) en waterveiligheid. Voor het effect op draagkracht van de bodem moet in de planuitwerkingsfase onderzocht worden of er daadwerkelijk effecten optreden, aangezien dit mede bepaald wordt door de type bouwwerkzaamheden en de wijze van uitvoering. Er kunnen uitvoeringsgerichte maatregelen getroffen worden, zoals het toepassen van bepaalde funderingen en voorkomen van trillingen, om een groot deel van het risico op zetting weg te nemen.

Voor het sterk negatieve effect op waterveiligheid van L-0 worden er geen mogelijkheden gezien om het effect te verminderen of voorkomen. Er is geen schuifruimte beschikbaar en met mitigerende maatregelen is de overlap met de kernzone en daarmee onvergundbaarheid van het alternatief niet te verminderen of voorkomen.

Voor een aantal locatiealternatieven van hoogspanningsstation Almere-Zeewolde zijn er tevens sterk negatieve effecten op draagkracht van de bodem (risico op zetting) en daarnaast op de gebiedskarakteristiek, archeologische waarden en geluidseffecten in de gebruiksfase. Voor de effecten op draagkracht van de bodem geldt hetzelfde als hierboven bij hoogspanningsstation Lelystad is beschreven.

Voor de effecten op de gebiedskarakteristiek worden bij AZ-3 mogelijkheden gezien om het station verder weg vanaf de Vogelweg te plaatsen en het station een kwartslag te draaien, zodat het beter past in de verkavelingsstructuur. Bij AZ-5 en AZ-6 zorgt de maatregel van een kwartslag draaien ook voor een betere inpassing en minder negatief effect. Een meer generieke maatregel om de effecten op de gebiedskarakteristiek te verminderen is het plaatsen van beplanting op strategisch gekozen locaties nabij het hoogspanningsstation, zodat de openheid van het landschap behouden blijft, maar het zicht op het station wordt ontnomen vanuit bepaalde kijkhoeken. Dit kan in de planuitwerkingsfase nader onderzocht worden. Locatie AZ-6 overlapt voor een klein deel (het oostelijke puntje) met een archeologisch monument. Als het referentievlak meer naar het oosten of meer naar het westen in het zoekgebied wordt verplaatst, kunnen de effecten op archeologische waarden worden voorkomen.

Voor het effect op geluid in de gebruiksfase kan het referentievlak van AZ-1 binnen het zoekgebied verplaatst worden naar het zuidoosten, zo dicht mogelijk tegen de snelweg A6 aan. Dan kan de overlap met alle geluidgevoelige bestemmingen worden voorkomen.

Gebruiksfuncties

De effecten op gebruiksfuncties zijn niet met plussen en minnen gescoord maar hier zijn enkel de aantallen/mate van overlap of doorsnijding bepaald. Hieronder is ingegaan op de mogelijkheden die hier gezien worden om dit te verminderen of voorkomen. Geen van de locatiealternatieven overlapt met recreatiefuncties of zonneparken, daarom zijn deze hieronder niet benoemd.

Werkfuncties

Bij locatiealternatief L-2 ligt het referentievlak op het bedrijventerrein Bio Science Park Lelystad. Het verplaatsen van het referentievlak naar de oostzijde van het zoekgebied, zou overlap met het Bio Science park van de WUR kunnen voorkomen. Het referentievlak komt dan echter op agrarisch grond, waardoor dat voor oppervlakteverlies zorgt van landbouwareaal.

Het referentievlak van locatiealternatief L-3 ligt direct naast een perceel dat in het bestemmingsplan de bestemming 'Science' heeft. Dat maakt onderdeel uit van het Bio Science Park Lelystad en is in eigendom van de Wageningen University & Research (WUR). Om eventuele belemmeringen van het hoogspanningsstation op de onderzoekslocatie te voorkomen, kan het referentievlak enkele tientallen meters naar het zuiden van het zoekgebied verplaatst worden.

Landbouwareaal

Alle locatiealternatieven voor hoogspanningsstation Almere-Zeewolde doorsnijden 15 ha landbouwgrond. Er worden geen mogelijkheden gezien om dit met het verschuiven van het referentievlak binnen het zoekgebied te voorkomen of verminderen. Dit geldt ook voor de locatiealternatieven L-1, L-3 en L-4 van hoogspanningsstation Lelystad.

Windturbines

Het referentievlak van locatiealternatief L-2 overlapt met twee windturbines die onderdeel uitmaken van windpark Neushoorntocht. Door het referentievlak te verplaatsen naar de oostzijde van het zoekgebied, wordt deze overlap vermeden en hoeven de windturbines mogelijk niet verwijderd te worden. Dan is er geen overlap meer met de afwerpcontouren van de betreffende windturbines.

Het referentievlak van locatiealternatief AZ-2 overlapt met de afwerpcontour van één windturbine, die onderdeel uitmaakt van Windpark A27. Door het referentievlak verder noordoostwaarts te verplaatsen, in de richting van snelweg A6, kan overlap met de afwerpcontour voorkomen worden.

7. Procedure en besluitvorming

7.1 Besluitvormingsprocedure

TenneT is de initiatiefnemer voor de aanleg van de nieuwe verbinding. De staatssecretaris van Klimaat en Groene Groei (KGG) besluit in overeenstemming met de minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening (VRO), op grond van de Omgevingswet over de ruimtelijke inpassing van de nieuwe hoogspanningsverbinding.

Projectprocedure

De projectprocedure is het instrument voor het Rijk, de provincies en de waterschappen om complexe projecten met een publiek belang mogelijk te maken en zorgvuldig voor te bereiden. In samenspraak met betrokken partijen werken we stap voor stap vanuit meerdere alternatieven toe naar een concrete uitwerking van het voorkeursalternatief.

De projectprocedure bestaat uit de volgende stappen:

- 1 kennisgeving voornemen om een verkenning uit te voeren en kennisgeving participatie;
- 2 verkenning van alternatieven;
- 3 keuze voorkeursalternatief met daarover een besluit: de voorkeursbeslissing;
- 4 planuitwerking van het voorkeursalternatief;
- 5 opstellen van het projectbesluit en de hoofdvergunningen.



Figuur 7.1 Stappen in de projectprocedure (overeenkomstig de Omgevingswet)

Stap 1: Kennisgeving voornemen en kennisgeving participatie

In september 2022 is gestart met het [publiceren](#) van een kennisgeving van de verkenning. Hierin heeft het ministerie van EZK aangegeven dat een verkenning naar de aanleg van een nieuwe verbinding tussen Diemen, Lelystad en Ens begint. In de kennisgeving staat ook waarom en waarvoor de verkenning wordt uitgevoerd en wat de uitgangspunten zijn, zowel inhoudelijk als procesmatig. Het ministerie van EZK heeft ervoor gekozen om de kennisgeving voornemen en de kennisgeving participatie te combineren. Daarom is in dat document ook een voorstel opgenomen voor de participatie met de omgeving.

Stap 2: Verkenning en opstellen plan-MER

In de verkenning onderzoeken TenneT en het ministerie van EZK met inbreng van de omgeving verschillende oplossingen voor het tracé van de nieuwe verbinding. Eerst is stapsgewijs een onderzoeksvoorstel, een NRD, opgesteld. Deze is voorgelegd aan de omgeving om informatie vanuit de omgeving (zienswijzen) op te halen. Het opstellen van voorliggend MER en daarin beoordelen van de milieueffecten van de alternatieven op basis van het onderzoeksvoorstel maakt onderdeel uit van de verkenning. In deze stap wordt ook de integrale effectanalyse (IEA) opgesteld. In de IEA vindt een brede en integrale afweging plaats op techniek, toekomstvastheid, ruimtelijke kwaliteit, omgeving, kosten en milieu. Onderzoeken die belangrijke input leveren aan de IEA zijn onder meer het plan-MER, het ruimtelijke kwaliteitskader, de technische analyses en maatschappelijke kostprijsbepaling. Daarnaast worden vanuit het participatieproces met de omgeving aandachtspunten en zorgen uit de omgeving opgenomen in de IEA. Op basis van het plan-MER en de IEA heeft de staatssecretaris van KGG de regionale overheden om advies over het voorkeursstracé van de hoogspanningsverbinding en de locaties van de hoogspanningsstations gevraagd. Het regionaal advies, plan-MER en IEA, en het wettelijk advies op dit plan-MER door de ministeries IenW, LNV en OCW zijn door de ministers en staatssecretaris meegenomen in het nemen van de voorkeursbeslissing.

Stap 3: Voorkeursbeslissing

Met het nemen van de voorkeursbeslissing legt de staatssecretaris van KGG in overeenstemming met de minister van VRO vast welk voorkeursalternatief er wordt gekozen. In de voorkeursbeslissing staat hoe burgers, bedrijven, maatschappelijke organisaties en bestuursorganen betrokken zijn. Ook staat daarin wat gedaan is met ideeën voor oplossingen die door derden zijn aangedragen, als dit het geval is. En welke adviezen de deskundigen daarover hebben uitgebracht.

De voorkeursbeslissing wordt eerst in ontwerp vastgesteld. De ontwerp-voorkeursbeslissing wordt volgens de huidige planning in 2026 gepubliceerd, samen met het voorliggende plan-MER en de IEA waarin een onderbouwing en toelichting op deze keuze wordt opgenomen. Hierop kunnen dan zienswijzen ingediend worden. De Commissie voor de milieueffectrapportage geeft advies over de inhoud van het MER. Aansluitend wordt in 2027 de definitieve voorkeursbeslissing door de staatssecretaris van KGG, in overeenstemming met de minister van VRO, vastgesteld.

Stap 4: Planuitwerking: uitwerken van het gekozen voorkeursalternatief en opstellen project-MER

Na de voorkeursbeslissing volgt de fase van de planuitwerking. In deze fase wordt het gekozen tracé en bijbehorende stationslocaties (het voorkeursalternatief dat in de voorkeursbeslissing is vastgelegd) in detail verder onderzocht en uitgewerkt. Het tracé en de mastposities worden gedetailleerder bepaald. Het kan zijn dat meerdere varianten worden uitgewerkt die binnen dat voorkeursalternatief passen. Het onderzoek naar de milieueffecten gebeurt in de planuitwerkingsfase in een project-MER. Afhankelijk van het aantal en de aard van de varianten - en of de keuze nog om een integrale afweging vraagt - kan ook in de planuitwerkingsfase gekozen worden om een IEA op te stellen. De uitwerkingen en keuzes hiervan worden vastgelegd in het projectbesluit (stap 5).

Stap 5: Projectbesluit

Het projectbesluit is een omschrijving van hoe het project eruit gaat zien. Het bevat een beschrijving van het ruimtebeslag en van de maatregelen voor het realiseren van het definitieve tracé en van de uitbreiding en/of aanpassing van de hoogspanningsstations. Het bevat ook maatregelen voor een goede landschappelijke inpassing. Ook staat in het projectbesluit hoe wordt omgegaan met participatie en (indien van toepassing) welke maatregelen genomen worden om nadelige gevolgen voor de leefomgeving te verminderen of te compenseren.

Het bevoegd gezag volgt voor het projectbesluit de uniforme openbare voorbereidingsprocedure van afdeling 3.4 Awb. Eerst wordt het ontwerp projectbesluit samen met de ontwerp-hoofdvergunningen ter inzage gelegd (naar verwachting in 20xx). Iedereen kan dan zienswijzen inbrengen. Zowel het plan-MER als het project-MER gaan als bijlage mee met het (ontwerp) projectbesluit. Na de ter inzage periode wordt het projectbesluit definitief vastgesteld tegelijk met de hoofdvergunningen. Tegen het definitieve projectbesluit staat beroep open bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. Dit geldt ook voor de hoofdvergunningen.

7.2 Terinzagelegging plan-MER

Het bevoegd gezag legt het plan-MER als bijlage bij de IEA samen met de ontwerpvoorkeursbeslissing van datum tot datum ter inzage. Tijdens de terinzagelegging kan eenieder een reactie indienen. Tijdens deze periode wordt ook advies aan de Commissie voor de milieueffectrapportage gevraagd over het plan-MER.

8. Vervolgonderzoek, leemten in kennis en monitoring

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de relevante leemten in kennis of onderwerpen die in de volgende fase van het project verder onderzoek vereisen. Dit overzicht maakt inzichtelijk welke mate van betrouwbaarheid de onderzoeken in het plan-MER hebben, en geeft de staatssecretaris van KGG informatie over mogelijke aanvullingen die van betekenis kunnen zijn voor een volgende stap in de procedure.

In de paragrafen hieronder is onderscheid gemaakt in onderwerpen die in dit plan-MER nog onvoldoende gedetailleerd of onderbouwd konden worden en ten behoeve van het project-MER verder onderzoek vereisen. Dit komt bijvoorbeeld omdat in deze fase van het project de mastlocaties nog niet bepaald zijn. Daarna wordt ingegaan in leemten in kennis. Dat zijn onderwerpen waar in algemene zin nog maar weinig onderzoek naar gedaan is en dus weinig kennis over is vergaard (niet alleen voor dit project, maar bijvoorbeeld in heel Nederland, Europa of zelfs in de wereld). Tot slot wordt ingegaan op monitoring en evaluatie.

8.1 Vervolgonderzoek planuitwerkingsfase

De effectbeoordeling in dit plan-MER is grotendeels kwalitatief van aard. Er is gebruik gemaakt van aannames, uitgangspunten en indicatieve analyses via GIS om de effecten in beeld te brengen. Zo zijn in deze fase bijvoorbeeld de mastlocaties en exacte hoogtes van de masten nog niet bekend. Voor dit plan-MER, passend bij het niveau van de Voorkeursbeslissing, zijn de gehanteerde aannames en uitgangspunten afdoende om een voldoende betrouwbaar beeld te verkrijgen van de effecten van de verschillende onderzoeksalternatieven ten behoeve van de keuze van een voorkeursalternatief. Meer gedetailleerde effectbeoordeling, kwantificering en toetsing aan wettelijke kaders vindt plaats in de project-MER fase van het project. Dit is ook opgenomen in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau voor dit project.

Hieronder is ingegaan op een aantal onderwerpen waar in de planuitwerkingsfase nader onderzoek nodig is. Deze staan het nemen van een voorkeursbeslissing over een (technisch en juridisch) haalbaar VKA niet in de weg. In algemene zin geldt dat er op veel vlakken in de vervolguiterwerking nadere onderzoeken nodig zijn en een verdere detaillering van de milieueffecten, mitigatie en compensatieopgaven vergen, zoals passend is voor een project-MER in een planuitwerkingsfase.

Invloed op (water)bodemkwaliteit

De invloed op (water)bodemkwaliteit wordt bepaald door de mate waarin bodemverontreinigingen in het gebied voorkomen en voor hoeveel locaties het uiteindelijk nodig is om bodemverontreinigingen te saneren of andere maatregelen te treffen. Er zijn twee belangrijke leemten in kennis:

- op dit moment is de effectbeoordeling gebaseerd op aanwezige inzichten over de bodemkwaliteit in het gebied. Op veel locaties is geen onderzoek beschikbaar en ontbreekt het inzicht. Daarmee is er een incompleet beeld van de huidige bodemkwaliteit. Dit geldt onder andere in de provincie Overijssel, omdat de informatie over bekende bodemverontreinigingen niet in het Bodemloket staat;

- het project is nog in een vroeg stadium, de locaties van de mastvoeten en daarmee van de werkzaamheden in de ondergrond zijn nog niet bekend. Daarmee is nu nog geen volledig beeld te schetsen van de verwachte invloed op de (water)bodemkwaliteit.

In volgende fase(s) van het project wordt bijvoorbeeld duidelijk waar de mastvoeten komen. Dan wordt voor deze locaties in meer detail gekeken naar de beschikbare onderzoeken en voordat men tot uitvoering van grondwerkzaamheden over kan gaan is ook veldonderzoek nodig om de bodemkwaliteit op locatie vast te stellen.

Draagkracht: risico op zetting

Voor het risico op zetting geldt dat de mate waarin dit tot problemen kan leiden erg afhankelijk is van de feitelijke werkzaamheden die straks plaats vinden. Er zijn mogelijkheden om de effecten te beperken. Op dit moment zijn exacte locaties en werkzaamheden nog niet in beeld waardoor het een inschatting van risico in het gebied betreft en niet de feitelijk op te treden effecten. In de uitvoeringsfase wordt voor dit criterium het meeste inzicht verkregen en wordt duidelijker of en waar er problemen op kunnen treden. In veel gevallen geldt hier dat het te ondervangen is door (technische) maatregelen in de uitvoering.

Grondwaterkwantiteit

Voor grondwaterkwantiteit wordt het effect in belangrijke mate bepaald door de bodemopbouw en de grondwaterstroming op de locaties van de mastvoeten en stations. Het plaatsen van funderingen en eventuele grondwaterbemalingen kunnen leiden tot effecten. In dit onderzoek is het effect bepaald als inschatting van het risico. Er is geen lokaal bodemonderzoek gedaan, de mastlocaties zijn nog niet bekend, funderingsdiepte en benodigde bemalingen zijn nog niet bepaald. Dit alles betekent dat het nu een globale risico-inschatting betreft. Bij verdere uitwerking van de plannen wordt meer bekend over de werkzaamheden op de verschillende locaties en kan het effect in meer detail bepaald worden.

Grondwaterkwaliteit

Voor grondwaterkwaliteit geldt dat het effect met name in de aanlegfase optreedt bij de bemalingen. Bemalingen zijn nodig in de uitvoeringsfase maar uitgangspunt is dat er geen permanente bemalingen nodig zijn. Bemalingen zijn als uitvoeringsaspect echter nu nog niet te bepalen. Daarvoor is meer informatie nodig over waar en hoeveel bemaling nodig is, en het gevolg daarvan. Voor de effectbeoordeling betreft het hier dan ook een inschatting van het risico op effecten door bemalingen. Bij verdere uitwerking van de plannen wordt meer bekend over de werkzaamheden op de verschillende locaties en ook over de bemalingen. Het effect kan dan in meer detail bepaald worden.

Oppervlaktewaterkwaliteit

Voor oppervlaktewaterkwaliteit zijn het ook de bemalingen die het effect bepalen, en dan specifiek de lozing van bemalingswater op het oppervlaktewater. Net als bij de criteria voor het aspect grondwater geldt ook hier dat nu alleen sprake is van een globale inschatting van risico's. Bij verdere uitwerking van de plannen wordt meer bekend over de werkzaamheden op de verschillende locaties en ook over de bemalingen. Het effect kan dan in meer detail bepaald worden.

Oppervlaktewaterkwantiteit

De wateropgave wordt bepaald door het aan te leggen oppervlak verharding en het te dempen oppervlaktewater. De wateropgave is nu bepaald op basis van enkele uitgangspunten voor het project, als oppervlak verharding per mastvoet, inschatting oppervlak verharding station en aan te leggen werkeilanden. Bij verdere uitwerking van de plannen wordt in meer detail bekend hoe het werk eruit komt te zien en of de aangehouden uitgangspunten stand houden. De verwachting is dat hier niet veel in verandert. Wel wordt richting uitvoering duidelijk hoe de wateropgave ingevuld kan worden en hoe gecompenseerd kan en gaat worden voor toename verharding en demping van water.

Archeologie

Voor het hele onderzoeksgebied is nu op hoofdlijnen in beeld wat de verwachte of bekende archeologische waarden zijn, op basis van openbaar beschikbare bronnen (kaarten van provincies en gemeenten). Voor UNESCO werelderfgoed Hollandse Waterlinie en Schokland heeft al een archeologisch bureauonderzoek plaatsgevonden. Om beter zicht te krijgen op de diepte van het pleistocene zand ten zuiden van Schokland heeft hier een verkennend booronderzoek plaatsgevonden. Deze onderzoeken zijn toegevoegd als bijlage bij deelrapport Cultuurhistorie en Archeologie. Voor de overige gebieden met verwachtingswaarde moet een bureauonderzoek en eventuele vervolgonderzoeken in de planuitwerkingsfase meer informatie geven over de aanwezige of verwachte waarden, zodat dit gebruikt kan worden bij het bepalen van de mastposities van de hoogspanningsmasten.

Magneetveldzone

Er is geen rekening gehouden met eventuele cumulatie van meerdere magneetveldzones op korte afstand van elkaar. Zoals wellicht het geval kan zijn bij de bestaande 150 kV-verbinding en een nieuw toe te voegen 380 kV-verbinding op korte afstand van elkaar, in onderzoeksalternatief geel ten zuiden van Dronten.

8.2 Leemten in kennis

Hieronder is ingegaan op een aantal onderwerpen waarvoor er een leemte in kennis is. Deze staan het nemen van een voorkeursbeslissing over een (technisch en juridisch) haalbaar VKA niet in de weg.

Archeologie

Op land is ten tijde van de inpoldering veel onderzoek gedaan naar scheepswrakken in de waterbodem. Deze zijn dus voor Flevoland (op land) reeds bekend en in beleidskaders als archeologische monumenten aangewezen. Er worden echter ook veel scheepswrakken verwacht onder het huidige waterniveau (Markermeer), echter is niet precies bekend waar deze liggen.

Vlieghoogte van vogels

De vlieghoogte van vogels is mede bepalend voor de kans dat ze tegen draden van een hoogspanningsverbinding vliegen. Op basis van dit gegeven kan worden gevarieerd met de hoogte waarop draden van een hoogspanningsverbinding worden gehangen om zo de kans op aanvaringslachtoffers te verkleinen. Het is echter niet goed mogelijk tot een handreiking of richtlijn te komen die aangeeft bij welke

hoogte een bepaalde reductie van het aantal draadslachtoffers bereikt kan worden. De hoeveelheid publicaties over de vlieghoogte van vogels is daarvoor te beperkt, wat te maken heeft met de complexiteit van het onderzoek en de grote variatie in vlieghoogtes van soorten. Afhankelijk van de weersomstandigheden (wind m.n.) en de periode van de dag kan de vlieghoogte van eenzelfde soort immers hoger of juist lager zijn. Daarbij is de vlieghoogte tijdens de trek beduidend groter dan die tijdens dagelijkse migratie tussen slaapplekken en foerageergebieden. Van enkele soorten en soortgroepen zijn spaarzame onderzoeksgegevens bekend. Deze zijn samengevat in tabel 9.1.

Soort	Vlieghoogte (m)	Bron	Opmerking
Brilduiker en zaagbekken	< 30	Dirksen <i>et al.</i> , 1998	
Grote stern	< 20	Fijn en Collier, 2022	Laseronderzoek naar 1460 grote sterns. Vlieghoogte betrof 87 % van de vogels; 1,5 % vloog hoger dan 40 meter
Kolgans	50-300	Philippona, 1973	
Kuif- en tafeleend	< 100	Dirksen <i>et al.</i> , 1998	
Meeuwen	< 20	Dirksen <i>et al.</i> , 1996	
Steltlopers	20-50	Dirksen <i>et al.</i> , 1996	In het donker
Topper	< 70-80	Dirksen <i>et al.</i> , 1998	In het donker tot 50 meter, in schemer tot 30 meter

Tabel 8.1 Vlieghoogte van een aantal vogelsoorten

Voor zover gegevens van de vlieghoogte bekend zijn laten deze zien dat de meeste onderzochte soorten (ook) in het bereik van hoogspanningsverbindingen kunnen vliegen.

Effecten van magneetvelden op dieren

Op basis van de huidige stand van het wetenschappelijk onderzoek, is er geen reden om aan te nemen dat sprake is van schadelijke effecten op dieren als gevolg van magneetvelden van hoogspanningsverbindingen, zie M.A.M. Beerlage, EM-velden van hoogspanningslijnen - onderzoek naar effecten op koeien, paarden, schapen en varkens, DNV GL rapport 15-2529, 26 oktober 2015. Deze mogelijke effecten worden daarom als 'leemte in kennis' beschouwd.

Er is beperkt onderzoek gedaan naar de relatie tussen hoogspanning en het gedrag van bijen (zoals het bestuiven van planten door bijen) en zijn tegenstrijdige conclusies te vinden in de bestaande, beperkte studies. Gezien er geen sprake is van significante verbanden gerelateerd aan hoogspanningsverbindingen is dit niet nader onderzocht in het plan-MER.

Ook over de effecten van elektromagnetisme op vissen is weinig bekend. Dit wordt eveneens gezien als leemte in kennis.

Zeearend

Voor grote roofvogels als de zeearend en de visarend gelden in enkele Natura 2000-gebieden instandhoudingdoelstellingen (als niet-broedvogel). Voor broedende vogels en hun leefgebied is daarom alleen de regelgeving ten aanzien van soortenbescherming relevant. In literatuur worden zeearend en visarend niet als draadslachtoffer genoemd (Koops, 1986) en er is ook geen maximale foerageerafstand bekend. De 1 % norm voor broedvogels, het aantal slachtoffers per kilometer en dus per alternatief konden daarom niet bepaald worden. Eventuele effecten op zeearend en visarend gelden daarom als kennisleemte.

Draadslachtofferonderzoek van soorten die destijds (zeer) zeldzaam waren

Van een aantal soorten met een instandhoudingsdoelstelling in een voor dit project relevant Natura 2000-gebied zijn destijds geen draadslachtoffers vermeld (Koops, 1986). Het gaat onder andere om de krooneend, de krakeend, de wilde zwaan, de kleine zilverreiger en de grote zilverreiger. Dit komt deels omdat die soorten destijds zeldzaam waren. Van sommige van die soorten zijn de populaties in de tussentijd aanzienlijk groter geworden. Corrigeren voor populatieomvang is voor soorten waarbij destijds (Koops, 1986) geen draadslachtoffers geregistreerd zijn niet mogelijk. Voor deze soorten geldt dat het aantal draadslachtoffers in dit onderzoek mogelijk is onderschat.

Gevoeligheid grote groepen watervogels

Het aantal draadslachtoffers voor met name eenden in het destijds uitgevoerde onderzoek was mogelijk niet representatief (Koops, 1986) omdat er maar weinig voorbeelden waren van hoogspanningsverbindingen door open water en in en/of nabij moeras met zeer hoge dichtheden, zoals juist in het IJsselmeergebied wél het geval is. Dit kan in het hier uitgevoerde onderzoek tot een onderschatting van de effecten hebben geleid.

Draadmarkering voor nachtvliegende vogelsoorten

Draadmarkering bestaande uit varkenskrullen leidt onder overdag vliegende soorten tot een reductie van het aantal draadslachtoffers. Varkenskrullen worden standaard toegepast en worden in deze studie daarom niet als mitigatie gezien. De effectiviteit van draadmarkeringen op bliksemraden varieert van 53 % (5 studies) door strips, 71 % door krullen en maximaal 85 % (12 studies en het meest toegepast) door een vogelsilhouet. Markeringen die zowel overdag als 's nachts effectief (kunnen) zijn, zijn nog niet ontwikkeld (Buij et al., 2018). De effectiviteit van dergelijke draadmarkering wordt onderzocht, maar er zijn nog geen resultaten. Dit betreft daarom een 'leemte in kennis'.

Recreatiefuncties

Er is geen eenduidige informatie beschikbaar over het gebruik en het belang van recreatiegebieden. Daardoor is enkel feitelijk de mate van doorsnijding van recreatiegebieden benoemd (oppervlakte/lengte doorsnijding), maar niet hoe intensief de betreffende recreatiefuncties gebruikt worden en welk belang de omgeving toekent aan dat recreatiegebied. In het deelrapport omgeving bij de IEA wordt daar wel meer op ingegaan, voor zover dit bekend is uit gesprekken met de omgevingspartijen en bewoners.

8.3 Monitoring en evaluatie

Als de nieuwe 380 kV verbinding Diemen-Ens tot uitvoering wordt gebracht zal blijken of de voorspelde effecten daadwerkelijk optreden. Om dit goed vast te stellen kunnen de milieueffecten worden gemonitord. Monitoren van milieueffecten kan leiden tot evaluatie en bijsturing van het project. Monitoring kent twee doelen:

- toetsen of de (milieu)effecten niet groter uitpakken dan in het MER beschreven;
- toetsen of de mitigerende en/of compenserende maatregelen die in het MER zijn voorgesteld in voldoende mate bijdragen aan het beperken of voorkomen van effecten.

In het kader van dit plan-MER worden nog geen voorstellen gedaan voor monitoring of evaluatie van optredende milieueffecten. Monitoring en evaluatie zijn vooral van belang wanneer er in het uitgewerkte ontwerp of in de optredende effecten nog grote onzekerheden zitten. In de plan-MER-fase zijn de tracés en hoogspanningsstations nog in hoofdlijnen in beeld en is er nog geen sprake van een uitgewerkt ontwerp. Dit gebeurt in de planuitwerkingsfase, bij de verdere inpassing en concretisering van het voorkeursalternatief. Dan worden ook de mastlocaties bepaald en komt er zicht op de locaties van bijvoorbeeld de tijdelijke bouwwegen en bouwterreinen. Ook worden de mitigerende en compenserende maatregelen uitgewerkt voor verschillende milieuthema's, waardoor een beeld verkregen wordt of er na het treffen van die maatregelen nog ernstig negatieve milieueffecten voorzien zijn die projectspecifieke monitoring vragen en/of die bijgesteld kunnen worden.

Zo kan er voor Natura 2000-gebieden bijvoorbeeld worden gemonitord of stikstofgerelateerde maatregelen die getroffen worden voor behoud en verbetering van de natuur voldoende zijn. Daarnaast kan in het kader van hinder bijvoorbeeld gemonitord worden in hoeverre er geluid en trillingen tijdens de werkzaamheden plaatsvinden. De aannemer is hier voor verantwoordelijk en moet voldoen aan het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl).

Bijlage 1 Termenlijst

A

Alternatief	Een alternatief is een mogelijke manier waarop de nieuwe verbinding kan worden gebouwd. Een alternatief bestaat uit een tracé en een beschrijving van de vormgeving (welk type mast wordt gebruikt).
Archeologie	materieel erfgoed in de vorm van objecten en relictten in de bodem die informatie verschaffen over vroegere menselijke samenlevingen.
Autonome ontwikkeling	De te verwachten ontwikkelingen in het gebied die hoe dan ook plaatsvinden, ook als het project niet wordt uitgevoerd. Het gaat om plannen en projecten waarvoor het besluit, bij het publiceren van deze concept NRD, al is genomen of waarvan de besluitvorming in een vergevorderd stadium is.

B

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 het besluit te nemen als uit de wetgeving volgt dat een vergunning nodig is. Bij dit project zijn de staatssecretaris van Klimaat en Groene Groei van het ministerie EZK en de minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening (VRO) het bevoegd gezag.
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.

C

Combineren	Het traceren, inpassen en/of bouwen van bestaande en nieuwe hoogspanningsverbindingen samen in één nieuwe mast.
Commissie voor de mer	Onafhankelijk orgaan van deskundigen dat adviseert over de inhoud en kwaliteit van een milieueffectrapport. De Commissie bemoeit zich niet met de besluitvorming en maakt geen keuze tussen de alternatieven of varianten; dit is de taak van het bevoegd gezag.
Corona-effect/ Coronageluid	Onder bepaalde omstandigheden (mist) kunnen elektrostatische ontladingen in de verbinding optreden die gepaard gaan met een licht knetterend geluid. Door de ontladingen kunnen luchtdeeltjes worden geïoniseerd.
Corridor	Een brede zone (oplossingsruimte) waarbinnen het tracé voor een nieuwe verbinding wordt gezocht.

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 worden de vakgebieden historische geografie en bouwhistorie verstaan. Ook archeologie is een apart aspect.
Cumulatie	Stapelning van gelijksoortige effecten door verschillende oorzaken, bronnen of projecten.

D

Draadslachtoffers	Vogels die gewond of dood zijn als gevolg van een aanvaring met een hoogspanningslijn.
-------------------	--

G

Geleider	Verwijzing naar materiaal (meestal metaal) dat in staat is om stroom te geleiden.
----------	---

H

Heritage Impact Assessment (HIA)	Een middel om het effect van voorgenomen ingrepen op erfgoedwaarden te bepalen.
Historische stedenbouw	Historische ruimtelijke structuren en historische bebouwing. Bij het bepalen van effecten in dit plan-MER, ligt hiervoor de nadruk op de ontwikkelingsgeschiedenis van bouwkundige objecten, zoals monumenten of andere waardevolle bouw- of kunstwerken.
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 kan het gaan om verschillende voltages: 110 kV, 150 kV, 220 kV en 380 kV. De hoogspanningsverbindingen zijn bedoeld om grote hoeveelheden elektriciteit te transporteren van de productielocaties naar de gebieden waar het verbruik plaatsvindt.

I

Integrale effectanalyse (IEA)	De Integrale Effectanalyse (IEA) is een rapport waarin de impact van de onderzoeksalternatieven voor de nieuwe verbinding tussen Diemen, Lelystad en Ens wordt beschreven en waarmee de onderzoeksalternatieven integraal met elkaar worden vergeleken.
Instandhoudingsdoelstelling	Doelstellingen ten aanzien van de instandhouding van de leefgebieden, natuurlijke habitats of populaties 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.

K

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'.
kV	KiloVolt = (1000 Volt).

L

Landelijke ring	Het hoogspanningsnet van TenneT is opgebouwd rondom een centrale ringstructuur. In deze ringstructuur zijn de hoogspanningsstations Diemen-Breukelen-Krimpen-Geertruidenberg-Eindhoven-Maasbracht-Dodewaard-Doetinchem-Hengelo-Zwolle-Ens-Lelystad-Diemen opgenomen en onderling verbonden.
Leveringszekerheid	Samenspel van het lange termijn evenwicht tussen vraag en aanbod van elektriciteit en de conditie van het netwerk. Is er in de markt op termijn voldoende aanbod mogelijk om aan de geschatte vraag naar stroom te voldoen en is er voldoende transportcapaciteit om de elektriciteit te transporten. Bij uitval van een lijn bij een storing of bij calamiteit kan de levering in gevaar brengen en dat heeft impact op de leveringszekerheid.
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.

M

Maatschappelijke kostprijs bepaling	De maatschappelijke kostprijs bepaling (MKPB) monetariseert de kosten en (waar mogelijk) ook alle onderzochte effecten, plaatst deze in de tijd en verdisconteert deze naar één kostprijs per afgeleverde kWh. Het maakt inzichtelijk welk alternatief maatschappelijk gezien het voordeligst is. Dit is een lichte vorm van een Maatschappelijke Kosten-Batenanalyse.
Magneetveld	Het natuurkundige verschijnsel dat ontstaat wanneer er elektrische stroom door een geleider loopt. De veldsterkte wordt uitgedrukt in microTesla (μT).
Magneetveldzone	De zone rondom hoogspanningslijnen waarbinnen het jaargemiddelde magneetveld hoger kan zijn dan 0,4 microTesla.
Meekoppelkansen	Een meekoppelkans is een (bovenwettelijke) maatregel of project dat raakt aan de verkenning en (in)direct bijdraagt aan de doelstellingen daarvan. Bij meekoppelen gaat het om het meenemen van aanvullende doelstellingen van partijen (zowel overheden als derden) in de regio om daarmee meerwaarde te creëren. Een meekoppelkans kan bijvoorbeeld kansen bieden om de leefbaarheid te verbeteren, problemen in de directe omgeving op te lossen, werk met werk te maken of andere kwaliteiten en functies toe te voegen.
MicroTesla (μT)	Een miljoenste deel van een Tesla, de eenheid waarmee de sterkte van een magneetveld wordt uitgedrukt.
Milieu-effectrapportage (mer)	Procedure voor de milieu-effectrapportage. Ook wel mer-procedure.
Milieu-effectrapport (MER)	Het rapport waarin de resultaten van de milieubeoordeling van de onderzoeksalternatieven vastgelegd worden.
Milieu Gezondheids Risico indicator (MGR)	De MGR geeft een gezondheidskundige beoordeling van de milieukwaliteit en geeft inzicht in het onderscheid tussen de milieugezondheidsrisico's van alternatieven.
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 in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau en worden verder gespecificeerd in het MER.
MKPB	Zie bij 'maatschappelijke kostprijs bepaling'

N

Natura 2000-gebied	Natura 2000 is een Europees netwerk van beschermde natuurgebieden op het grondgebied van de lidstaten van de Europese Unie. Het netwerk omvat alle gebieden die zijn beschermd op grond van de Vogelrichtlijn (1979) en de Habitatrichtlijn (1992).
NNN	Natuurnetwerk Nederland. 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.
Netbeheerder	De instantie die (op basis van wettelijke regels) verantwoordelijk is voor het aanleg, beheer en uitbreiding van het hoogspanningsnet. In Nederland is TenneT de netbeheerder.
Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD)	Eerste stap in de mer-procedure waarbij de reikwijdte en het detailniveau van het MER wordt aangegeven.

O

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.
Onderzoeks-alternatieven	Mogelijke alternatieven die realistisch worden geacht op basis van de kansen en belemmeringen, de traceringsprincipes en een globale beoordeling van de IEA-thema's.
Onderzoeksgebied	Het gebied waartussen een oplossing redelijkerwijs gevonden moet worden en waarbinnen de effecten beoordeeld worden. Dit loopt vanaf het hoogspanningsstation Diemen tot hoogspanningsstation Ens en beslaat daarmee een groot deel van de provincie Flevoland, een deel van de provincie Noord-Holland, een deel van de provincie Overijssel en een heel klein deel van de provincie Gelderland (zie ook figuur 1.3).

P

Passende beoordeling	Een beoordeling die uitgevoerd moet worden in het kader van de Wet natuurbescherming als negatieve significante effecten van het voornemen (in dit geval: aanleg en gebruik van een hoogspanningsverbinding) op de betreffende natuurgebieden en de daarin voorkomende habitattypen en diersoorten niet kunnen worden uitgesloten.
Plan-MER	Milieueffectrapport over milieueffecten van het plan (de verschillende alternatieven).
Plan-mer	Milieueffectrapportage; procedure om te komen tot een plan-MER.

Planuitwerkingsfase	De planuitwerkingsfase volgt na het vaststellen van een voorkeursalternatief in de voorkeursbeslissing. In deze fase wordt het voorkeursalternatief (VKA) in detail uitgewerkt tot een ontwerp en een ruimtelijk-planologisch besluit ('het projectbesluit').
Projectbesluit	Besluit dat in de planuitwerkingsfase van het project opgesteld wordt op basis van de Omgevingswet. In het projectbesluit legt het bevoegd gezag vast op welke manier het project verder uitgewerkt wordt. Er staat in elk geval in hoe het project eruit gaat 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 milieueffecten van het project (het voorkeursalternatief).
Project-mer	Milieueffectrapportage; procedure om te komen tot een project-MER.

R

Referentie(situatie)	De situatie waarin het onderzoeksgebied blijft zoals het is en er geen maatregelen worden genomen.
----------------------	--

S

Spanning	Potentiaalverschil tussen twee punten. De hoogte van de spanning wordt uitgedrukt in Volt (V). Het hoogspanningsnet in Nederland kent een spanning van 380.000 V ofwel 380 kiloVolt (380 kV).
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 elektriciteit of stroomsterkte wordt uitgedrukt in ampère (A).

V

Vakwerkmast	(hoogspannings-)mast, opgebouwd uit een open raamwerk van stalen spanten.
Variant	Lokaal andere mogelijkheid binnen een alternatief.
Verkabelen	Zie 'Kabel'.
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 voorkeursalternatief is het alternatief (de oplossing) dat na zorgvuldige afweging van effecten op milieu, omgeving, techniek, kosten, toekomstvastheid en ruimtelijke kwaliteit de voorkeur heeft van het bevoegd gezag.

Voorziene niet beschikbaarheid (VNB)	Vakterm voor een van tevoren voorziene onbeschikbaarheid, zoals gepland onderhoud, reparaties of uitbreiding van de infrastructuur, van een component, hoogspanningsverbinding, deel van een hoogspanningsstation en productie-eenheden. Als dit goed wordt gepland, heeft het geen invloed op de stroomvoorziening omdat andere delen van het systeem de belasting kunnen overnemen. Vanwege de hoge transportbelastingen van het net wordt het inplannen van de benodigde VNB's voor werkzaamheden steeds moeilijker.
Voorkeursbeslissing (VKB)	Het voorkeursalternatief wordt vastgesteld door het nemen van een voorkeursbeslissing door de staatssecretaris van KGG van het ministerie EZK, in overeenstemming met de minister van VRO. De voorkeursbeslissing wordt ter inzage gelegd (samen met het plan-MER).
Voornemen (of voorgenomen activiteit)	De ontwikkeling of activiteit die de initiatiefnemer van plan is om uit te voeren.
Voortoets Natura 2000	Een onderzoek of het plan significant negatieve gevolgen kan hebben voor Natura 2000-gebieden.

W

Wintrackmast	Naam van een masttype opgebouwd uit twee ronde stalen palen met een verticale configuratie van lijnen.
--------------	--

Z

Zetting	Bodemdaling als gevolg van een bovenbelasting, bijvoorbeeld door het gewicht van een aangebrachte ophoging of een verlaagde grondwaterstand.
Zoekgebied	Het gebied waarbinnen wordt gezocht naar een mogelijke tracés voor de nieuwe verbinding tussen de hoogspanningsstations Diemen en Ens.

Bijlage 2 Beleidskader

Naam en korte omschrijving	Relevantie voor
Rijk	
NOVI Nationale Omgevingsvisie	<p>In de Nationale Omgevingsvisie wordt de langetermijnvisie voor heel Nederland beschreven. Hierin is uiteengezet hoe alle belangen worden gewogen en hoe die in ons land kunnen worden ingepast. Daarbij gelden drie principes die aan de basis staan van de NOVI:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) voorrang geven aan meervoudig ruimtegebruik (in plaats van enkelvoudig ruimtegebruik); 2) het centraal stellen van gebiedskenmerken; 3) het voorkomen van afwenteling (ofwel: het niet afschuiven van problemen en lasten op generaties na ons of op andere gebieden). <p>In de NOVI zijn de uitgangspunten en inrichtingsprincipes met betrekking tot de elektriciteitsinfrastructuur in Nederland omschreven. Bij het inpassen van opgaven worden de NOVI principes toegepast.</p>
Programma Mooi Nederland	<p>Programma Mooi Nederland stelt ruimtelijke kwaliteit centraal in de aanpak van maatschappelijke opgaven voor de korte en lange termijn. Het heeft als doel om voor de diverse nationale opgaven (op het gebied van bijvoorbeeld natuur, stikstofreductie, waterkwaliteit, biodiversiteit, werkgelegenheid en wonen) perspectief te bieden op oplossingen met ruimtelijke kwaliteit en samenhang tussen de opgaven.</p>
Programma Energiehoofdstructuur (PEH) (maart 2024)	<p>Het Programma biedt inzicht in nieuwe nationale energie-infrastructuur die in de toekomst nodig is, zodat al vroegtijdig afspraken gemaakt kunnen worden tussen partijen over de ruimte die hiervoor nodig is om te realiseren. Het PEH geeft nationale kaders om zorgvuldig om te gaan met de ruimte, en met respect voor de natuur, cultureel erfgoed en leefbaarheid.</p>
Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG)	<p>Het NPLG valt onder de Nationale Omgevingsvisie en is een programma van de (voormalige) ministeries LNV, IenW en BZK. Het doel van dit programma is werken aan blijvende oplossingen voor opgaves als natuur, waterkwaliteit en klimaat. Met een gebiedsgerichte aanpak worden maatregelen vanuit verschillende disciplines gecombineerd om zo de natuur, bodem en waterkwaliteit te verbeteren en de klimaatopgave te halen. Het programma biedt daarmee kaders die provincies gebruiken om de gebiedsprogramma's op te stellen (waarin wordt vastgelegd hoe de provincies de doelen willen gaan halen en welke maatregelen daarvoor nodig zijn).</p>

Provincies	
Omgevingsvisie Overijssel (2023) & Omgevingsverordening Overijssel	<p>De visie gaat in op de kwaliteiten van de provincie en beschrijft actuele maatschappelijke ontwikkelingen die gevolgen hebben voor de inrichting van de ruimte. Hierin zijn met name klimaat, energie en regionale economie van belang. Daarbinnen heeft de provincie diverse opgaven en kansen vertaald in beleidsambities voor negen thema's, die weer het vertrekpunt vormen voor projecten en initiatieven in de provincie. Deze thema's hebben veel raakvlakken met de beoordelingscriteria in het plan-MER voor de nieuwe hoogspanningsverbinding.</p> <p>In de omgevingsverordening staan regels over het al dan niet mogen uitvoeren van bepaalde activiteiten en voorwaarden die hier bij gelden.</p>
Omgevingsvisie FlevolandStraks (2017) & Omgevingsverordening Flevoland	<p>In de omgevingsvisie zijn zeven opgaven geformuleerd die allen bepaalde vraagstukken en ambities voor de toekomst ('tot 2030 en verder') beschrijven. Vier hiervan gaan in op strategische opgaven die van belang zijn in toekomstige ontwikkelingen: duurzame energie, regionale kracht, circulaire economie en landbouw. Voor deze opgaven zijn ambities beschreven voor de toekomst. De provincie werkt op dit moment aan een nieuwe Omgevingsvisie.</p> <p>In de omgevingsverordening staan regels over het al dan niet mogen uitvoeren van bepaalde activiteiten en voorwaarden die hier bij gelden.</p>
Omgevingsvisie NH2050 (2018) & Omgevingsverordening NH2022	<p>De Omgevingsvisie geeft op provinciaal schaalniveau richting en samenhang aan ontwikkelingen in de provincie Noord-Holland. Dit project staat hierin niet specifiek genoemd, maar heeft wel raakvlakken met provinciale ambities. Hierin zijn onder andere de Bijzonder Provinciale Landschappen en bijbehorende kernkwaliteiten vastgelegd.</p> <p>In de omgevingsverordening staan regels over het al dan niet mogen uitvoeren van bepaalde activiteiten en voorwaarden die hier bij gelden.</p>
Omgevingsvisie Gaaf Gelderland (2018) & Omgevingsverordening Gelderland (2025)	<p>In de omgevingsvisie zijn diverse kwaliteiten en waarden benoemd die de provincie wil koesteren. Ambities zijn met name geformuleerd op het gebied van energietransitie, klimaatadaptatie, circulaire economie, biodiversiteit, bereikbaarheid, economisch vestigingsklimaat en woon- en leefklimaat. De provincie werkt op dit moment aan een nieuwe Omgevingsvisie.</p> <p>In de omgevingsverordening staan regels over het al dan niet mogen uitvoeren van bepaalde activiteiten en voorwaarden die hier bij gelden.</p>

Gemeenten	
Omgevingsvisie Lelystad 2050 (2026)	Gemeente Lelystad beschrijft in de omgevingsvisie welke keuzes er nodig zijn om Lelystad prettig, gezond en veilig te houden. Ambitie is om de stad op een goede en toekomstbestendige manier te laten groeien. In de uitwerking van ambities tot concrete beleidskeuzes is o.a. aandacht voor het meegroeien van natuur met de stad, het versterken van het vestigingsklimaat en duurzame ontwikkeling van de stad t.a.v. energie-, warmte-, grondstoffen en mobiliteitstransitie.
Omgevingsvisie Zeewolde (2023)	De omgevingsvisie omschrijft 11 speerpunten waar de gemeente zich op wil richten, op het gebied van bijvoorbeeld klimaat, duurzaamheid, landschap, maar ook milieu, gezondheid, veiligheid en wonen/voorzieningen en economie. Er wordt voor die thema's ingegaan op uitgangspunten voor verdere ontwikkeling en de uitwerking ervan.
Omgevingsvisie Kampen (2025)	De omgevingsvisie is een langetermijnvisie voor de hele fysieke leefomgeving van de gemeente Kampen richting 2050 DE omgevingsvisie beschrijft 3 hoofdambities. Een aantal daarvan zijn relevant voor dit project, namelijk de ambitie om in 2035 energieneutraal te zijn voor eigen elektragebruik en 2050 voor warmte. Daarnaast de opgaven voor een gezonde leefomgeving, vitale woonwijken en dorpen en de uitbreiding of aanleg van bedrijventerreinen.
Ontwerp Omgevingsvisie Huizen (2023)	De omgevingsvisie gaat over de komende 20 à 30 jaar. Hier wordt ingegaan ambities en thema's van het bestaande beleid en als aanvulling daarop diverse nieuwe opgaven. Bijvoorbeeld gezondheid en veiligheid, wonen, economische vitaliteit, duurzaamheid en bereikbaarheid.
Omgevingsvisie Amsterdam 2050 (2021)	Door een fusie maakt Weesp sinds 2022 onderdeel uit van de gemeente Amsterdam. De omgevingsvisie van Amsterdam geldt sindsdien ook voor het grondgebied van Weesp. In de visie zijn vijf strategische keuzes beschreven welke deels ook relevant zijn voor dit project; verdere groei in woningen en werkgelegenheid, versterking van een gezonde en klimaatbestendige leefomgeving, waaronder investeren in het landschap (natuurontwikkeling, kringlooplandbouw).
Omgevingsvisie Diemen 2040 (2022)	Visie uitgewerkt in vier strategische keuzes, drie daarvan zijn relevant voor dit project; <ul style="list-style-type: none"> - groene en gezonde leefomgeving: verbeteren recreatieroutes, terugdringen geluidhinder en luchtvervuiling, groen en waterveilig, biodivers en klimaatadaptief; - duurzaam Diemen: in 2040 niet meer afhankelijk zijn van fossiele brandstoffen. Onderzoeken samen met andere gemeenten mogelijkheden voor windenergie, zonne-energie en aardwarmte;

	<ul style="list-style-type: none"> - groei binnen grenzen: woningbouw voornamelijk binnen bestaande bouwgrenzen.
<p>Omgevingsvisie Almere (2017) & toekomstperspectief 'Almere stad met toekomst' (2021)</p>	<p>De omgevingsvisie bouwt voort op de in 2009 vastgestelde Almere Principles als wenkend perspectief. Dit is grotendeels opgebouwd vanuit de groei van 'Garden City' naar 'Growing Green City' (het thema van de Floriade van 2022). Aanvullend geeft het toekomstperspectief 'Almere stad met toekomst' van Almere 2.0 een actueel perspectief op Almere nu en later (2050). Deze gaat ook in op de verschillen tussen de in 2017 vastgestelde visie en de actuele koers. Almere is bezig met de realisatie van een vernieuwde Omgevingsvisie.</p>
<p>Omgevingsvisie Gooise Meren (september 2023)</p>	<p>In de Omgevingsvisie geeft de gemeente richting aan de visie voor de toekomst. Het bestaat o.a. uit een uitwerking per thema en uitwerking per gebied. Per thema is het beleid voor de komende periode beschreven en per gebiedstype zijn de ambities beschreven. De mogelijke tracés voor de nieuwe hoogspanningsverbinding doorkruisen zowel deelgebieden die in de omgevingsvisie als natuurgebied, agrarisch gebied, recreatiegebied en bedrijvigheid zijn aangewezen.</p>
<p>Structuurvisie Dronten 2030 (28 januari 2013) en Toekomstvisie Dronten</p>	<p>In 2013 heeft de gemeente een structuurvisie vastgesteld met daarin de gewenste waarden en kwaliteiten voor 2030. Dit is met name gericht op behoud en verbetering van de bestaande ruimtelijke en sociale kwaliteiten en het versterken van het landschap en de leefbaarheid. Er wordt gewerkt aan een Toekomstvisie Dronten 2050. In het najaar van 2024 is het resultaat van het zogenaamde 'toekomstberaad' in concept als advies aangeboden aan de gemeenteraad. Hier zijn inwoners bij betrokken geweest en zij gingen aan de slag met onderwerpen die belangrijk zijn voor de toekomst.</p>
<p>Ontwerp Omgevingsvisie (26 februari 2024)</p>	<p>De omgevingsvisie bouwt voort op drie kernopgaven gericht op de doelen voor 2050:</p> <ul style="list-style-type: none"> - groei en bloei van dorpen en wijken (woningbouw, voorzieningen ontplooiing); - vitaal landelijk gebied (landbouw en voedselproductie, vitale natuur, kenmerkend landschap, aantrekkelijk recreatie- en toerismeaanbod, maar ook uitdagingen t.a.v. stikstof, bodemdaling, duurzame energieopwekking); - aantrekkelijke regio (voorwaarden en voorzieningen om aantrekkelijke, toekomstbestendige en unieke regio te zijn).

Bijlage 3 Overzicht autonome plannen en ‘zachte’ plannen

Vastgestelde autonome ontwikkelingen

Naam/soort ontwikkeling	Korte omschrijving
<i>Woningbouw</i>	
Waterfront Stedelijke Kust Lelystad	Het college heeft ingestemd met een ontwerpplan voor Waterfront Stedelijke Kust Lelystad. De ontwikkeling loopt van de kustzone van Bataviakwartier in het noorden tot Meerdijkhaven in het zuiden. Binnen het Waterfront gaat het vooral om wonen, vrijetijdseconomie, natuur en recreatie. Het plan geeft op hoofdlijnen aan waar het college wat wil toestaan. In december 2023 is het plan vastgelegd.
Lelystad Warande	De gemeenteraad van gemeente Lelystad heeft in 2022 de Nota van uitgangspunten Warande 2.0 vastgesteld. Het is de bedoeling dat de eerste woningen van het tweede deelgebied in 2024 worden gebouwd. Tegen die tijd zijn alle woningen van het eerste deelgebied op de markt gebracht.
Dronten	Op een centrale plek in Dronten, tussen straten De Stag en De Zuid worden 59 woningen ontwikkeld voor verschillende doelgroepen. Het project ‘Aan De Zuid’ wordt gerealiseerd op het terrein van voormalig tuincentrum De Boeg. De planning is dat de woningen medio 2025 opgeleverd worden.
Swifterbant-Zuid	Swifterbant wordt uitgebreid met nieuwbouwwijk Swifterbant-Zuid. De uitbreiding gaat van start in het voorjaar van 2024. Swifterbant-Zuid wordt een wijk met circa 700 woningen.
Almere Oosterwold	De woningbouwontwikkeling van Oosterwold gaat uit van zogenaamde ‘uitnodigingsplanologie’. Niet de overheid maar initiatiefnemers bepalen binnen de grenzen die het bestemmingsplan biedt, hoe het gebied eruit komt te zien. Er zijn reeds ontwikkelingen gerealiseerd, in aanbouw of vergund. In totaal is het gebied geschikt voor 15.000 woningen.
Almere Overgooi	In Almere Overgooi worden de meeste kavels ontwikkeld in particulier opdrachtgeverschap. Inwoners hebben hier de mogelijkheid om zelf een eigen huis te (laten) bouwen. Het ontwikkeltempo in dit gebied is daardoor relatief laag. Een groot deel van de huizen in de westelijke helft van het gebied is inmiddels al wel gerealiseerd.

Almere Noorderwold-Eemvallei	Voor Noorderwold Eemvallei Fase 1 is in 2024 een bestemmingsplan vastgesteld. In het gebied is ruimte gereserveerd voor maximaal 200 woningen.
Almere Hortus	Een bestemmingsplan 'Centrum Weerwater - Floriade' is in december 2018 vastgesteld om de Floriade mogelijk te maken. Daarin is ook opgenomen dat de bestemmingen ná de Floriade benut kunnen worden voor woningbouw, kantoren, speelvoorzieningen e.d. De gemeente heeft daar nog geen verdere uitwerking van gemaakt, waardoor het nog niet bekend is welke functies waar komen. Dat vraagt een verdere planologische uitwerking en concretisering. Het bestemmingsplan maakt toekomstige woningbouw daardoor niet onmogelijk, maar op dit moment is nog niet te zeggen waar de woningen komen te staan (in het hele vlak, slechts een gedeelte ervan, noord én zuid van de snelweg of alleen één van beide).
Almere Haven	Hoewel Almere Haven gebouwd is achter de dijk, ligt een klein deel buitendijks: de Havenkom en de Kustzone. Dit is een gebied met onder meer natuur, een strand, een jachthaven, watersportmogelijkheden, recreatieve voorzieningen, woningen en horeca. Het Ontwikkelingsplan Kustzone Almere Haven voorziet in de komst van een hoogwaardig woonmilieu. Een groot deel van de woningen is al gerealiseerd of is in aanbouw. De woningen van ontwikkelveld 3 (40 appartementen) en ontwikkelveld 4 (100 appartementen) zijn nog niet volledig gerealiseerd. Tussen 2023 en 2025 worden de laatste woningen opgeleverd.
Zeewolde Polderwijk, Havenkwartier en Eilandenbuurt	In Zeewolde wordt de wijk Polderwijk uitgebreid. Het eerste deel is nagenoeg ontwikkeld. In het wijkdeel Havenkwartier worden ongeveer 349 woningen in diverse woningbouwcategorieën gerealiseerd. In het wijkdeel Eilandenbuurt worden 260 grondgebonden woningen en maximaal 40 appartementenwoningen gerealiseerd.
Kampen Reeve	In Kampen wordt tussen de Hanzelijn en het Reevediep een nieuw dorp, Reeve, met 600 woningen gebouwd. Het bestemmingsplan dat dit mogelijk maakt is in 2018 vastgesteld. Een deel van de woningen is ondertussen al gerealiseerd.
Muiden	De bouw van een nieuwe woonwijk de Krijgsman is in volle gang, op 1 februari 2023 waren 650 woningen bewoond. Tot aan 2027 worden nog eens 650 woningen opgeleverd.
Amsterdam	Strandeiland wordt een nieuwe stadswijk van de gemeente Amsterdam, aan het IJmeer. Hier komen in totaal 8.000 woningen, verdeeld over twee woonbuurten. In 2024 worden er in de eerste instantie 380 flexwoningen gerealiseerd voor tenminste 10 jaar. In 2025 start de bouw van woningen in de Muidenbuurt en in 2027 de woningen in de Pampusbuurt. Verwachting is dat de ontwikkeling in 2040 klaar is.

Weesperluis	Woonwijk Weesperluis wordt gerealiseerd in de Bloemendalerpolder, aan de noordzijde van Weesp. Het eerste deel van de wijk is inmiddels gerealiseerd en bewoond. Ook natuurcompensatieplan 't Breedveld is gerealiseerd. Voor de andere woonvelden zijn de werkzaamheden begonnen of in voorbereiding. Het hele plan zou rond 2030 gerealiseerd moeten zijn.
Bedrijventerreinen	
Uitbreidingen bedrijvenpark Stichtsekant Almere-Hout	Bedrijvenpark Stichtsekant is een bedrijventerrein van 216 ha, waarvan ongeveer 131 ha uitgegeven wordt. Het bedrijvenpark ligt aan de oostkant van Almere, grenzend aan de A27. De percelen vallen onder het vastgestelde bestemmingsplan 'Bestemmingsplan Bedrijvenpark Stichtsekant'. Het gebied is ingericht als duurzaam bedrijventerrein met voornamelijk logistiek en is bedoeld om de werkgelegenheid in de regio te stimuleren. De ontwikkeling van Stichtsekant is opgedeeld in vier fasen. Inmiddels is de verkaveling al ingevuld en vastgesteld.
Bedrijventerrein Flevopoort Lelystad	Vastgoedontwikkelaar VDG Real Estate is voornemens om een distributiecentrum te vestigen langs de A6 bij Lelystad op het bedrijventerrein Flevopoort, nabij afslag 10 van de A6. Deze ontwikkeling omvat ruim 100.000 m ² opslagruimte op een kavel van 30.000 m ² grondoppervlak. Naar verwachting is het distributiecentrum in de loop van 2024 klaar.
Bedrijventerrein Lelystad Airport Businesspark	Aan de zuidkant van de A6, nabij afslag 10, ligt bedrijventerrein Lelystad Airport Businesspark. De gemeente is voornemens binnenkort de tweede fase van dit terrein in ontwikkeling te nemen. De ontwikkeling van dit bedrijventerrein is in 2010 vastgelegd in bestemmingsplan Lelystad-Larserknoop en gedeeltelijk herzien in 2020.
Bedrijventerrein Flevokust Haven	De gemeente Lelystad is voornemens om meer kavels uit te geven op het regionale bedrijventerrein Flevokust Haven. De grond is in eigendom van de gemeente en grofweg kan hier 55 ha netto aan bedrijfskavels worden uitgegeven. De regionale behoefte aan XXL-kavels is groot. De uitbreidingen van het bedrijventerrein zijn vastgelegd in twee ontwerp bestemmingsplannen: 'Uitbreiding Flevokust Haven Zuid West' en 'Uitbreiding Flevokust Haven Zuid'.
Natuurontwikkeling	
Poort Oostvaardersplassen	In natuurgebied Hollandse Hout wordt gewerkt aan de realisatie van Poort Oostvaardersplassen. De Poort wordt één van de entreegebieden van Nationaal Park Nieuw Land In Lelystad. Staatsbosbeheer, provincie Flevoland en de gemeente Lelystad werken met elkaar samen om dit gebied voor omwonenden, inwoners en andere bezoekers toegankelijker en aantrekkelijker maken als Poort Oostvaardersplassen Lelystad. Onderdeel hiervan is een plan voor natuurlijke recreatiewoningen in het

	Hollandse Hout. Het ontwerpbestemmingsplan is vastgesteld door het college en heeft ter inzage gelegen.
Realisatie NNN	In Nederland wordt nog altijd (tot en met 2027) gewerkt aan de realisatie van het Natuur Netwerk Nederland (NNN) zoals afgesproken op 20 september 2011 in het 'Onderhandelingsakkoord decentralisatie Natuur' tussen de provincies (verenigd in het IPO) en het ministerie van LNV. Definitieve afspraken hierover zijn vastgelegd in het 'Natuurpact' dat in september 2013 is gesloten tussen de staatssecretaris van Economische Zaken en de provincies/ IPO. BIJ12 monitort de voortgang en publiceert een jaarlijkse voortgangsrapportage (LNV, IPO en BIJ12, 2022).
Nieuwe natuur Schokland	Voor het behoud van bodemarcheologie wordt natuurgebied Schokland uitgebreid. Aan de zuidkant komt, tussen Schokland en de Ramsweg, ongeveer 200 ha natuur voor weide- en akkervogels maar naar verwachting ook voor dagvlinders, libellen en rugstreeppad. De drie natuurbeheertypen die zijn voorzien zijn vochtig weidevogelgrasland, kruiden- en faunarijk grasland en natuurvriendelijke biologische akkers en experimenten met mengvormen.
Oostvaardersoevers	Het doel van project Oostvaardersoevers is een betere verbinding tussen meer en moeras. In de huidige situatie is de uitwisseling tussen het Markermeer, de Oostvaardersplassen en de Lepelaarplassen niet (goed) mogelijk. Ook kunnen vissen moeilijk van het diepe Markermeer naar de ondiepere Oostvaardersplassen en Lepelaarsplassen trekken. Dit kan worden opgelost door geleidelijke verbindingen, zoals water in- en uitlaten en vispassages aan te leggen. Langs de dijk moet een ondiepe moeraszone komen dat in leefgebied voor met name vissen en vogels moet voorzien. Het project doorloopt in 2024 - 2025 de planuitwerkingsfase. Het project start volgens huidige inzichten in 2026 met de uitvoering. Onderzoeksalternatief blauw doorkruist het PAGW-project Oostvaardersoevers in lengterichting; vooral tijdens de aanlegfase van de hoogspanningsverbinding zijn daardoor effecten mogelijk. De overige onderzoeksalternatieven blijven op (veel) grotere afstand van het project en hebben geen invloed op het PAGW-project.
Binnendelta Ketelpolder en Zwarte Meer en Ketelmeer	Dit PAGW-project bestaat uit een tweetal deelprojecten. Deelproject Binnendelta Ketelpolder omvat de realisatie van leefgebied in de Ketelpolder, voornamelijk waterrietland met natuurlijk peilbeheer door de aanleg van in- en uitlaatwerken met instroom vanuit zowel het Vossemeer als het Keteldiep/IJssel. Deelproject Binnendelta Zwarte Meer - Ketelmeer betreft de aanleg van ondieptes en vooroevers met flauwe taluds, het ontwikkelen van een onderwaterlandschap en het herstel van waterrietland langs de zuidelijke oevers en in de ondiepe zones langs het

	<p>Ketelmeer en het Zwarte Meer. Beide deelprojecten zijn een eerste stap in het grootschalig systeemherstel van de binnendelta van IJssel en Vecht. De Ketelpolder is in bezit van Staatsbosbeheer en er ligt al een uitgewerkt inrichtingsplan. Een snelle realisatie is daarmee aannemelijk. Onderzoeksalternatief oranje doorkruist delen van het PAGW-project Ketelpolder en kan daar dus ook effecten op hebben.</p>
Natuurontwikkeling Noorderwold-Eemvallei	<p>Het project Noorderwold-Eemvallei is door de provincie Flevoland binnen het Programma Nieuwe Natuur toegewezen voor natuurcompensatie. Vanwege de aanleg van infrastructuur of door nieuwe bebouwing is in Flevoland natuur verdwenen. In het kader van natuurcompensatie is het projectgebied aangewezen en dient er moeras en bos gerealiseerd te worden. Het projectgebied ligt ten zuiden van de rijksweg A6 ter hoogte van Almere Buiten-Oost. Het voornemen is om in het projectgebied natuur te ontwikkelen in combinatie met duurzame landbouw en de oude Eemvallei zichtbaar te maken. In het gebied dienen natuur, duurzame landbouw en rode functies met elkaar verweven te worden. De ontwikkeling van het landschap moet er toe leiden dat het gebied tevens aantrekkelijk en toegankelijk wordt om er te recreëren en te wonen.</p>
Nationaal Park Nieuw Land	<p>Er is een ontwikkelperspectief om vier natuurgebieden voor de kust van Flevoland (Lepelaarsplassen, Oostvaardersplassen, Markerwadden en Trintelzand) met elkaar te verbinden. De komende jaren worden voor de kust van Flevoland, langs de randen van het Markermeer, diverse projecten uitgevoerd om op verschillende plekken natuurwaarden te versterken: onder andere Het Trintelzand, de Marker Wadden en diverse natuurontwikkelingen rondom de Oostvaardersdijk. Samen moeten deze projecten leiden tot het te ontwikkelen Nationaal Park Nieuw Land. Op het Markermeer is dan dus niet alleen sprake van een grootschalig open landschap op het water, maar ook van diverse kleinschalige ontwikkelingen met een meer afwisselend en natuurlijk karakter.</p>
<i>Recreatie</i>	
Almere Kustzone	<p>Hoewel Almere Haven gebouwd is achter de dijk, ligt een klein deel buitendijks: de Havenkom en de Kustzone. Dit is een gebied met onder meer natuur, een strand, een jachthaven, watersportmogelijkheden, recreatieve voorzieningen, woningen en horeca. Om de groenblauwe kwaliteiten en het woonmilieu van het gebied verder te versterken, is het Ontwikkelingsplan Kustzone Almere Haven opgesteld. Er wordt gewerkt aan plannen voor de realisatie van een hotel en Strand kustzone.</p>
<i>Windturbines</i>	
Windplan West (Flevoland)	<p>Deelgebied West is één van de vier gebieden dat door de provincie Flevoland in 2016 aangewezen voor grootschalige productie van windenergie. De vier gebieden maken onderdeel uit van Regioplan</p>

	<p>Windenergie van de Provincie Flevoland. In drie van die gebieden zijn plannen ontwikkeld, namelijk de windplannen Zeewolde, Blauw en Groen. Windplan West is voorlopig het laatste grote windplan dat ontwikkeld kan worden. Momenteel is er geen initiatiefnemer voor het realiseren van een windpark binnen projectgebied West. De Provinciale Staten willen geen medewerking verlenen aan uitbreiding van het projectgebied West (waardoor er ook molens komen buiten het oorspronkelijke projectgebied West).</p>
Windpark Zeewolde	<p>Windpark Zeewolde B.V. is eigendom van een samenwerking van meer dan 200 boeren, bewoners en ondernemers uit het buitengebied van Zeewolde. In dit gebied van meer dan 300 vierkante kilometer is meer dan 90 % van de boeren, bewoners en ondernemers al aandeelhouder. Samen vormen zij het grootste boeren/burgerwindcollectief van Europa. Met 320 MW is het ook nog het grootste windproject op land in Nederland. De huidige 220 verspreid staande molens maken plaats voor 83 grotere, modernere molens. Deze wekken samen bijna drie keer meer energie op dan de huidige molens.</p>
Windmolenpark Sternweg	<p>Windmolenpark Sternweg is gelegen in gemeente Zeewolde. Het is het eerste windmolenpark in Flevoland dat voltooid is volgens het nieuwe provinciale beleid. Dat betekent dat de molens hoger zijn dan elders in de provincie en dat de molens zijn opgezet als collectief van omwonenden. De masten zijn 108 meter hoog en de diameter van de wieken is 82 meter.</p>
Windmolenpark Pampus Wind en Jaap Rodenburg II	<p>Windparken Pampus Wind en Jaap Rodenburg II liggen nabij Almere aan de kust van het Markermeer. De bouw van de turbines is in 2020 gestart, ze zijn in 2021 in gebruik genomen. De windturbines leveren genoeg energie voor ongeveer 2.700 huishoudens.</p>
Windpark Prinses Alexia	<p>Windpark Prinses Alexia is één van de grootste windparken op land van Nederland. Het windpark ligt ten zuidwesten van Zeewolde. De 36 windturbines leveren elektriciteit aan ongeveer 88.000 huishoudens.</p>
Zonneparken	
Zonnepark Zeewolde (Priempad)	<p>Langs de Gooiseweg in het buitengebied van Zeewolde komt een zonnepark. Het komt ter hoogte van het Priempad en is ruim twee hectare groot. De gemeente Zeewolde heeft vergunningen verleend. De zonnepanelen komen op landbouwgrond te staan.</p>
Zonnepark Trekweg A6 Almere	<p>In 2020 besloot de gemeenteraad van Almere dat het zonnepark nabij de A6 mag komen. De benodigde vergunningen zijn in augustus 2023 aangevraagd bij de gemeente. Het plan is om ongeveer 25.000 panelen neer te zetten op een terrein van 20 ha. Een ecologisch inrichtings- en beheerplan zijn opgesteld.</p>

Zonnepark Bloesemlaan 34, Zeewolde	Aan de Bloesemlaan 34 wordt een zonnepark gerealiseerd van 20 hectare met een opwekcapaciteit van 20 MWp.
Zonnepark langs A6 Lelystad - Dronten	De afgelopen jaren is binnen het project 'A6 zon Lelystad Dronten' de haalbaarheid onderzocht van het opwekken van zonne-energie langs de A6. Na een verkenning viel de keuze op een zonnepark met zonnepanelen in een lint in de midden- en zijbermen van de A6 en op de dijk , vanaf de aansluiting Almere-Oostvaarders tot de Ketelbrug, goed voor 93 ha zonnepanelen. De komende tijd wordt verder gewerkt aan de praktische uitvoering.
Infrastructuur	
150/20kV Hoogspanningsstation Lelystad Larserringweg	Ten zuiden van Lelystad wordt aan de Larserringweg een nieuw 150/20kV hoogspanningsstation ontwikkeld. De totale oppervlakte van het nieuwe station is circa 11 ha (dat is kleiner dan de te ontwikkelen nieuwe 380 kV stationslocaties van circa 15 ha). Het station wordt aan de zuid- en westrand ingeplant met een dichte bosstrook, waardoor het van afstand onderdeel lijkt van Natuurpark Lelystad.
A6: verbreding Almere Oostvaarders - Lelystad	Op de snelweg A6 tussen Almere Oostvaarders en Lelystad wordt de weg van 2x2 naar 2x3 rijstroken verbreed. De A6 is in het zuiden t/m afrit 7 Almere Buiten al verbreed. In afwachting van de oplossing rondom stikstof, kan er geen planning worden afgegeven voor de verbreding van het overige deel van de snelweg vanaf afrit 7 richting het noorden.
N50: verbreding Kampen – Kampen Zuid	Op de autoweg N50 tussen Kampen en Kampen-Zuid wordt de weg van 2x1 naar 2x2 rijstroken verbreed. De weg krijgt een definitieve fysieke rijbaanscheiding en een maximumsnelheid van 100 km/h tussen de aansluitingen Kampen en Kampen-Zuid. Op dit moment is er geen actuele planning voor de verbreding van de N50 tussen Kampen en Kampen-Zuid.
Rondweg Lelystad Zuid	Nieuwe rondweg tussen de A6 en Westerdreef. Het gebied bestaat nu voornamelijk uit akkerbouwgronden.
Overig	
Bodemdaling	Zetting is één van de processen die leiden tot bodemdaling. Zetting wordt veroorzaakt door het aanbrengen van bovenbelasting. In het onderzoeksgebied is sprake van autonome bodemdaling. Dit betekent dat bodemdaling plaatsvindt, ook zonder het project. Wanneer als gevolg van bodemdaling de bodem inklinkt, betekent dit dat de potentiële restzetting afneemt. Bodem die al inklinkt door het proces van bodemdaling is minder gevoelig voor zetting.
Klimaatverandering	Klimaatverandering heeft invloed op de draagkracht van de bodem. In een droger en warmer klimaat versnelt en verergert bodemdaling. Bij hogere temperaturen verloopt veenoxidatie sneller en door een groter neerslagtekort zakken grondwaterstanden verder uit, wat leidt tot nog

	meer veenoxidatie en klink. Wanneer als gevolg van klimaatverandering de bodem inklinkt en de bodemdaling verergert, betekent dit dat de potentiële restzetting afneemt. Bodem die al inklinkt als gevolg van klimaatverandering is minder gevoelig voor zetting.
Ruimte voor Defensie	Het ministerie van Defensie is op zoek naar meer ruimte voor ondersteunende diensten. In mei 2025 is het ontwerpprogramma gepubliceerd waarin Defensie kansrijke locaties bekend heeft gemaakt voor kazernes, laagvlieggebieden en andere activiteiten. In december 2025 is het definitieve programma vastgesteld. In gemeente Zeewolde zocht Defensie naar een locatie voor de bouw van een centrale kazerne met oefengebied, waarvoor een locatie aan de Spiekweg is aangewezen. Het zuidelijke deel van de Noordoostpolder en het noordoostelijke deel van de Flevopolder is aangewezen als laagvlieggebied voor helikopters. Tenslotte wil Defensie vliegveld Lelystad Airport uitbreiden met 60 tot 90 hectare om het geschikt te maken als thuisbasis voor jachtvliegtuigen. In deelrapport Omgeving wordt ingegaan op de effecten van de nieuwe hoogspanningsverbinding op het gebruik door Defensie.

Mogelijke toekomstige ('zachte') plannen

Naam/soort ontwikkeling	Korte omschrijving
<i>Woningbouw</i>	
Woningbouw en recreatie Huizer haven en omstreken	De gemeente Huizen heeft plannen voor potentiële woningbouwontwikkeling in combinatie met het uitbreiden van recreatievoorzieningen rondom de Huizer haven. In juni 2023 is een intentieovereenkomst over de gebiedsontwikkeling aan de oostzijde van de Oude Haven getekend. De plannen zijn nog niet vergund.
Woningbouwplannen regio Almere	Almere kent een grote woningbouwopgave. Concreet is de doelstelling om Almere uit te breiden met 24.500 woningen in de periode 2020 tot en met 2030.
Almere Pampus	Almere Pampus is een gebied aan het IJmeer en Markermeer dat in de toekomst ruimte gaat bieden voor 25.000 tot 35.000 woningen. De komende jaren worden de plannen verder uitgewerkt en vormgegeven en tussen 2030 en 2050 moet de integrale gebiedsontwikkeling gerealiseerd worden.
Almere Nobelhorst	Op 4 april 2024 heeft de gemeenteraad een ontwikkelingsplan voor 'fase 5 Nobelhorst' vastgesteld, waarmee 1.500 aanvullende woningen in Nobelhorst (aan de kant van de A6) worden mogelijk gemaakt. De gemeente is een juridisch-planologische procedure gestart om de bestemming bedrijventerrein te wijzigen in bestemming wonen.

Zeewolde Watermolenbuurt	In de Watermolenbuurt is planvorming voor de bouw van zo'n 270 woningen
Zeewolde Fortenveld	In Fortenveld worden ongeveer 250 woningen in diverse woningbouwcategorieën gerealiseerd. Planvorming is in voorbereiding.
Zeewolde Oosterwold	De nieuwe wijk Oosterwold beslaat zowel een deel op grondgebied van Almere, als op grondgebied van Zeewolde. Het deel op grondgebied in Almere is grotendeels gerealiseerd, in aanbouw of vergund. Er is nog geen concreet plan of planning voor de inrichting van Oosterwold op grondgebied van Zeewolde.
Woningbouwplannen regio Lelystad	<p>De gemeente Lelystad heeft haar toekomstvisie vastgelegd in de Omgevingsvisie 2040³⁸. Er wordt rekening gehouden met een bevolkingsgroei tot 100.000 inwoners; de daarvoor benodigde woningbouw wordt hoofdzakelijk gezocht op inbreidingslocaties en daarnaast in het gebied tussen de bestaande bebouwde kom en het bosgebied 'Hollandse Hout' en in het Bataviakwartier langs de rand van het IJsselmeer.</p> <p>Op 17 juni 2024 heeft de gemeenteraad de mastervisie voor Zuiderhage vastgesteld. Dit is de uitbreiding in het gebied tussen de bestaande bebouwde kom, de A6 en het bosgebied 'Hollandse Hout'. Dit document is het startpunt voor de samenwerking tussen het Rijksvastgoedbedrijf en de gemeente. In de komende jaren wordt Lelystad hier uitgebreid met een nieuw stadsdeel. Zuiderhage zal ruimte bieden voor ongeveer 25.000 inwoners, bestaand uit een tiental compacte buurtschappen.</p>
Woningbouwplannen regio Kampen	De enige gemeente die in de provincie Overijssel wordt doorkruist is de gemeente Kampen. De belangrijkste grote woningbouwlocatie in de gemeente Kampen is het gebied Reevedelta, dat zich aan de noordzijde van het Reevediep uitstrekt tussen de IJssel in het oosten en het Drontmermeer (tunnel Hanzelijn) in het westen. In totaal moeten er op termijn ten minste 3.200 woningen in diverse deelgebieden gebouwd worden. In 2024 is hier een gebiedsvisie voor vastgesteld.
Dronten	De gemeente Dronten heeft in de 'visie op groei' (vastgesteld in maart 2023) aangegeven nieuwe uitleglocaties aan de noord-, oost- en zuidrand van de kern Dronten voor woningbouw te voorzien. Per deelgebied zijn de plannen gericht op tussen de 1.500 en 2.500 woningen. Het college wil beginnen met Dronten-Zuid. Voor de percelen binnen dit gebied heeft de gemeente voorkeursrecht gevestigd. Hiermee heeft de gemeente het eerste recht van koop. De plannen zijn verder nog niet uitgewerkt.
Bedrijventerreinen	
Uitbreiding Trekkersveld IV	De gemeente Zeewolde wil het bestaande bedrijventerrein Trekkersveld uitbreiden met 201 ha bruto oppervlakte. Van de uitbreiding komt 35 ha beschikbaar als regulier bedrijventerrein. Er komen kavels variërend van 2 tot 5 ha. Het nieuwe gebied ligt ten oosten van het huidige Trekkersveld III.

	<p>Hier was een ontwerpbestemmingsplan voor gepubliceerd op 16 december 2021, maar deze is in 2023 door de Raad van State vernietigd. Intussen is eind 2023 een nieuw ontwerp ter inzage gelegd voor een uitbreiding van 35 ha.</p>
Potentiële locatie nieuwe haven Kampen	<p>Ten noordwesten van industrieterrein Kampen is aan de westzijde van de N50 in de Melmerpolder een potentiële locatie voor een nieuwe haven. Aan de noordzijde van de locatie liggen de IJssel en het Keteldiep. Port of Zwolle wil een nieuwe haven realiseren die meer energie opwekt dan verbruikt. Deze nieuwe haven functioneert dan als een batterij voor Regio Zwolle. De Omgevingsvisie Kampen 1.0 stelt dat er een lokale behoefte aan nieuwe droge bedrijventerreinen met name voor de logistieke sector is. Er wordt onderzoek uitgevoerd naar hoe aan deze behoefte kan worden voldaan.</p>
Ontwikkelperspectief werklocaties Noordoostpolder	<p>Gemeente Noordoostpolder heeft op 30 september 2024 een ontwikkelperspectief voor werklocaties vastgesteld. In Emmeloord wil de gemeente strategisch ruimte beschikbaar houden voor de vestiging van lokale, bovenlokale en regionale bedrijvigheid. Hiervoor heeft de gemeente de uitbreiding van bedrijventerrein Nagelerweg-A6 op het oog. Bij voldoende zicht op een uitbreidingsvraag van ondernemers denkt de gemeente in Ens na over het uitbreiden van het bestaande bedrijventerrein in noordoostelijke richting.</p>
Uitbreidingen aantal bedrijventerreinen Almere	<p>De gemeente Almere heeft de ambitie om het aantal bedrijventerreinen uit te breiden. Dit komt mede voort uit de wens van het Rijk, in het kader van de Ruimtelijk Economische Agenda (voortkomend uit het BO-MIRT van november 2022). In de Omgevingsvisie geeft de gemeente aan dat het bieden van ontplooiingsmogelijkheden voor bedrijven de stad completer en leefbaarder maakt. Rondom Almere zijn acht potentiële, kansrijke zoekgebieden voor nieuwe bedrijventerreinen. Dit is nog niet verder gespecificeerd. In het locatie-onderzoek is de locatie Stichtsekant Noord-Oost opgenomen.</p> <p>Daarnaast is het perspectief om bedrijventerrein de Steiger te verdichten met werkfuncties met doorontwikkeling van circulaire bedrijvigheid. In samenspraak met Rijk en regio zijn concrete uitvoeringsafspraken gemaakt in het kader van het programma Almere 2.0. Specifiek vanuit Programmalijn 2 ('Leren en werken') wordt hierop ingezet samen met Rijk en Regio met een regiodeal/groeiagenda. Concrete plannen voor uitbreiding zijn er nog niet.</p>
Recreatie	
Verkenning Ketelmeer	<p>Eind 2022 is door het Bestuurlijk Platform IJsselmeergebied het IJ-team opgericht. Dit team richt zich op het geven van een impuls aan de omgevingskwaliteit van projecten in en langs het IJsselmeergebied. Het IJ-team heeft in het rapport 'IJ-schrift nr. 2 over Ketelmeer' een langetermijnperspectief geschetst voor de mogelijke toekomstige ontwikkelingen op en rondom het Ketelmeer. Binnen deze context zijn er allerlei projecten in ontwikkeling die van invloed zijn op de werking en het</p>

	gezicht van het Ketelmeer. Er wordt ingegaan op diverse (mogelijke) toekomstige projecten die in het gebied spelen. Hierover heeft nog geen verdere besluitvorming plaatsgevonden. Veelal lopen er onderzoeken om de projecten verder vorm te geven en de haalbaarheid ervan te verkennen.
Zoekgebied recreatie Kampen	De grond ten noordwesten van Kampen grenzend aan het Vossemeer heeft de gemeente Kampen aangewezen als zoekgebied voor grootschalige recreatie. Het gebied ligt tussen het Vossemeer, de N307 en de N50.
Windturbines	
RES Overijssel	In het kader van de RES Overijssel bevindt zich in de omgeving Kampen een zoekgebieden voor windenergie. De provincie start een procedure om hier 7 windturbines mogelijk te maken.
RES Noord-Holland en Omgevingsvisie Diemen 2040	Ten oosten van Diemen bevinden zich enkele zoekgebieden vanuit de RES Noord-Holland Zuid. Op 27 juni 2024 heeft gemeente Diemen 4 zoekgebieden als projectgebied vastgelegd in haar Omgevingsvisie. Deze gebieden worden nu verder uitgewerkt in een samenwerkingsverband met de provincie Noord-Holland en de gemeenten Amsterdam en Gooise Meren.
RES Flevoland	De komende jaren worden er zowel windturbines verwijderd als toegevoegd of vervangen. Door <i>repowering</i> (dat wil zeggen de vervanging van kleine windturbines door grotere) zijn minder windturbines nodig dan in de huidige situatie in het gebied. Opvallend is de dubbele rij windturbines in het IJsselmeer (langs de A6). In oostelijk en in noordelijk Zuid-Flevoland staan enkele relatief lange rijen windturbines. In het zuiden van Zuid-Flevoland zijn nog maar weinig solitaire windturbines en zijn er vooral lijnopstellingen van grote turbines.
Zonneparken	
Opwerk Energie	In het programma Opwerk Energie op Rijksvastgoed (OER) is baggerslibdepot IJsseloog in beeld als toekomstig zonnepark.
RES Gooi en Vechtstreek	De gebieden langs en tussen de A1, A6 en het spoor zijn onderdeel van de zoekgebieden in de Regionale Energiestrategie (RES) van de regio Gooi en Vechtstreek. Het Rijk, de provincie, de gemeenten van Blaricum, Gooise Meren, Hilversum, Huizen, Laren, ProRail en Liander werken samen aan de voorverkenning. Het vooronderzoek geeft kansen, randvoorwaarden en beperkingen weer voor het opwekken van zonne-energie. Daarna volgt een verdere verkenning van de kansrijke locaties langs de snelwegen en het spoor.
Omgevingsvisie Diemen 2040	Op 27 juni 2024 heeft gemeente Diemen projectgebieden voor zonne-energie vastgelegd in haar Omgevingsvisie. Deze gebieden zijn onderdeel van de Energieroute Noord-Holland.
Overig	
Veiligheid / Waterstof	In 2023 is één van de eenheden op de Maximacentrale omgebouwd zodat

	hier ook bijstook van waterstof mogelijk is. Op dit moment is het gebruik van waterstof beperkt. Het gebruik hiervan ligt tussen de 10 % en 15 %. Dit neemt richting 2030 toe, om op termijn volledig over te gaan op waterstof.
Batterijopslagsystemen Zeewolde	In een straal van 4 kilometer rondom onderstation Zeewolde zijn acht verzoeken neergelegd voor de realisatie van een batterijopslagsysteem.

Bijlage 4 Kaartuitsnedes van elk alternatief

Deelgebied zuid

Zuid-Blauw-1

Zuid-Blauw-2

Zuid-Paars-1

Zuid-Paars-2

Zuid-Groen-1

Zuid-Geel-1

Zuid-Oranje-1

Zuid-Oranje-2

Overige deeltracés

Terug naar paragraaf 5.1
(effecten deelgebied zuid)

Zuid-Blauw-1



Zuid-Blauw-2

DATUM
PAGINA

Tennet TSO B.V.
7 mei 2026
169 van 191

Terug naar paragraaf 5.1
(effecten deelgebied zuid)

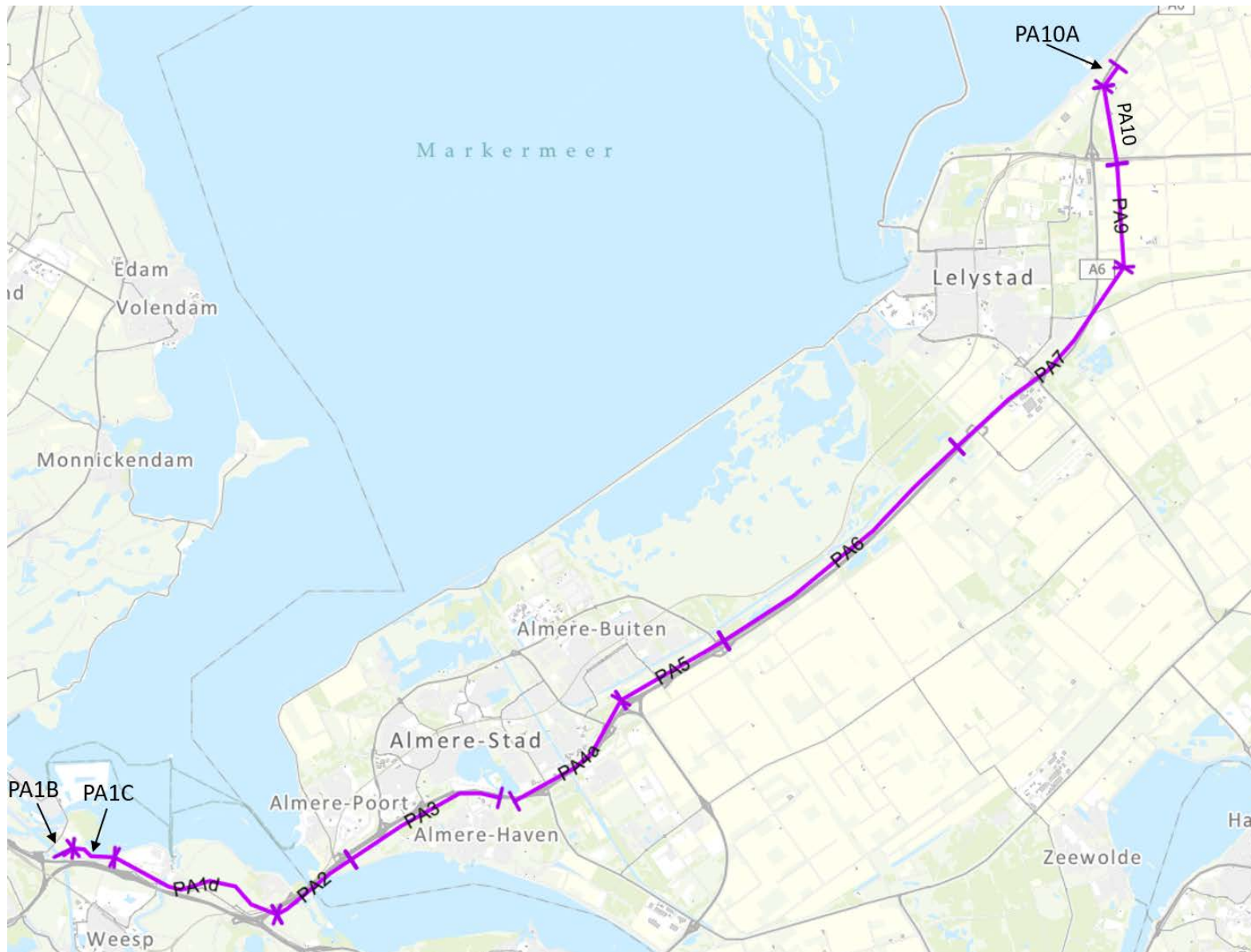


Zuid-Paars-1

DATUM
PAGINA

TenneT TSO B.V.
7 mei 2026
170 van 191

Terug naar paragraaf 5.1
(effecten deelgebied zuid)



Zuid-Paars-2

DATUM
PAGINA

Tennet TSO B.V.
7 mei 2026
171 van 191

Terug naar paragraaf 5.1
(effecten deelgebied zuid)



Zuid-Groen-1

DATUM
PAGINA

Tennet TSO B.V.
7 mei 2026
172 van 191

Terug naar paragraaf 5.1
(effecten deelgebied zuid)



Zuid-Geel-1

DATUM
PAGINA

Tennet TSO B.V.
7 mei 2026
173 van 191

Terug naar paragraaf 5.1
(effecten deelgebied zuid)



Zuid-Oranje-1

DATUM
PAGINA

TenneT TSO B.V.
7 mei 2026
174 van 191

Terug naar paragraaf 5.1
(effecten deelgebied zuid)

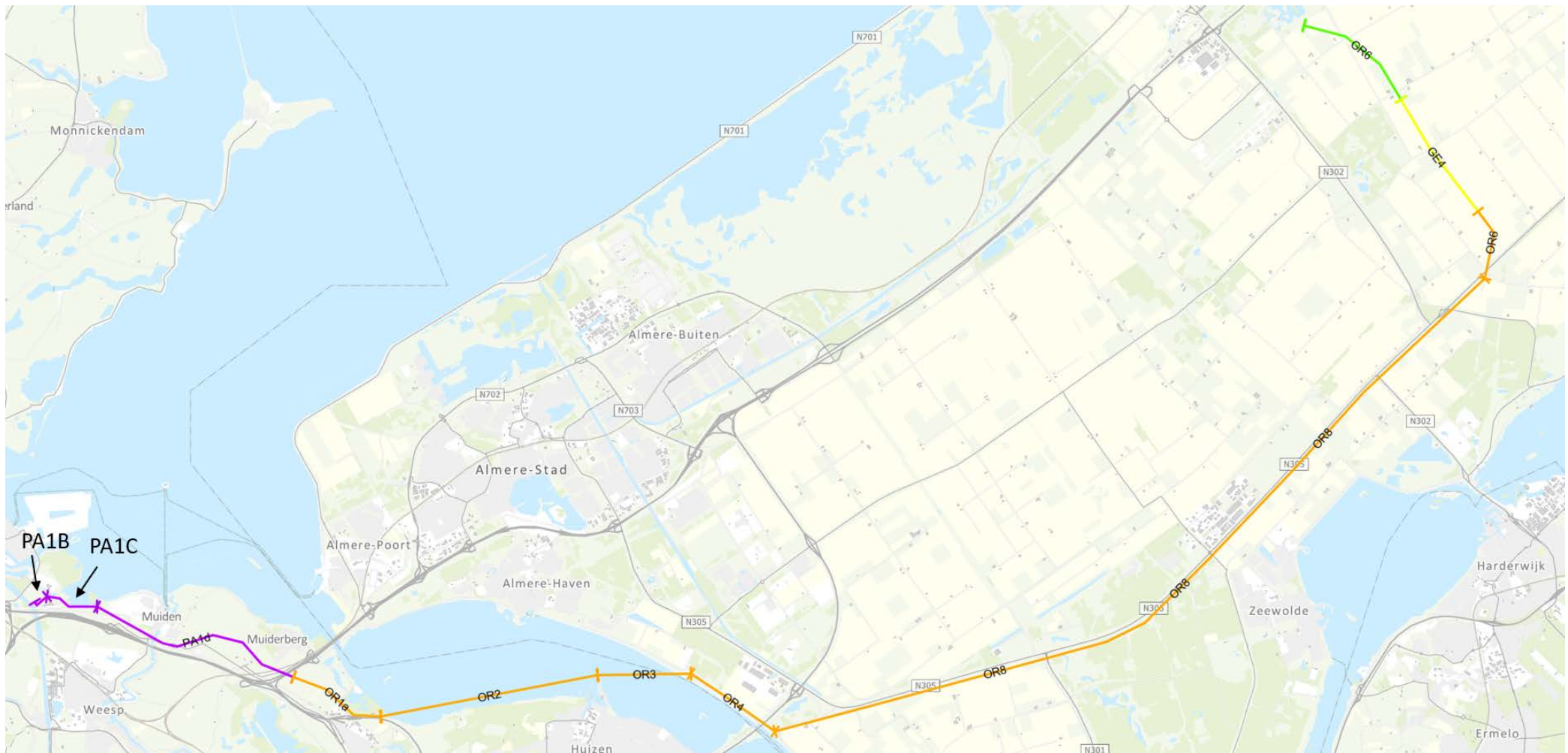


Zuid-Oranje-2

DATUM
PAGINA

TenneT TSO B.V.
7 mei 2026
175 van 191

Terug naar paragraaf 5.1
(effecten deelgebied zuid)



Overige deeltracés deelgebied zuid

DATUM
PAGINA

TenneT TSO B.V.
7 mei 2026
176 van 191

Terug naar paragraaf 5.1
(effecten deelgebied zuid)



Deelgebied Noord

Noord-Blauw-1

Noord-Paars-1

Noord-Paars-2

Noord-Groen-1

Noord-Groen-2

Noord-Geel-1

Noord-Geel-2

Noord-Oranje-1

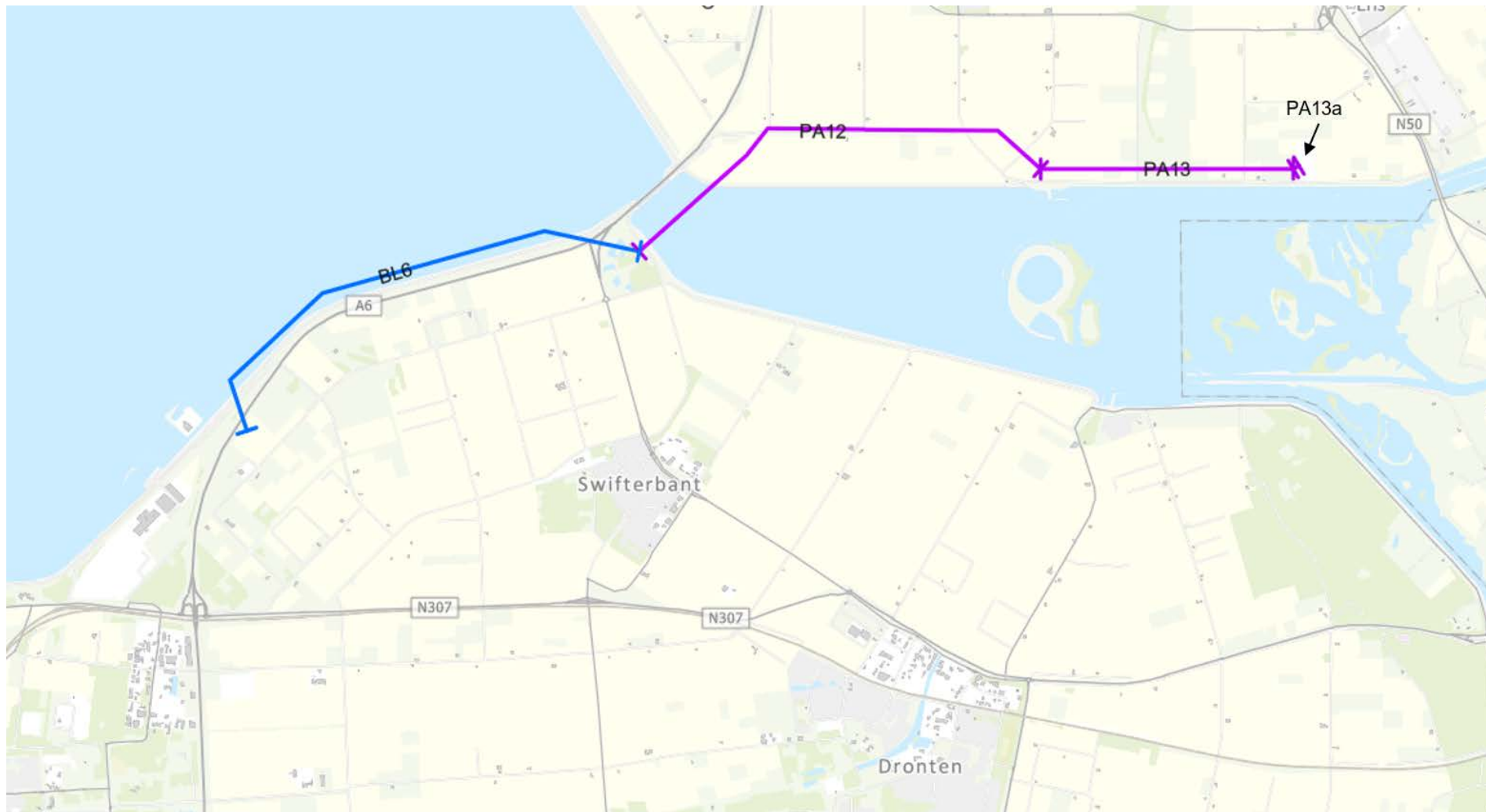
Noord-Oranje-2

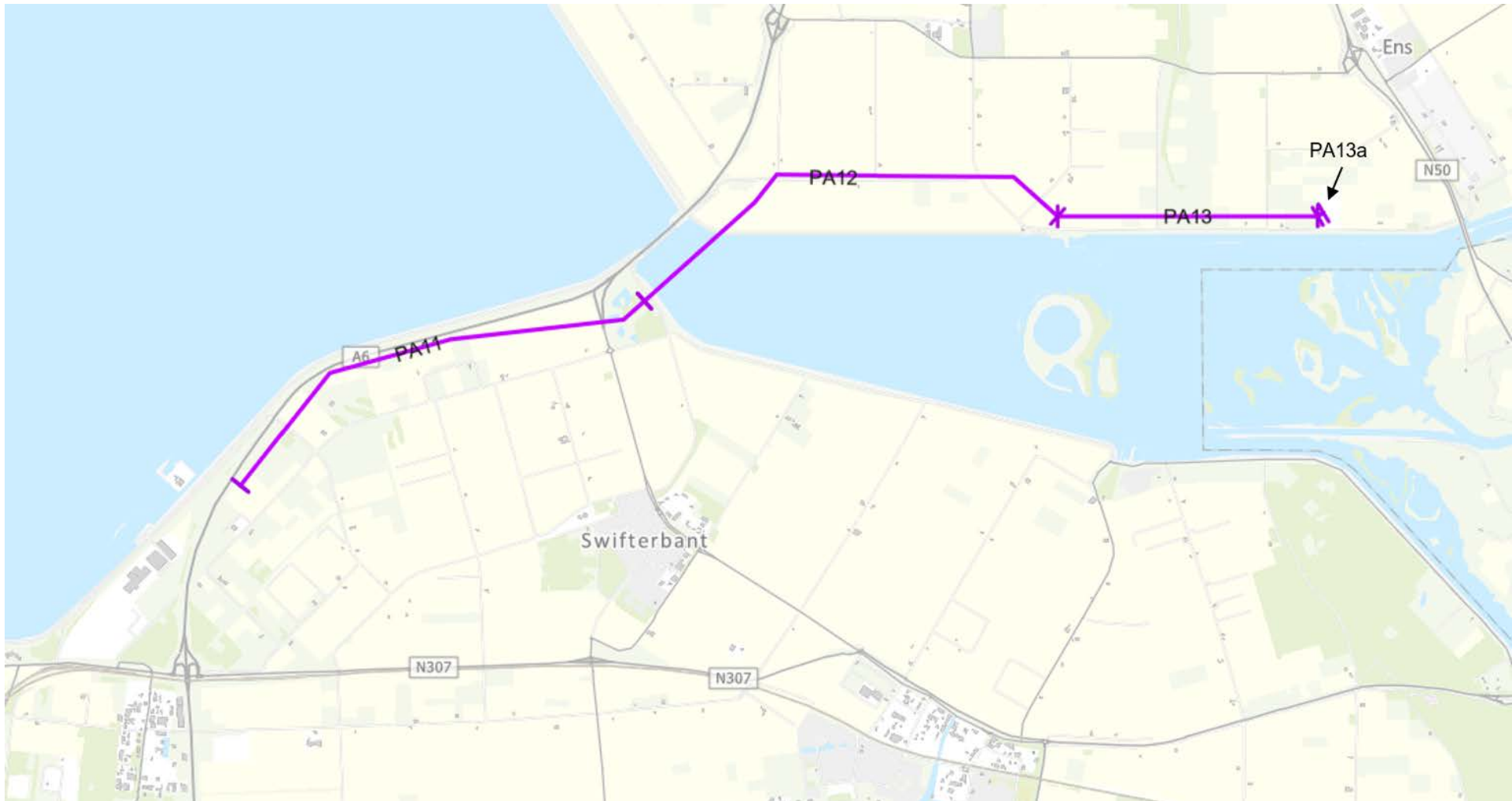
Noord-Grijs-1

Overige deeltracés

Terug naar paragraaf 5.2
(effecten deelgebied noord)

Noord-Blauw-1





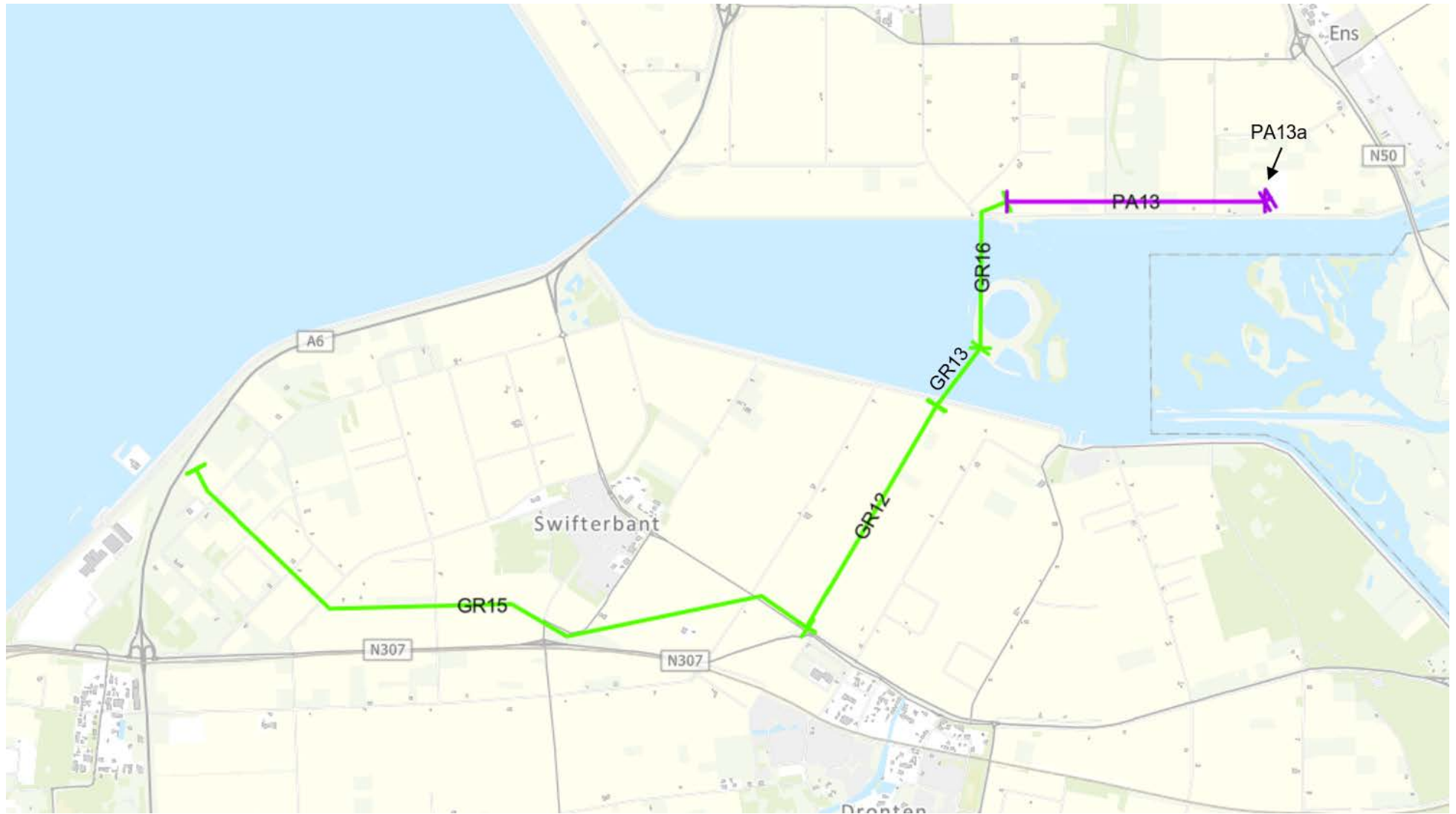
Noord-Paars-2

DATUM
PAGINA

Tennet TSO B.V.
7 mei 2026
180 van 191

Terug naar paragraaf 5.2
(effecten deelgebied noord)





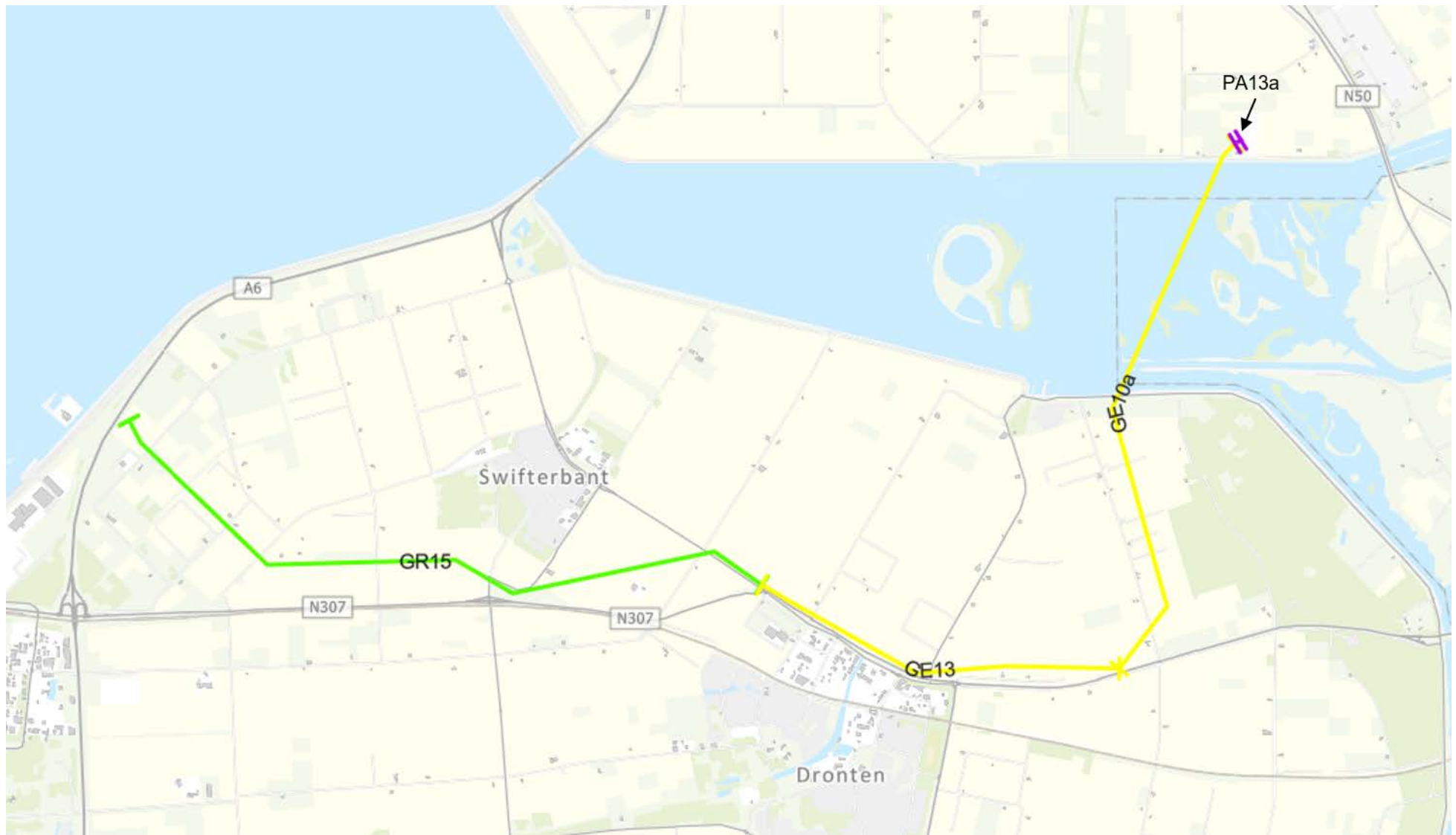
Noord-Groen-2

DATUM
PAGINA

TenneT TSO B.V.
7 mei 2026
182 van 191

Terug naar paragraaf 5.2
(effecten deelgebied noord)







Terug naar paragraaf 5.2
(effecten deelgebied noord)

Noord-Oranje-1



Noord-Oranje-2

DATUM
PAGINA

TenneT TSO B.V.
7 mei 2026
186 van 191

Terug naar paragraaf 5.2
(effecten deelgebied noord)

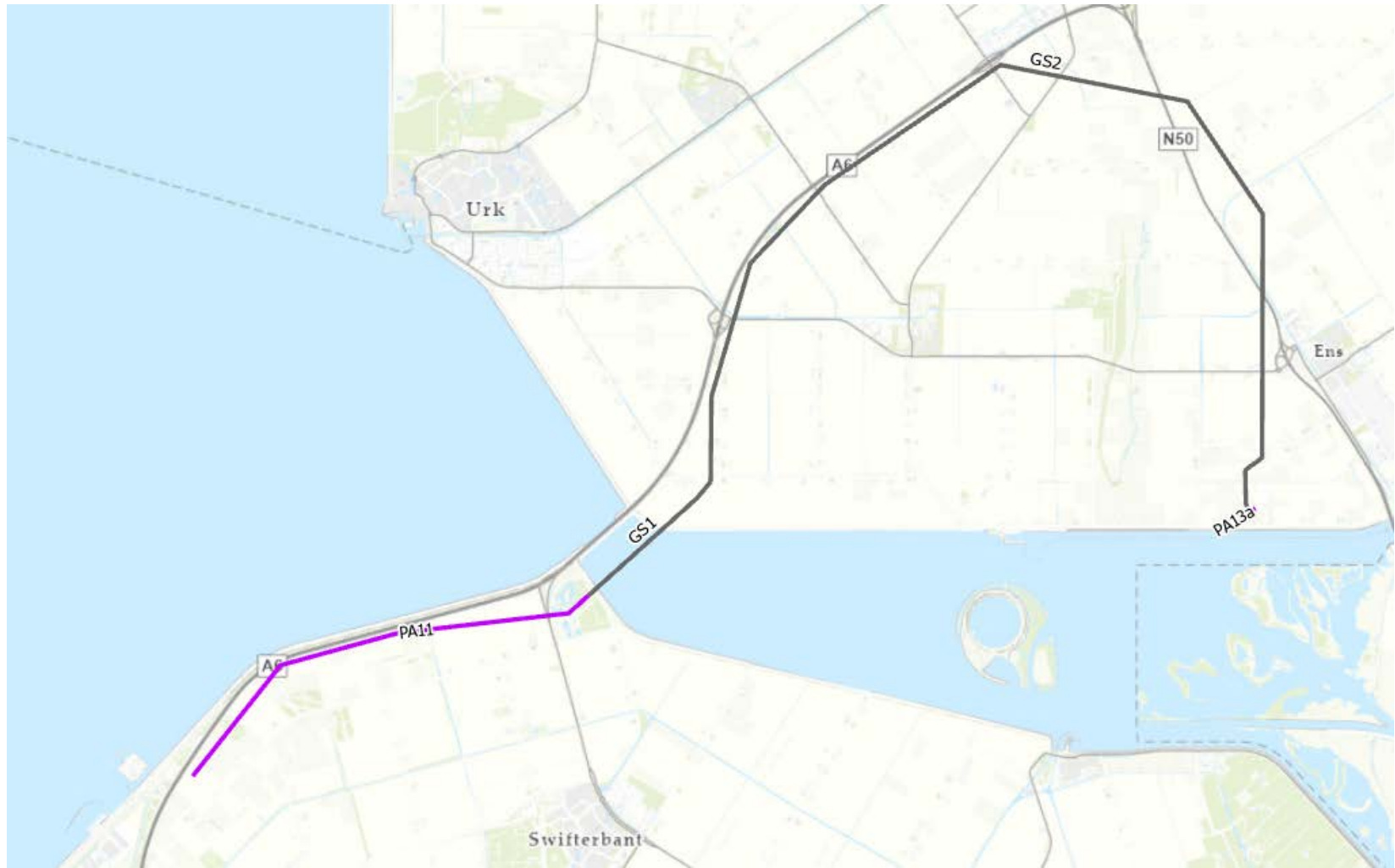


Noord-Grijs-1

DATUM
PAGINA

TenneT TSO B.V.
7 mei 2026
187 van 191

Terug naar paragraaf 5.2
(effecten deelgebied noord)

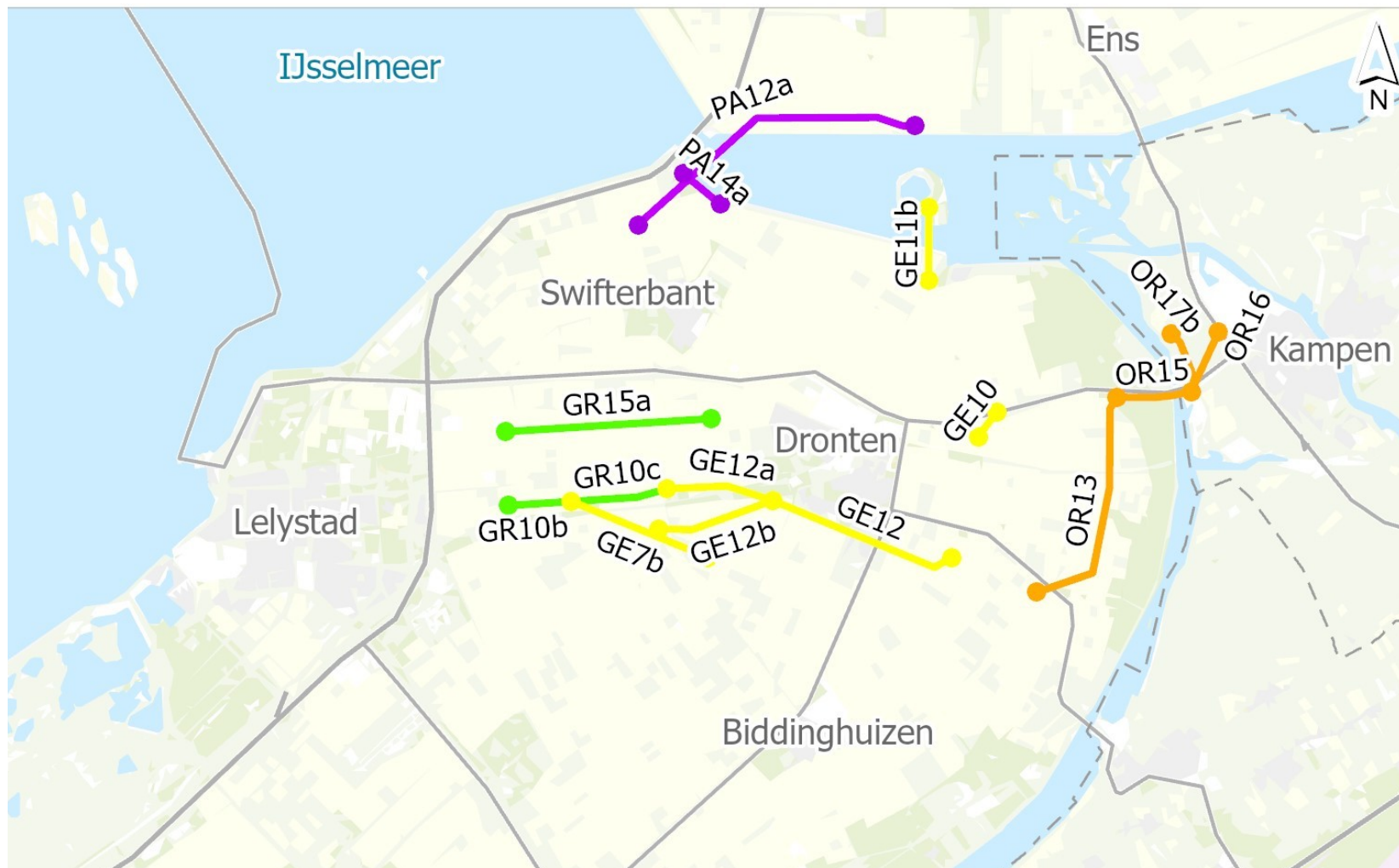


Overige deeltracés deelgebied noord

DATUM
PAGINA

TenneT TSO B.V.
7 mei 2026
188 van 191

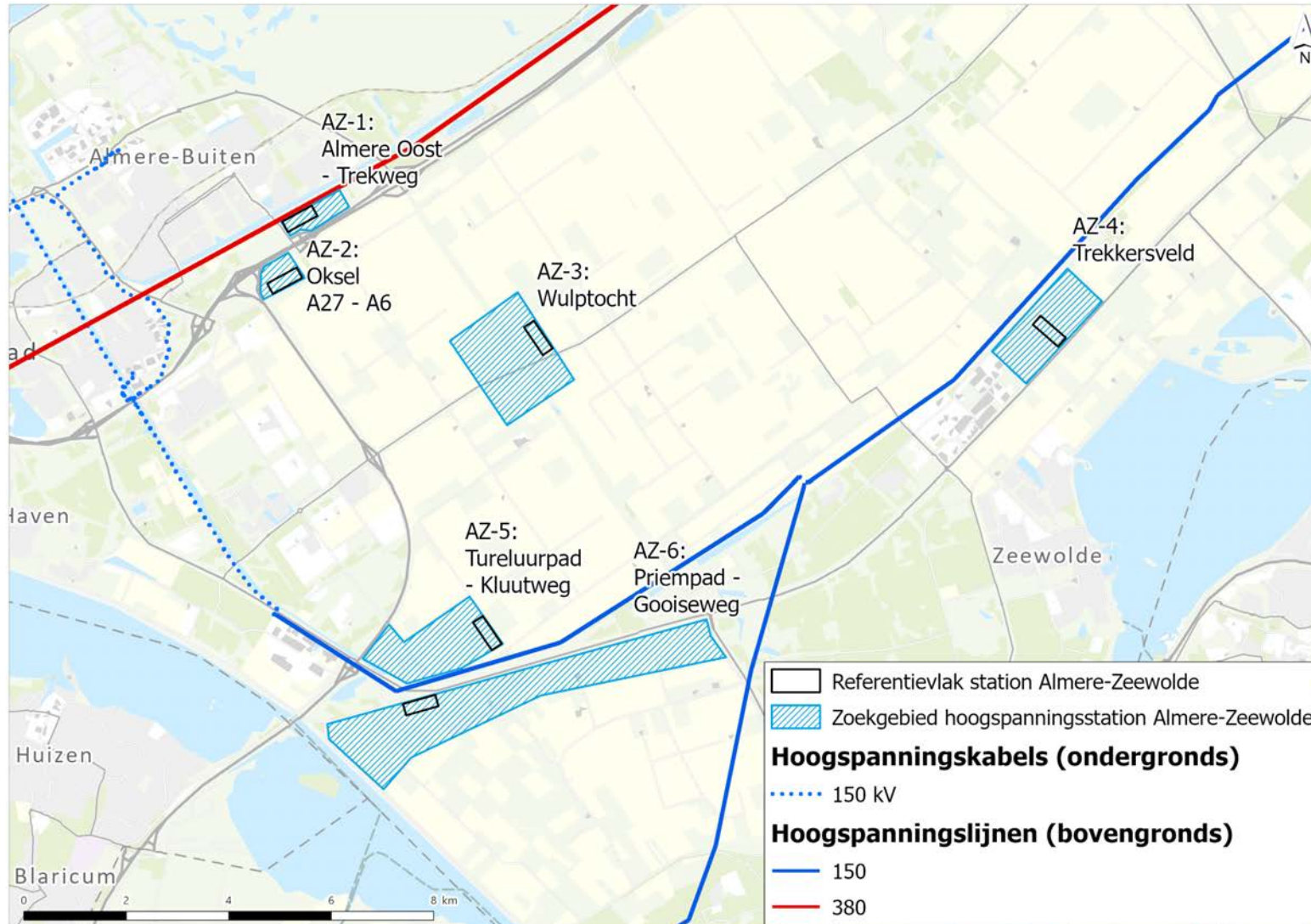
Terug naar paragraaf 5.2
(effecten deelgebied noord)



Locatiealternatieven hoogspanningsstation Lelystad



Locatiealternatieven hoogspanningsstation Almere-Zeewolde



Bijlage 5 Simflux berekening draadslachtoffers Natura 2000-gebieden

Basisrapport NW380kV: Simflux

**Model vliegfluxen en draadslachtoffers
hoogspanningsverbindingen**

Concept, 29 augustus 2016

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Inhoud

Verantwoording en colofon	3
1 Inleiding.....	7
1.1 Status van het project Noord-West 380 kV	7
1.2 Draadslachtoffers in relatie tot wetgeving	7
1.3 Samenhang rapporten.....	9
1.4 Leeswijzer	10
2 Probleem- en doelstelling.....	11
2.1 Probleemstelling vliegbewegingen van niet-broedvogels.....	11
2.2 Probleemstelling vliegbewegingen van broedvogels.....	15
2.3 Doelstelling	16
3 Opzet van het model SIMFLUX.....	18
3.1 Modelmatige aanpak bij windmolens.....	18
3.2 Van windmolenparken naar hoogspanningsverbindingen.....	21
3.3 Globale opzet en inputdata van het model SIMFLUX	22
3.3.1 Globale opzet van SIMFLUX	22
3.3.2 Bewerking van invoerdata	24
3.4 Module 1: Bepaling van vliegfluxen en kruisingen met tracéalternatieven.....	25
3.4.1 Bepaling van de grootte en richting van vliegfluxen	26
3.4.2 Concurrerende vliegfluxen	28
3.4.3 Kruisingen van vliegflux met een bovengronds hoogspanningstracé	29
3.5 Module 2: Bepaling van het bruto aantal draadslachtoffers	30
3.6 Module 3: Bepaling van het netto aantal draadslachtoffers	32
4 Bepaling van de vliegfluxen	33
4.1 Gebieden.....	33
4.1.1 Slaapplaatsen bij slaapplaatsfunctie	33
4.1.2 Foerageergebieden bij slaapplaatsfunctie.....	34
4.1.3 Slaapplaatsen en foerageergebieden bij foerageerfunctie	35
4.1.4 Plangebied, onderzoeksgebied, deelgebieden, corridors en subgebieden.....	37
4.2 Vogeldata	38
4.2.1 Instandhoudingsdoelstellingen	38
4.2.2 Telgegevens (foerageergebieden)	40
4.2.3 Maximale foerageerafstand.....	41

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

4.2.4	1 %-norm	43
4.3	Tracégegevens.....	45
5	Bepaling van de soortspecifieke aanvaringskans	46
5.1	Soortspecifieke aanvaringskans.....	46
5.1.1	Berekening van het aantal draadslachtoffers per jaar	47
5.1.2	Berekening van het aantal vliegbewegingen per jaar.....	49
5.1.3	Berekening van de soortspecifieke aanvaringskans	52
5.2	Resultaten: soortspecifieke aanvaringskansen	52
5.2.1	Algemene bespreking.....	52
5.2.2	Vergelijking met literatuur: de casus eenden	53
6	Bepaling van de mastfactor	55
6.1	Mastfactor.....	55
6.1.1	Mastfactor 's nachts.....	56
6.1.2	Mastfactor overdag.....	57
6.1.3	Mastfactor bij combinatie of bundeling van hoogspanningsverbindingen	58
6.2	Mitigatiemaatregelen	59
7	Presentatie resultaten	60
7.1	Kaarten.....	60
7.2	Tabellen.....	63
8	Literatuur.....	67

Bijlage(n)

- 1 Samenstelling foerageerdata
- 2 Soortspecifieke aanvaringskans
- 3 Mastfactoren

1 Inleiding

In het kader van het voornemen van TenneT TSO bv voor een nieuwe hoogspanningsverbinding van Eemshaven naar Vierverlaten (kortweg aangeduid als Noord-West 380 kV) zijn onder meer de effecten op vogels onderzocht. Soorten met een pendelend vlieggedrag kunnen slachtoffer worden van aanvaring met de draden van een bovengrondse hoogspanningsverbinding. Met een specifiek voor dit doel ontwikkeld simulatiemodel SIMFLUX worden de vliegbewegingen (fluxen) in beeld gebracht en aantallen draadslachtoffers berekend. Dit rapport gaat in op de ontwikkeling en werking van dit simulatiemodel.

1.1 Status van het project Noord-West 380 kV

Het oorspronkelijke project Noord-West 380 kV behelst het voornemen tot aanleg van een nieuwe hoogspanningsverbinding van Eemshaven via Ens naar Diemen. Door gewijzigde marktomstandigheden zijn de plannen voor Noord-West 380 kV bijgesteld. Uit toetsing van het project aan lange termijn doelstellingen en aan ontwikkelingen in de energiemarkt blijkt dat alleen het gedeelte Eemshaven-Vierverlaten gerealiseerd dient te worden en dat een nieuw 380kV transformatorstation bij Vierverlaten de noodzakelijke transportcapaciteit en flexibiliteit biedt om toekomstige ontwikkelingen in de regio te kunnen faciliteren. Dit project heet Noord-West 380 kV Eemshaven Oudeschip – Vierverlaten, afgekort als NW380kV EOS-VVL.

Het simulatiemodel SIMFLUX is ontwikkeld vanuit de achtergrond van het gehele project Noord-West 380 kV. Wanneer in dit rapport wordt gesproken over Noord-West 380 kV wordt hiermee bedoeld op het oorspronkelijke voornemen van een nieuwe hoogspanningsverbinding van Eemshaven via Ens naar Diemen. SIMFLUX is uiteraard ook geschikt voor de gewijzigde projectscope. SIMFLUX is uitsluitend bedoeld voor het bepalen van effecten van (geheel of gedeeltelijk) bovengrondse aanleg. Bij (geheel) ondergrondse aanleg zijn er geen draadslachtoffers.

1.2 Draadslachtoffers in relatie tot wetgeving

Voor de verschillende (geheel dan wel gedeeltelijk bovengrondse) tracéalternatieven van Noord-West 380 kV is onder meer een effectbeoordeling uitgevoerd voor de vogels van Natura 2000-gebieden met een instandhoudingsdoelstelling. Een aantal van de betrokken soorten vertoont een pendelend vlieggedrag tot soms ver buiten de beschermde gebieden. Tijdens de vliegbewegingen kunnen de vogels slachtoffer worden van aanvaring met de draden van een hoogspanningsverbinding.

Bij de afweging van verschillende tracéalternatieven speelt het aantal draadslachtoffers en daarmee de mogelijke beïnvloeding van instandhoudingsdoelstellingen een belangrijke rol.

Voor dit rapport volstaat de volgende **definitie voor draadslachtoffers**: vogels die tegen hoogspanningsdraden aanvliegen ('aanvaring') en als gevolg daarvan sterven. Sterfte kan optreden rechtstreeks door de aanvaring zelf of indirect doordat de vogels uit balans raken en neerstorten.

Het aantal draadslachtoffers kan een negatieve invloed hebben op de grootte van lokale, regionale en landelijke populaties. Als instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden in het geding zijn is toetsing aan de Natuurbeschermingswet 1998 nodig. Als de regionale of landelijke staat van instandhouding van soorten in het geding is, is daarnaast ook toetsing aan de Flora- en faunawet nodig. Voor de effectenbeoordeling is het daarom wenselijk inzicht te verkrijgen in het effect van de verschillende tracéalternatieven op het optreden van draadslachtoffers.

Voor wat betreft het mogelijke optreden van draadslachtoffers is de onderzochte hoogspanningsverbinding Noord-West 380 kV een complex project. In de omgeving liggen enkele tientallen Natura 2000-gebieden met gezamenlijk enkele honderden instandhoudingsdoelstellingen voor in totaal meer dan een half miljoen vogels die door hun dagelijkse vliegbewegingen over soms grote afstanden beïnvloed kunnen worden door de nieuwe hoogspanningsverbinding. Vanwege het omvangrijke aantal te toetsen doelstellingen en de grote aantallen gebieden en vogels is gekozen voor een modelmatige benadering in de vorm van een simulatietool om de met de nieuwe verbinding kruisende vliegbewegingen en het daarmee gepaard gaande optreden van draadslachtoffers in beeld te brengen en te berekenen (op basis van een aantal aannames)

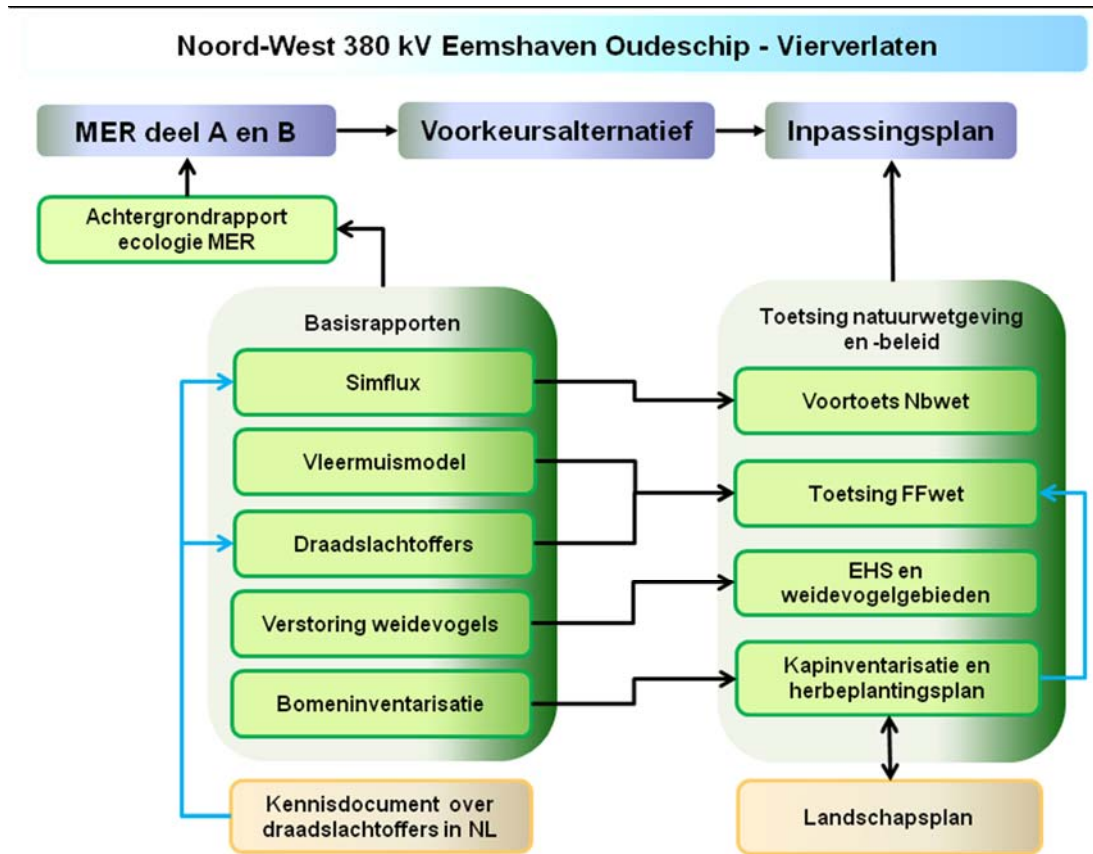
Bij de ontwikkeling van de simulatietool is voor bepaalde aspecten inspiratie opgedaan bij de wijze van effectbeoordeling voor windturbineparken. Bij windmolenparken kunnen vogels ook slachtoffer worden van aanvaringen. Een belangrijk verschil is natuurlijk dat hoogspanningsdraden stil in de lucht hangen, terwijl windmolens ronddraaien.

Bij windmolenparken wordt meestal ook rekening gehouden met eventuele aanvaringslachtoffers onder vleermuizen (Winkelman et al., 2008). Vleermuizen nemen de rotors via echolocatie wel waar, maar worden meegezogen door de luchtturbulentie (zogwerking) van de draaiende rotors en raken gewond of sterven door de daarbij optredende luchtdrukverschillen. Dit probleem doet zich niet voor bij hoogspanningsdraden, aangezien deze geen luchtturbulentie veroorzaken. Bovendien zijn er in Nederland geen gevallen gedocumenteerd van vleermuizen als draadslachtoffer onder hoogspanningsverbindingen.

De simulatietool is daarom uitsluitend toegesneden op vogels.

1.3 Samenhang rapporten

In het kader van het project NW380kV EOS-VVL zijn op het gebied van ecologie verschillende rapporten opgesteld (Figuur 1.1). Ten behoeve van de milieueffectrapportage is Achtergrondrapport ecologie MER opgesteld, waarin de effecten voor ecologie van de verschillende tracéalternatieven worden beschreven. Het MER heeft geleid tot een voorkeursalternatief, waarvoor een Inpassingsplan wordt opgesteld. Voor de toetsing van het Inpassingsplan aan wetgeving en beleid op het gebied van natuur zijn afzonderlijke rapporten opgesteld vanuit onder meer Natuurbeschermingswet en Flora- en faunawet.



Figuur 1.1 Samenhang rapportages op het gebied van ecologie voor het project NW380kV EOS-VVL.

Een aantal rapporten biedt basisinformatie voor zowel de MER-fase als voor toetsing van het Inpassingsplan. Het voorliggende Basisrapport Simflux is één van deze basisrapporten.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de probleem- en doelstelling van dit rapport. Dit hoofdstuk gaat in op de wenselijkheid van het in beeld brengen van de vliegbewegingen en de argumenten voor een modelmatige benadering hiervan. Ook wordt de noodzaak om aanvaringskansen te bepalen beschreven. Hoofdstuk 3 gaat in op de uitgangspunten bij de ontwikkeling van het model SIMFLUX. In § 3.3 wordt de globale opzet van het model beschreven. Het hart van het model bestaat uit enkele rekenmodules, die in respectievelijk § 3.4, 3.5 en 3.6 worden beschreven. De gegevens die nodig zijn als invoer in het model zijn in hoofdstuk 4 behandeld, met uitzondering van de specifiek voor deze tool ontwikkelde soortspecifieke aanvaringskans en mastfactor. Vanwege hun specifieke karakter krijgen deze beide factoren ieder een eigen hoofdstuk (hoofdstuk 5 respectievelijk hoofdstuk 6). Hoofdstuk 7 gaat vervolgens in op de wijze waarop de resultaten gepresenteerd worden. Hoofdstuk 8 ten slotte bevat literatuuropgaven.

2 Probleem- en doelstelling

De onderzochte tracéalternatieven voor Noord-West 380 kV doorkruisen een groot aantal vliegroutes van vogelsoorten waarvoor een instandhoudingsdoelstelling geldt in een aantal relevante Natura 2000-gebieden. Een voor de hand liggend onderscheid kan gemaakt worden in vogels die in het gebied broeden (broedvogels) en vogels die er niet broeden (niet-broedvogels). In dit hoofdstuk wordt voor beide groepen het probleem geschetst en wordt de noodzaak en aanpak via een modelmatige benadering voor met name de niet-broedvogels toegelicht.

2.1 Probleemstelling vliegbewegingen van niet-broedvogels

De niet-broedvogels worden vaak met wintergasten aangeduid, maar in werkelijkheid gaat het om een divers geheel, waaronder ook soorten die alleen in de late zomer of de herfst en / of in het begin van de lente van het gebied gebruik maken. De belangrijkste soorten behoren tot de zwanen, ganzen, eenden en steltlopers. De meeste soorten maken tijdens hun verblijf als niet-broedvogel gebruik van meerdere gebieden. Zo kan de plaats waar de vogels slapen een andere zijn dan die waar ze foerageren. Een voorbeeld van een relatie tussen slaapgebied en foerageergebieden is te zien in Figuur 2.1.



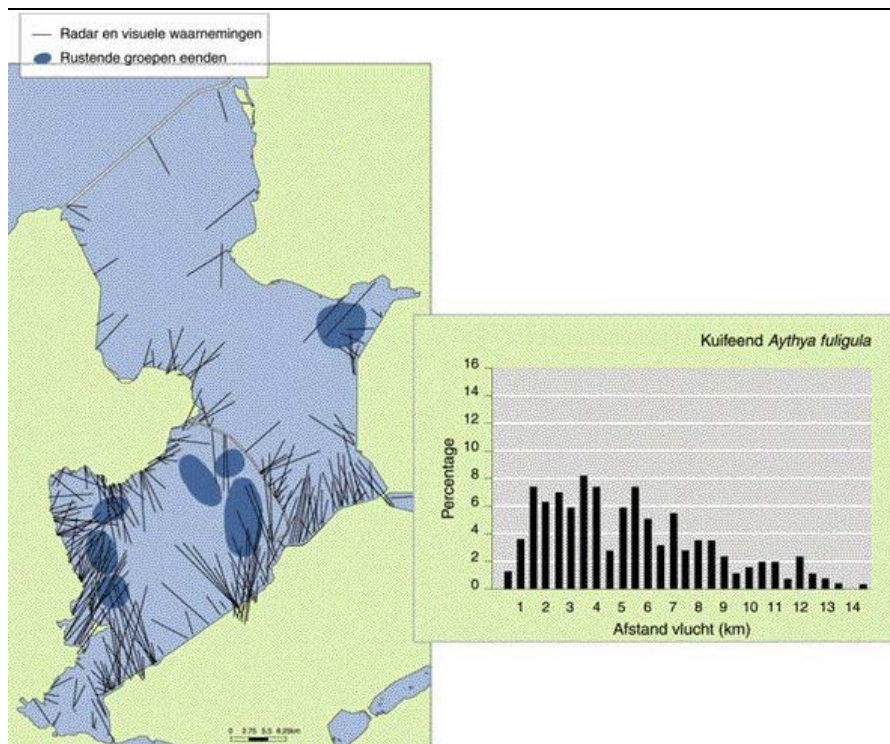
Figuur 2.1 Vliegbewegingen van ganzen vanuit de Witte en Zwarte Brekken. Het slaapgebied is rood gearceerd, aangewezen foerageergebieden zijn groen gearceerd. De pijlen indiceren dat ganzen vaak ook naar verder weg gelegen foerageergebieden vliegen (Kleefstra, 2010).

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Voor veel soorten vormt het netwerk van Natura 2000-gebieden daarbij een belangrijke uitvalbasis. De term 'netwerk' duidt op het feit dat de afzonderlijke Natura 2000-gebieden geen op zichzelf staande natuurgebieden vormen met een vaste populatie vogels, maar veeleer gezamenlijk moeten worden beschouwd.

In een groot aantal gevallen zijn voor de betrokken soorten instandhoudingsdoelstellingen van kracht. Deze kunnen betrekking hebben op de functie van het gebied: foerageer- of slaappleatsfunctie, dan wel foerageer- én slaappleatsfunctie. De instandhoudingsdoelstellingen worden meestal uitgedrukt in aantallen vogels.



Figuur 2.2 Met radar vastgelegde vliegbewegingen van Kuifeend vanaf rustgebieden naar mosselgronden op het IJsselmeer. De Kuifeenden rusten overdag en foerageren 's nachts (de Leeuw, 1997).

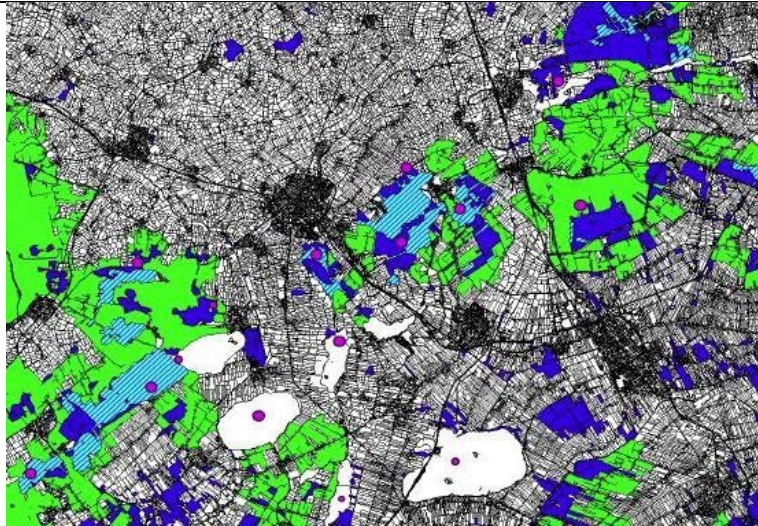
ConceptKenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Er zijn dus verschillende mogelijkheden:

1. De instandhoudingsdoelstelling betreft zowel de foerageer- als slaapplaatsfunctie. In dit project wordt vooralsnog aangenomen dat de vogels in beginsel toch naar omliggende foerageergebieden vliegen en dus niet in het gebied zelf blijven. Dit is een worst-case benadering. In werkelijkheid ligt het voor de hand dat de vogels overwegend in het gebied zelf blijven
2. De doelstelling betreft alleen de slaapfunctie. Dit geldt voor soorten die groepsgewijs slapen of rusten in het betreffende gebied, maar elders foerageren. Alle vogels vertonen dan een dagelijks pendelgedrag (Figuur 2.1)
3. De doelstelling betreft alleen de foerageerfunctie. Dit geldt voor soorten die het gebied vooral gebruiken om te foerageren. Slapen of rusten doen ze er individueel of groepsgewijs, binnen of buiten het betreffende Natura 2000-gebied. Figuur 2.2 toont als voorbeeld de Kuifeend met vooral vliegbewegingen binnen het IJsselmeer en Markermeer

Niet-broedvogels zijn in tegenstelling tot broedvogels niet of minder gebonden aan een vaste uitvalsbasis. In de loop van het seizoen kunnen ze dus verkassen van het ene naar het andere slaapgebied. Ook zijn niet-broedvogels veelal minder gebonden aan vaste foerageergebieden.

In het bijzonder in Friesland (zowel 'in' de provincie als in relatie met onder meer Waddenzee en IJsselmeer), maar ook wel op andere plaatsen in de omgeving van het plangebied, is op deze wijze sprake van een waar netwerk van slaap- en foerageergebieden (zie Figuur 2.3).



Figuur 2.3 Foerageergebieden van Kolgans (lichtgroen) en natuurgebieden (donkerblauw en blauw gearceerd) in zuidwest Fryslân. Zwartgerande paarse stippen zijn slaappleatsen van Kolgans (Kleijn et al., 2009)

Voor de onderzochte tracéalternatieven van Noord-West 380 kV betreft het in totaal 39 relevante soorten niet-broedvogels. In totaal gaat het bij dit project om bijna 400 instandhoudingsdoelstellingen (soort-gebiedcombinaties), waarbij ruim een half miljoen individuele vogels zijn betrokken¹. Gezamenlijk ondernemen deze binnen of in de omgeving van het plangebied jaarlijks ruim 350 miljoen vliegbewegingen. Het is daarom voor het bepalen van het aantal vliegbewegingen en de invloed van de onderzochte hoogspanningsverbinding op het aantal draadslachtoffers, onmogelijk om op dezelfde wijze als bij de broedvogels te werk te gaan.

Er zijn verschillende mogelijkheden om de vliegbewegingen in beeld te krijgen. Helaas ontbreekt voor het zoekgebied van Noord-West 380 kV een initiatief als de Deltavogelatlas (thans niet meer online). Een alternatief zou kunnen zijn gebruik te maken van de dataset BAMBAS (thans niet meer online), maar deze is vooral toegesneden op gebruik door de luchtvaart en geeft te verwachten dichtheden van vogels in de diverse luchtlagen van het luchtruim. Met BAMBAS is het niet zonder meer mogelijk inzicht te krijgen in de vliegbewegingen tussen de diverse Natura 2000-gebieden en omliggende foerageergebieden.

¹ In werkelijkheid zijn het méér individuele vogels. Het half miljoen heeft betrekking op een jaargemiddelde. In dit gemiddelde tellen ook maanden mee waarin de desbetreffende soorten niet aanwezig zijn.

De beste methode voor het in beeld brengen van de vliegbewegingen is om van de relevante soorten een representatief aantal individuen te voorzien van een zendertje en gedurende het seizoen te volgen, of geringde exemplaren te volgen (zoals in Kleijn et al. (2009)). Helaas resulteert dit in een onredelijk grote onderzoeksinspanning, terwijl via de huidige onderzoeken bovendien lang niet alle relevante soorten op deze manier worden gevolgd.

2.2 Probleemstelling vliegbewegingen van broedvogels

Voor de broedvogels is de situatie rond vliegbewegingen wat eenvoudiger dan voor de groep niet-broedvogels. Het betreft minder soorten en meestal kleinere aantallen. Belangrijk verschil is dat gedurende de broedtijd individuen zijn gebonden aan hun broedplaats, afhankelijk van de fase waarin het broedproces verkeert. Hierbij zijn vier fasen te onderscheiden, namelijk de nestbouw, de eifase, de nestjongenfase en de nazorgfase. Tijdens de nestbouwfase kunnen beide ouders voedselvluchten ondernemen. Tijdens de eifase onderneemt één van beide ouders dagelijks één of meerdere keren voedselvluchten, om voedsel voor zichzelf en zijn partner te verzamelen. Dit patroon zet zich voort gedurende het begin van de nestjongenfase. Later, als de jongen een tijdje alleen kunnen blijven, ondernemen beide oudervogels voedselvluchten. Gedurende deze fasen is het mogelijk dat de oudervogel(s) meerdere foerageergebieden benutten, maar in ieder geval moeten ze steeds naar hetzelfde punt, het nest, terug. Vaak hebben ze een favoriet foerageergebied. In de nazorgfase zijn de oudervogels en hun jongen meestal minder aan de nestplaats gebonden.



Figuur 2.4 Vliegrichtingen van Lepelaars 's avonds vanuit de kolonie in de Oostvaardersplassen (links) en terug (rechts). De dikte van de pijlen is een indicatie voor het aantal vliegbewegingen (Smits et al., 2009)

Vliegbewegingen vanuit de nestlocatie kunnen worden gesymboliseerd door een kompasroos, waarmee richting en intensiteit van de vliegbewegingen kan worden getoond (zie figuur 2.4).

Als de karakteristieken van de kompasroos bekend zijn en ook het uiteindelijke doel van de voedselvuchten, kan worden berekend hoe groot gedurende de broedperiode het aantal

vliegbewegingen over een hoogspanningsverbinding is. Als daarnaast de (soortspecifieke) aanvaringskans en de populatiegrootte bekend zijn, kan ook worden bepaald hoeveel draadslachtoffers jaarlijks vallen. De wijze waarop de soortspecifieke aanvaringskans wordt vastgesteld, komt in hoofdstuk 5 van dit rapport aan de orde.

Voor de onderzochte tracéalternatieven van Noord-West 380 kV zijn elf soorten broedvogels relevant: vier soorten die solitair broeden en zeven koloniebroedende soorten. In totaal gaat het om 40 instandhoudingsdoelstellingen (soort-gebiedcombinaties). Omdat het aantal instandhoudingsdoelstellingen van broedvogels met foerageervluchten relatief gering is, kan het aantal draadslachtoffers voor de tracéalternatieven van Noord-West 380 kV via maatwerk van geval tot geval worden bepaald. Een modelmatige benadering is hier dus niet noodzakelijk. Wel worden de broedvogels in dit rapport besproken voor wat betreft een aantal basisgegevens, zoals aantal vliegbewegingen per individu in het broedseizoen.

2.3 Doelstelling

Het is vanwege het grote aantal niet-broedvogelsoorten, gebieden, en daarmee gepaard gaande aantal vliegbewegingen (meer dan 350 miljoen per jaar), onmogelijk te werk te gaan via maatwerk. Daarom is er in het onderzoek voor Noord-West 380 kV voor gekozen een model te ontwikkelen waarmee voor niet-broedvogels de vliegbewegingen en het aantal draadslachtoffers kan worden bepaald. Deze keuze is in overeenstemming met het richtlijnadvies voor het voornemen (Commissie voor de m.e.r., 2009): *“Indien populaties van vogels en vleermuizen (van) internationale betekenis in het geding zijn, maak (modelmatig) duidelijk wat de gevolgen kunnen zijn van het initiatief. Onderzoek daarbij vliegbewegingen en waargenomen draadslachtoffers”*. Het doel van dit project is het ontwikkelen van een ‘simulatietool’: een model waarmee de problematiek van vogeldraadslachtoffers² in netwerkgebieden onderbouwd en kwantitatief in beeld gebracht kan worden. Daarmee kunnen effectbeoordelingen plaatsvinden voor tracéalternatieven (milieueffectrapportage) en bij de onderbouwing van vergunningen en ontheffingen (vergunningsfase). Het model is in eerste instantie bedoeld voor de vergelijking van tracéalternatieven in het project Noord-West 380 kV. Het model kan ook worden toegepast bij een nadere analyse van een voorkeurstracé, namelijk in het kader van een Passende Beoordeling. Het model wordt alleen ontwikkeld voor niet-broedvogels vanwege de omvang van het probleem. Voor broedvogels wordt zoals aangegeven in § 2.2 vanwege het overzichtelijke aantal maatwerk toegepast en worden in dit rapport enkele basisgegevens opgenomen die nodig zijn voor de maatwerkuitwerkingen.

² Zoals in § 1.2 is aangegeven worden onder vleermuizen geen draadslachtoffers verwacht. Voor vleermuizen is een specifiek verspreidingsmodel ontwikkeld (zie Figuur 1.1).

Als de karakteristieken van de kompasroos bekend zijn en ook het uiteindelijke doel van de voedselvuchten, kan worden berekend hoe groot gedurende de broedperiode het aantal

vliegbewegingen over een hoogspanningsverbinding is. Als daarnaast de (soortspecifieke) aanvaringskans en de populatiegrootte bekend zijn, kan ook worden bepaald hoeveel draadslachtoffers jaarlijks vallen. De wijze waarop de soortspecifieke aanvaringskans wordt vastgesteld, komt in hoofdstuk 5 van dit rapport aan de orde.

Voor de onderzochte tracéalternatieven van Noord-West 380 kV zijn elf soorten broedvogels relevant: vier soorten die solitair broeden en zeven koloniebroedende soorten. In totaal gaat het om 40 instandhoudingsdoelstellingen (soort-gebiedcombinaties). Omdat het aantal instandhoudingsdoelstellingen van broedvogels met foerageervluchten relatief gering is, kan het aantal draadslachtoffers voor de tracéalternatieven van Noord-West 380 kV via maatwerk van geval tot geval worden bepaald. Een modelmatige benadering is hier dus niet noodzakelijk. Wel worden de broedvogels in dit rapport besproken voor wat betreft een aantal basisgegevens, zoals aantal vliegbewegingen per individu in het broedseizoen.

2.3 Doelstelling

Het is vanwege het grote aantal niet-broedvogelsoorten, gebieden, en daarmee gepaard gaande aantal vliegbewegingen (meer dan 350 miljoen per jaar), onmogelijk te werk te gaan via maatwerk. Daarom is er in het onderzoek voor Noord-West 380 kV voor gekozen een model te ontwikkelen waarmee voor niet-broedvogels de vliegbewegingen en het aantal draadslachtoffers kan worden bepaald. Deze keuze is in overeenstemming met het richtlijnadvies voor het voornemen (Commissie voor de m.e.r., 2009): *“Indien populaties van vogels en vleermuizen (van) internationale betekenis in het geding zijn, maak (modelmatig) duidelijk wat de gevolgen kunnen zijn van het initiatief. Onderzoek daarbij vliegbewegingen en waargenomen draadslachtoffers”*. Het doel van dit project is het ontwikkelen van een ‘simulatietool’: een model waarmee de problematiek van vogeldraadslachtoffers² in netwerkgebieden onderbouwd en kwantitatief in beeld gebracht kan worden. Daarmee kunnen effectbeoordelingen plaatsvinden voor tracéalternatieven (milieueffectrapportage) en bij de onderbouwing van vergunningen en ontheffingen (vergunningsfase). Het model is in eerste instantie bedoeld voor de vergelijking van tracéalternatieven in het project Noord-West 380 kV. Het model kan ook worden toegepast bij een nadere analyse van een voorkeurstracé, namelijk in het kader van een Passende Beoordeling. Het model wordt alleen ontwikkeld voor niet-broedvogels vanwege de omvang van het probleem. Voor broedvogels wordt zoals aangegeven in § 2.2 vanwege het overzichtelijke aantal maatwerk toegepast en worden in dit rapport enkele basisgegevens opgenomen die nodig zijn voor de maatwerkuitwerkingen.

² Zoals in § 1.2 is aangegeven worden onder vleermuizen geen draadslachtoffers verwacht. Voor vleermuizen is een specifiek verspreidingsmodel ontwikkeld (zie Figuur 1.1).

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Het model wordt zo opgezet dat het in beginsel geschikt is voor willekeurig andere bestaande dan wel nieuwe hoogspanningsverbindingen.

3 Opzet van het model SIMFLUX

In dit hoofdstuk wordt de opzet van het model beschreven. De aanpak is gebaseerd op de modelmatige aanpak bij windmolenparken vanwege relevante parallellen met de problematiek van hoogspanningsverbindingen en draadslachtoffers. Ingezoomd wordt op de relevante aspecten voor hoogspanningsverbindingen en op basis hiervan wordt het model uitgewerkt. Het model voorziet erin dat eerst de richting en hoeveelheid van vliegbewegingen in beeld wordt gebracht. Vervolgens worden de kruisingen met (tracéalternatieven van de) hoogspanningsverbinding bepaald. Met behulp van de aanvaringskans kan per kruising het aantal draadslachtoffers worden bepaald. Dit gebeurt in enkele stappen, zodat de bruto effecten van de nieuwe verbinding en de netto effecten (door sloop en mitigatie mee te wegen) berekend worden. Door de resultaten te vergelijken met de zogenaamde 1 %-norm voor additionele sterfte kan worden vastgesteld of al dan niet sprake is van een significant effect.

3.1 Modelmatige aanpak bij windmolens

Hoewel er belangrijke verschillen zijn tussen windmolens en hoogspanningsverbindingen (de belangrijkste is wel de beweging van rotors in tegenstelling tot de stil hangende draden) zijn er ook parallellen. Zowel windmolens als hoogspanningsverbindingen zijn obstakels in het luchtruim, waartegen vogels kunnen vliegen. Bij het bepalen van effecten van windmolens op vliegbewegingen van vogels en het aantal aanvaringslachtoffers is inmiddels veel kennis opgebouwd (Winkelman et al., 2008). De bij windmolens opgedane ervaringen met een modelmatige aanpak zijn meegenomen bij de ontwikkeling van een simulatietool voor draadslachtoffers bij hoogspanningsverbindingen. In deze paragraaf worden de belangrijkste aspecten van de modelmatige aanpak bij windmolenparken besproken.

Troost (2008) beschrijft drie 'routes' om aanvaringen van vogels met windturbines te berekenen (Figuur 3.1). In recente passende beoordelingen van windmolenparken wordt tegenwoordig meestal een gestandaardiseerde modelmatige aanpak gevolgd voor het bepalen van de effecten volgens route 2 omdat dit de beste methode wordt geacht.

ConceptKenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Route 2 is een empirisch model dat uitgaat van de kans op een aanvaring met een windturbine per vliegbeweging door het windpark. Hierbij worden getallen gebruikt uit windmolenparken die in het verleden zeer uitgebreid zijn onderzocht op de ecologische effecten (de zogenaamde referentieparken).

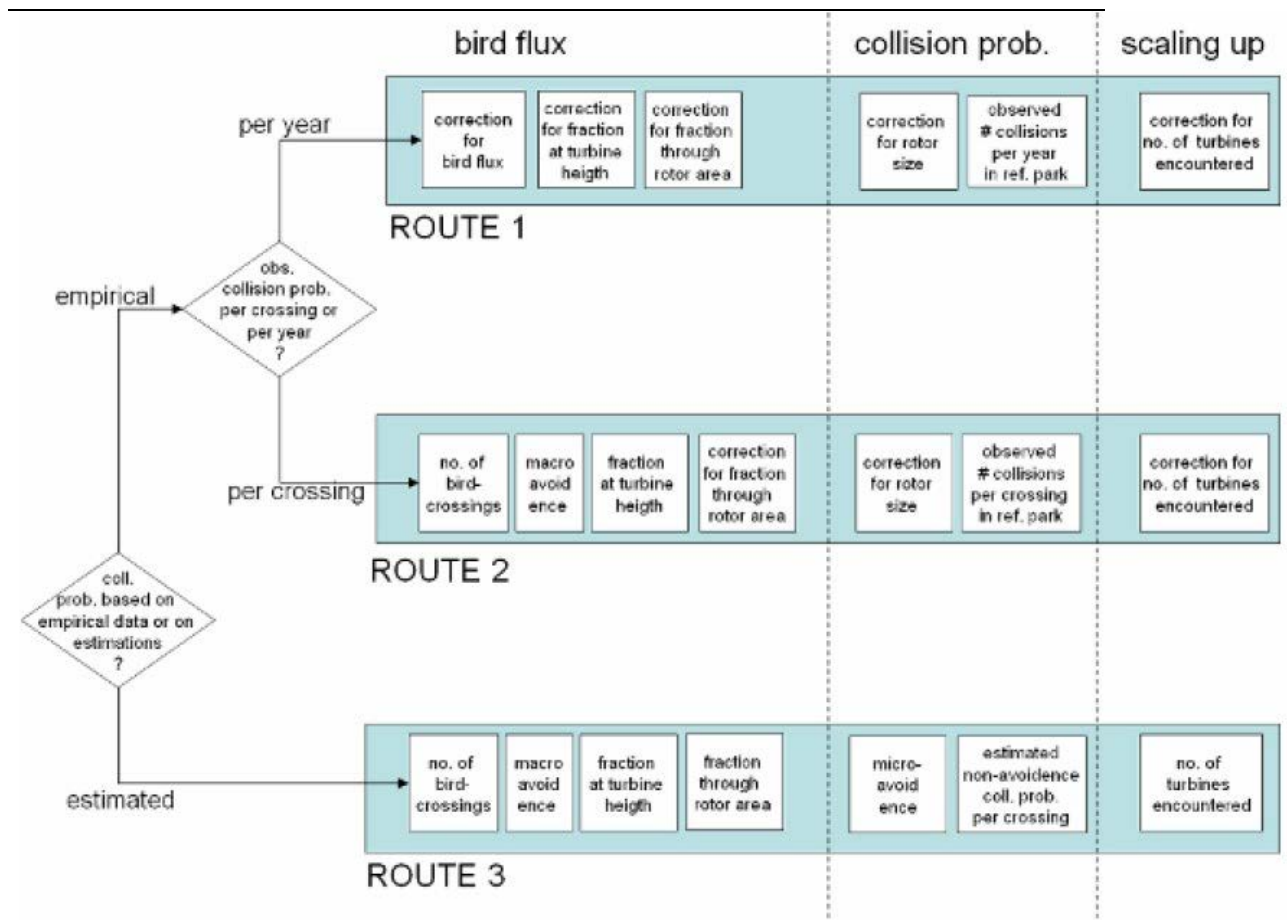
Invoerparameters zijn bij deze route het aantal vogelpassages, de mate waarin zij het park mijden, het deel dat passeert op turbinehoogte en het deel dat door het rotoroppervlak vliegt. Ten opzichte van het referentiepark zijn verschillen in rotorgrootte en aantal turbines van belang.

Bij toepassing van route 2 moet een groot aantal parameters per soort geschat worden. Hierbij zijn steeds reële, maar conservatieve waarden gekozen. Dit leidt uiteindelijk tot een 'veilige' overschatting voor uitkomsten van de berekeningen. Wanneer dit reële, worst-case scenario nog steeds leidt tot een potentieel significante additionele sterfte van een soort, wordt de situatie voor de betreffende soort nader beschreven. In dat geval wordt van de gebruikte (geschatte) parameters onderzocht of inschattingen reëel zijn, dan wel beter onderbouwd kunnen worden.

Aan de routes 1 en 3 kleef een aantal belangrijke nadelen (Troost, 2008), die hier verder niet behandeld zullen worden.

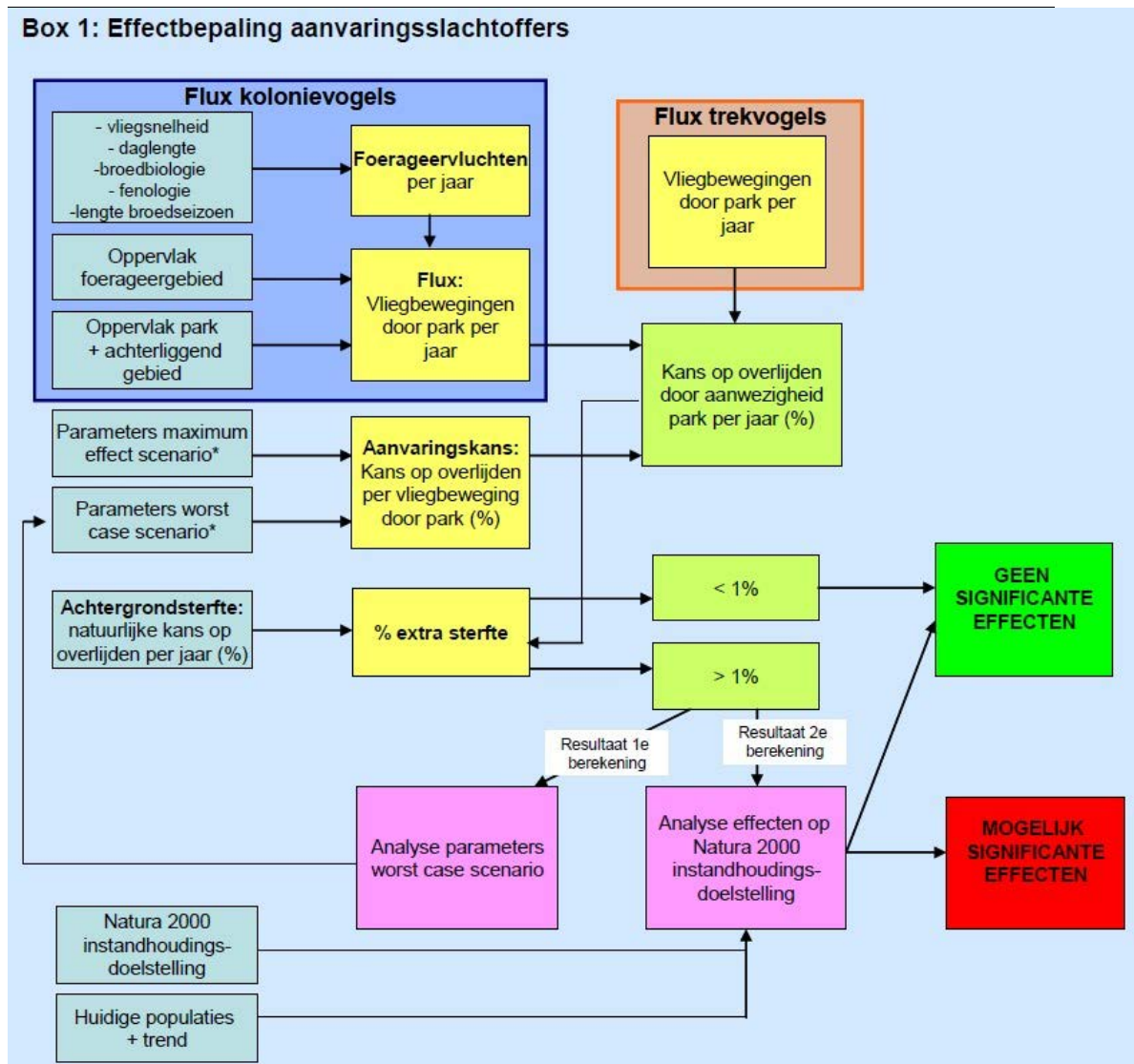
Voor windparken op zee heeft Deltares een handreiking opgesteld voor het opzetten van een locatiespecifieke passende beoordeling (Troost, 2008). Volgens deze aanpak zijn voor het bepalen van het effect van een aanvaring met een turbine door vogels (zowel niet-broedvogels als trekvogels) drie factoren van belang:

1. Het aantal vogels uit een populatie dat door het plangebied van het windpark vliegt (flux)
2. De mate waarin vogels het gehele windpark of de individuele turbines vermijden ('avoidance' oftewel uitwijking) en de fractie die op turbinehoogte vliegt
3. De kans, per vliegbeweging door het windpark, dat een vogel sterft door aanraking met een windturbine ('collision risk' oftewel aanvaringskans)



Figuur 3.1 De drie modellen ('routes') die gehanteerd kunnen worden bij het bepalen van aanvaringssslachtoffers bij windmolenparken (Troost, 2008)

Figuur 3.2 laat zien hoe de berekeningen voor de effectbepaling uitmonden in het vaststellen van al dan niet significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden.



Figuur 3.2 Werkwijze bij de effectbepaling van aanvaringslachtoffers bij windmolenparken (Arends et al., 2009)

3.2 Van windmolenparken naar hoogspanningsverbindingen

De belangrijkste lessen uit de ervaringen met de aanvaringsmodellen voor windmolenparken zijn:

- Er is een voorkeur voor een empirisch model dat uitgaat van de kans op een aanvaring per vliegbeweging ('route 2')
- Relevante parameters zijn: het aantal vogelpassages, de mate waarin vogels een park mijden, het deel dat passeert op turbinehoogte en het deel dat door het rotoroppervlak vliegt

- Ten opzichte van het referentiepark zijn verschillen in rotorgrootte en aantal turbines van belang

Voor de ontwikkeling van een empirisch model voor hoogspanningsverbindingen worden deze bevindingen vertaald naar de volgende factoren:

- Het aantal vogels uit een populatie dat door een hoogspanningstracé vliegt (vliegflux)
- De kans op een aanvaring per vliegbeweging (aanvaringskans)
- Het effect van de draaddichtheid en de zichtbaarheid van een verbinding (mastfactor)

Een belangrijk verschil tussen beide benaderingen is dat bij het model voor de windmolenparken het aantal vogelpassages wordt gecorrigeerd door rekening te houden met dat deel van de vogels dat door het rotoroppervlak vliegt. Bij het model voor de hoogspanningsverbindingen wordt deze correctie feitelijk verwerkt in de aanvaringskans. De reden hiervoor hangt samen met de wijze waarop de aanvaringskans bij hoogspanningsverbindingen is bepaald. Verder is voor hoogspanningsverbinding geen referentiesituatie beschikbaar, althans niet op de wijze zoals die beschikbaar is voor windmolenparken.

Waar bij windmolenparken verschillen in rotorgrootte en aantal turbines in de berekening worden betrokken, wordt dit bij de hoogspanningsverbindingen uitgedrukt in een mastfactor.

3.3 Globale opzet en inputdata van het model SIMFLUX

3.3.1 Globale opzet van SIMFLUX

De kern van het simulatiemodel SIMFLUX is geprogrammeerd in Matlab en wordt gevormd door een drietal rekenmodules die hieronder besproken worden. Gezamenlijk berekenen zij de grootte en richting van de vliegflux tussen slaappleatsen en foerageergebieden, de plaats waar de vliegfluxen de tracéalternatieven kruisen en het aantal draadslachtoffers, zowel met ('bruto') als zonder ('netto') mitigerende maatregelen (Figuur 3.3). De modules worden in § 3.4 tot en met 3.6 in meer detail behandeld. Voorbewerking van invoerdata en nabewerking van output vindt plaats in Excel en ArcGIS. In kaarten kunnen bijvoorbeeld vliegfluxen en kruisingen worden weergegeven, eventueel met een relevante ondergrond. SIMFLUX is in principe gebiedsonafhankelijk, zodat het overal kan worden ingezet.

In de eerste module (zie verdere uitwerking in § 3.4) bepaalt het model vliegfluxen met behulp van GIS-bestanden van de ligging van slaappleatsen (zoals Natura 2000-gebieden) en foerageergebieden (bijvoorbeeld graslanden). Voor beide typen gebieden dienen hiervoor uiteraard telgegevens van aantallen vogels voorhanden te zijn. Vliegfluxen worden in zowel richting als intensiteit bepaald.

ConceptKenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

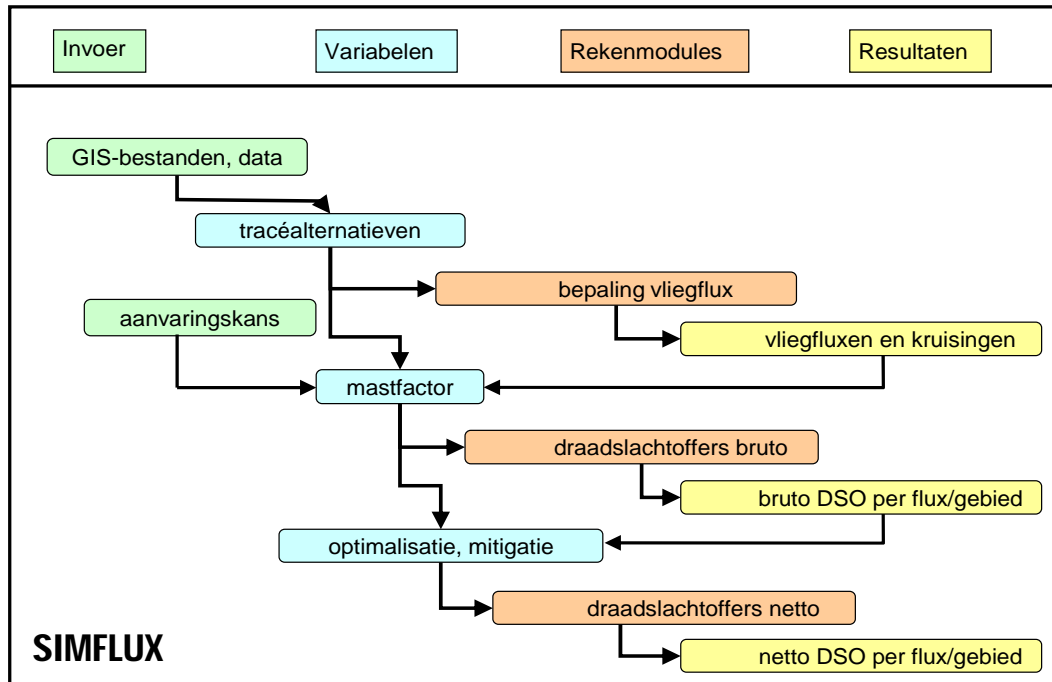
Door de vliegfluxen te confronteren met doorsnijdingen (tracéalternatieven voor een nieuwe hoogspanningsverbinding, maar ook bestaande verbindingen) worden kruisingen vastgesteld.

In de volgende module (zie verdere uitwerking in § 3.5) wordt voor de kruisende vliegfluxen het aantal draadslachtoffers bepaald. In Figuur 3.3 is het aantal draadslachtoffers aangegeven als 'bruto DSO per flux/gebied', waarbij DSO staat voor het aantal draadslachtoffers op jaarbasis. Berekening van het aantal draadslachtoffers vindt plaats op basis van soortspecifieke aanvaringskans en mastfactor. Voor de berekening van deze twee worden ook weer een aantal specifieke aannames gedaan die in hoofdstuk 4 nader worden besproken, net als de specifieke inputdata die voor zowel de soortspecifieke aanvaringskans (hoofdstuk 5) als de mastfactor (hoofdstuk 6) nodig is.

Het aantal draadslachtoffers voor een soort kan worden berekend per afzonderlijke flux (elke relatie tussen een slaapgebied en een foerageergebied), maar ook voor bijvoorbeeld de gezamenlijke fluxen vanuit één slaapgebied, of juist de gezamenlijke fluxen naar één foerageergebied, of alle fluxen voor een tracé(deel), of meerdere soorten gezamenlijk. Het aantal berekende draadslachtoffers op jaarbasis wordt hier gerelateerd aan de zogenaamde 1 %-norm, ofwel 1 % van het aantal van een instandhoudingsdoelstelling.

Wanneer de additionele sterfte door een hoogspanningsverbinding kleiner of gelijk is aan 1 % van de achtergrondmortaliteit van de onderzochte soort, mag ongeacht de trend of staat van instandhouding van de soort verwacht worden dat dit geen invloed heeft op de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden en wordt het effect van hoogspanningsverbinding op grond van jurisprudentie³ als 'met zekerheid niet significant' aangemerkt. Om de 1 %-norm te kunnen berekenen zijn zowel data over de jaarlijkse overleving van een soort nodig als over de grootte van de relevante populaties.

³ Het Hof van Justitie van de EG heeft in de zaak van de Finse jacht op watervogels 1 % als een kleine hoeveelheid aangemerkt (HvJEG 15-12-2005, C-344/03). Formeel gezien heeft deze 1 %-norm betrekking op de soortbescherming vanuit Vogelrichtlijn (en Flora- en faunawet). Bij windmolenparken wordt de 1 %-norm ook in het kader van gebiedsbescherming (Natuurbeschermingswet 1998) toegepast, zie o.a. Arends et al. (2009).



Figuur 3.3 Schematische weergave van de opzet van de simulatietool. DSO betekent aantal draadslachtoffers

In de laatste module (zie verdere uitwerking in § 3.6) worden effecten van optimalisatie en mitigerende maatregelen berekend. Hieronder vallen zaken als sloop van bestaande verbindingen (waardoor daar minder draadslachtoffers vallen), het verbeteren van de zichtbaarheid van de verbinding door het aanbrengen van markering in de bliksemraden (zoals varkenskrullen) en dergelijke.

Dit leidt tot 'netto DSO per flux/gebied', het netto aantal draadslachtoffers. Effectiviteit van het gebruik van bliksemraadmarkering bij andere tracés wordt hierbij als input gehanteerd.

3.3.2 Bewerking van invoerdata

Relevante data zijn opgevraagd en zo nodig bewerkt in ArcGIS of Excel om tot de juiste invoerdata te komen. Een aantal van deze data en bewerkingen worden in de hoofdstukken 4 tot en met 6 nader behandeld (de groene en blauwe categorieën in het schema van Figuur 3.3). Hier worden alleen de algemene details gegeven.

ConceptKenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

In ArcGIS worden ruimtelijke data voorbereid: tracés van hoogspanningsverbindingen worden op een logische manier opgesplitst in lijnstukken en coördinaten worden bepaald voor deze lijnstukken. Daarnaast worden ook coördinaten voor slaap- en foerageergebieden berekend.

Splitsing van nieuwe en actuele hoogspanningsverbindingen

Alle hoogspanningsverbindingen worden gesplitst in lijnstukken. Indien mastlocaties bekend zijn, vindt splitsing van een verbinding daar plaats. Omdat een veldlengte tussen twee aangrenzende mastvoeten circa 300-350 meter bedraagt, worden lijnstukken langer dan 600 meter opgesplitst in delen van 300 meter. Zo wordt voorkomen dat slachtoffers berekend worden voor onrealistisch lange lijnstukken. Per lijnstuk worden coördinaten berekend voor ieder begin- en eindpunt.

Slaap- en foerageergebieden

Van slaap- en foerageergebieden wordt het middelpunt bepaald. Tussen de middelpunten van slaap- en foerageergebieden worden de vliegbewegingen berekend. Een aantal grote slaapgebieden, zoals Waddenzee en IJsselmeer, worden opgesplitst in deelgebieden om de lengte van de vliegbeweging meer realistisch te houden. Van deze opgesplitste gebieden zijn per deelgebied de coördinaten van het middelpunt bepaald. In het geval het middelpunt buiten een gebied kwam te liggen, zijn de coördinaten bepaald voor de grens van dit gebied dat het dichtst bij het berekende middelpunt lag.

In Excel wordt de input verder voorbereid. Dit wordt in detail in de volgende hoofdstukken besproken. Globaal heeft de input betrekking op:

- Eigenschappen van vogelsoorten waaronder soortspecifieke aanvaringskans en maximale foerageerafstand (zie § 4.2)
- Eigenschappen van hoogspanningsverbindingen (voor de huidige, de te slopen en de voorgestelde). Informatie hierover betreffen onder meer coördinaten per lijndeel, het deelgebied en het tracéalternatief waar het lijndeel deel vanuit maakt, en het masttype (zie § 4.3)
- Eigenschappen van slaap- en foerageergebieden. Informatie hierover betreft onder meer de coördinaten van het middelpunt van het gebied en de instandhoudingsdoelstellingen per soort (zie § 4.1)
- Mastfactoren. Informatie hierover betreft de aanduiding van het masttype en de mitigatiefactor (per lijnstuk; zie hoofdstuk 6)

3.4 Module 1: Bepaling van vliegfluxen en kruisingen met tracéalternatieven

In een eerste module worden ten eerste de grootte en richting van de vliegfluxen bepaald. Vervolgens worden in deze module ook de kruisingen bepaald aan de hand van de berekende vliegfluxen en de ligging van de (geheel bovengrondse) tracéalternatieven.

3.4.1 Bepaling van de grootte en richting van vliegfluxen

Voor veel slaappleaatsen geldt dat relevante soorten met een instandhoudingsdoelstelling de omringende foerageergebieden gebruiken om te foerageren. Een dergelijke situatie komt heel veel voor (zie ter illustratie bijvoorbeeld Figuren 2.1 en 2.3). De slaappleaatsen en foerageergebieden zijn met elkaar verbonden door de vliegflux. De vliegflux kent niet alleen een aantal vogels maar dus ook een richting en een lengte. De volgende uitgangspunten ten aanzien van de vliegflux gelden hierbij:

- Vliegfluxen gaan van het middelpunt van een slaappleaats naar het middelpunt van een foerageergebied
- Vogels pendelen gedurende de periode dat ze op de slaappleaats verblijven dagelijks op en neer naar een of meerdere nabijgelegen foerageergebieden
- Het aantal vliegbewegingen naar elk foerageergebied wordt bepaald door enerzijds het aantal van de soort op de slaappleaats en anderzijds de aantallen in de omringende foerageergebieden
- De capaciteit van het dichtstbijgelegen foerageergebied wordt eerst benut, vervolgens die van het op één na dichtstbijgelegen gebied enzovoorts, totdat het aantal vogels van een slaappleaats volledig in de omringende foerageergebieden terecht kan
- Voor elke soort geldt een maximale foerageerafstand, hetgeen betekent dat vogels vanuit een slaappleaats die afstand niet kunnen overtreffen (Van der Vliet et al., 2011)

De eenheid binnen het model SIMFLUX om de aantallen tussen slaappleaats en foerageergebied(en) te relateren is het over het jaar gemiddelde aantal vogels dat dagelijks aanwezig is. Voor Natura 2000-gebieden is de instandhoudingsdoelstelling vaak geformuleerd als gemiddelde. Wanneer de instandhoudingsdoelstelling is uitgedrukt als seizoensmaximum, wordt dit omgerekend naar een gemiddelde. De telgegevens in de telgebieden (foerageergebieden) worden eveneens berekend als gemiddelde. Op deze wijze zijn aantallen van instandhoudingsdoelstellingen en in foerageergebieden in vergelijkbare eenheden uitgedrukt.

Als algemene check zijn per soort eerst het gemiddelde aantal vogels voor alle relevante Natura 2000-gebieden enerzijds en het gemiddelde aantal vogels in alle foerageergebieden anderzijds op elkaar afgestemd. Daarna wordt in de module specifiek per slaappleaats berekend naar welke foerageergebieden de vogels vliegen (Figuur 3.4).

Hiervoor wordt een aantal specifieke uitgangspunten in acht genomen:

- Gemiddelde aantallen per soort wordt berekend op jaarbasis per gebied (Natura 2000-gebieden, foerageergebieden)
- Het model relateert de middelpunten van het Natura 2000-gebied en de relevante foerageergebieden via vogeldagen

ConceptKenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

- Vanuit energetische overwegingen worden de dichtstbijzijnde foerageergebieden het eerst toebedeeld aan een Natura 2000-gebied
- Toedeling van foerageergebieden aan een Natura 2000-gebied gaat net zo lang door tot het aantal vogeldagen van een Natura 2000-gebied 'op' is
- Als rondom een foerageergebied meerdere relevante Natura 2000-gebieden liggen dan vindt verdeling van vogeldagen van dit foerageergebied over deze Natura 2000-gebieden plaats naar evenredigheid totdat het aantal vogeldagen 'op' is
- Vogels pendelen gedurende de periode dat ze op de slaappleats verblijven dagelijks op en neer naar een of meerdere nabijgelegen foerageergebieden
- De vliegflux is identiek aan het aantal vogeldagen vermenigvuldigd met twee omdat vogels heen en weer naar een Natura 2000-gebied vliegen om te slapen

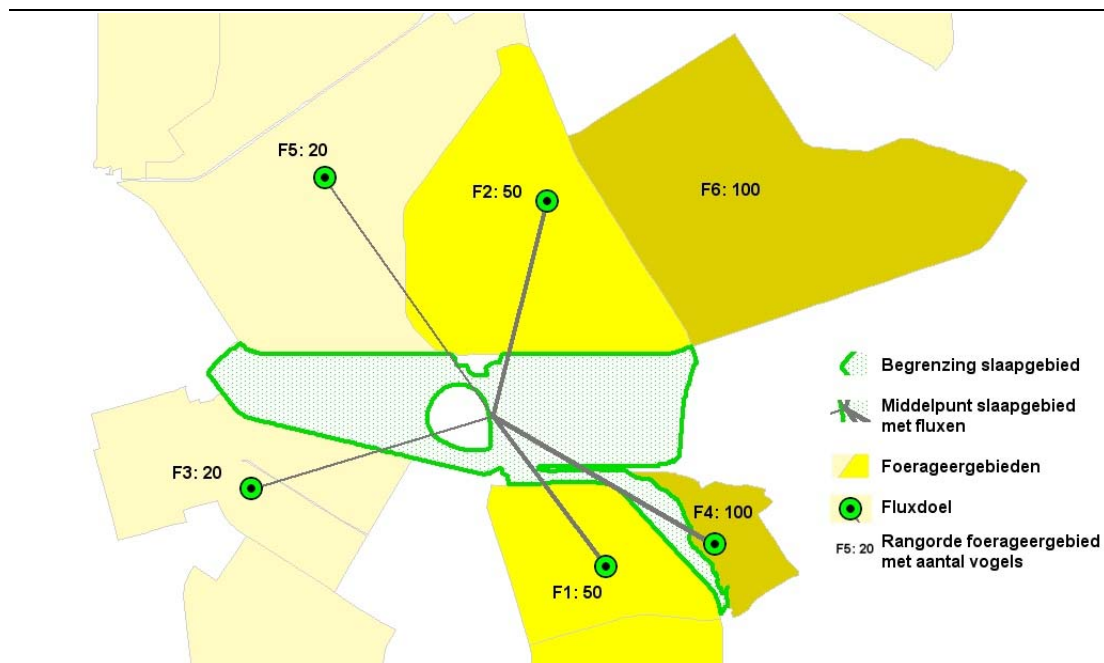
Door deze uitgangspunten wordt aan de hand van duidelijke beslisregels duidelijk welke vliegbewegingen er theoretisch plaatsvinden vanuit een slaappleats om zodoende de omliggende foerageergebieden 'op te vullen' met voldoende vogels.

Bij het model wordt er geen rekening mee gehouden dat vogels gedurende het seizoen verkassen van de ene slaappleats naar de andere. Deze vereenvoudiging is aanvaardbaar omdat naar verwachting het aantal vliegbewegingen van de ene naar de andere slaappleats in geen verhouding staat tot het aantal vliegbewegingen tussen slaappleats en foerageergebied. Een andere overweging is dat een onderschatting van de slaap-slaap-vliegbeweging wordt gecompenseerd door een overschatting van de slaap-foerageer-vliegbeweging.

In Figuur 3.4 zijn de modelmatige uitgangspunten van de vliegfluxen vanuit een slaapgebied nog eens in beeld gebracht. Vliegbewegingen zijn aangeduid met grijze lijnen die vertrekken vanuit het centrum van een slaappleats (Natura 2000-gebied), waarbij de lijndikte het aantal vliegbewegingen indiceert. De volgorde van toewijzing van foerageergebieden aan de slaappleats met 240 vogels vindt plaats op volgorde van afstand van het foerageergebied ten opzichte van de slaappleats (aangegeven met een rangordenummer). Het middelpunt van foerageergebied F1 ligt het dichtst bij, en dat van F6 het meest ver verwijderd.

Na de toewijzing van de vogeldagen aan foerageergebied F5 is (in dit fictieve voorbeeld) het totale aantal vogels (240) van de slaappleats reeds vergeven.

De aantallen vogels van foerageergebied F6 worden zodoende niet aan deze slaappleats gekoppeld. In Figuur 3.4 zijn foerageergebieden donkerder gekleurd naarmate er meer vogels zijn geteld.



Figuur 3.4 Modelmatige uitgangspunten van de creatie van vliegfluxen vanaf een slaapgebied naar omliggende foerageergebieden. Uitleg in de tekst

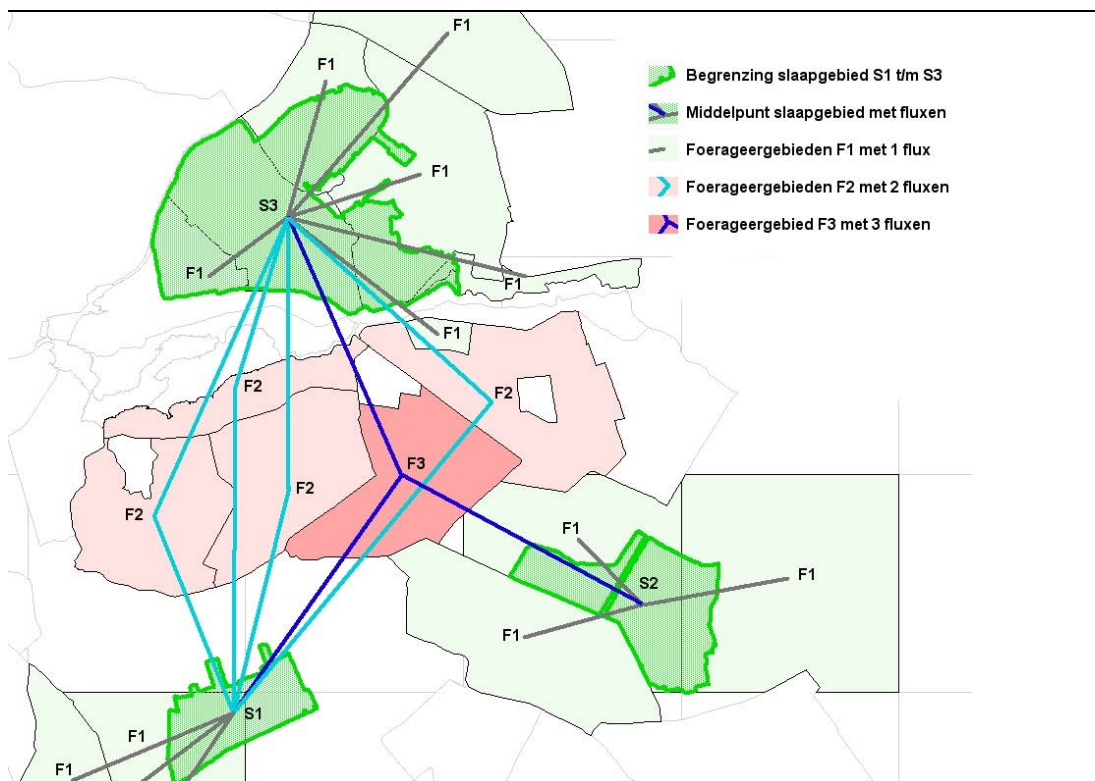
3.4.2 Concurrerende vliegfluxen

Een probleem is het toewijzen van vogeldagen in een foerageergebied dat door meerdere slaapplekken wordt bestreken, omdat immers slaapplekken vaak dicht bij elkaar liggen. Binnen deze module is dan het uitgangspunt dat de capaciteit van dit foerageergebied evenredig verdeeld wordt over de verschillende slaapplekken. Als vanuit een slaapplek minder capaciteit nodig is dan dat evenredige deel, wordt het overschot verdeeld over de andere slaapplekken. In Figuur 3.5 zijn de modelmatige uitgangspunten van de toedeling van concurrerende vliegfluxen nog eens in beeld gebracht. Het gaat hierbij om de foerageergebieden F2 en F3 die respectievelijk door twee en drie verschillende slaapplekken worden bestreken.

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Bij de foerageergebieden F2 worden de aantallen vogels evenredig verdeeld over de slaappleatsen S1 en S3. De vogeldagen in het foerageergebied F3 worden zelfs evenredig verdeeld over de slaappleatsen S1, S2 en S3.



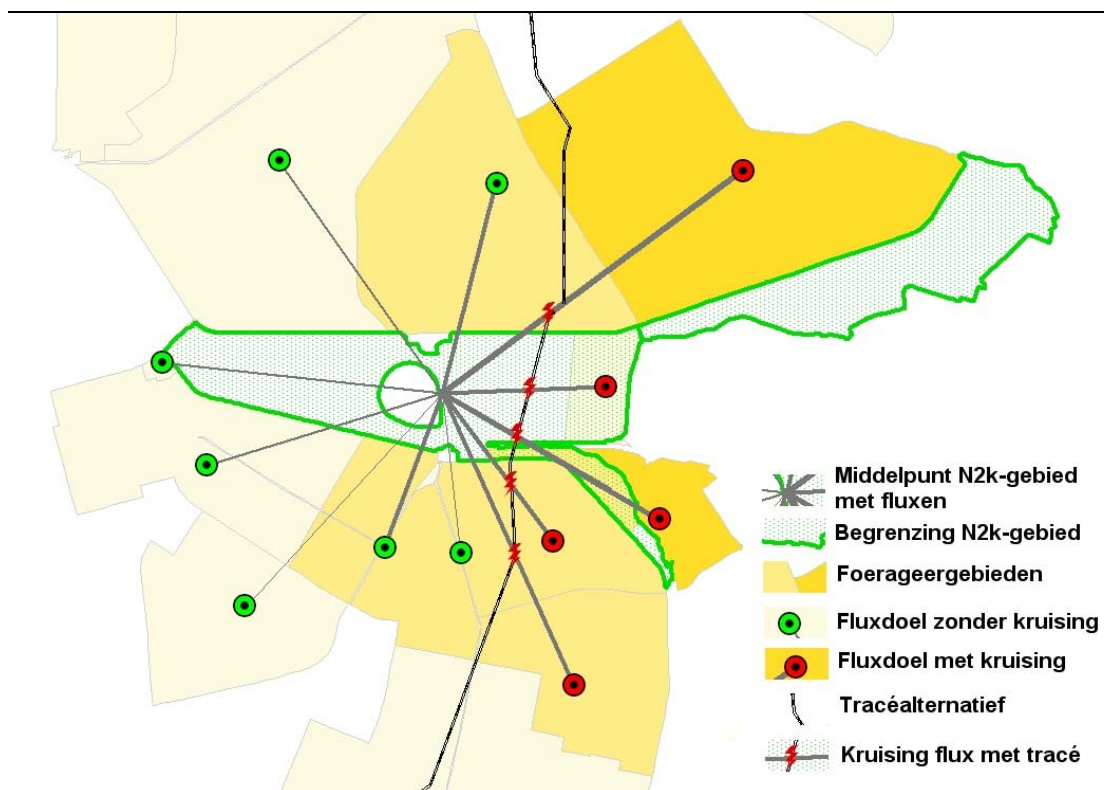
Figuur 3.5 Modelmatige uitgangspunten van de omgang met concurrerende vliegfluxen zoals die voor foerageergebieden F2 en F3 dienen te worden bepaald. Uitleg in de tekst

3.4.3 Krusingen van vliegflux met een bovengronds hoogspanningstracé

Derde onderdeel van de module is het bepalen van kruisingen van de vliegflux met een bovengronds hoogspanningstracé. Dit zijn immers de punten waar draadslachtoffers kunnen vallen. De bepaling gebeurt via een GIS-bewerking, waarbij de berekende vliegfluxen op de bestaande hoogspanningstracés worden geprojecteerd (Figuur 3.6).

In Figuur 3.6 zijn de modelmatige uitgangspunten van de vliegfluxen vanuit een slaappleats in beeld gebracht. De vliegbewegingen zijn aangeduid met grijze lijnen vanuit een slaappleats (het centrum van een Natura 2000-gebied), waarbij de lijndikte het aantal vliegbewegingen indiceert. Vliegfluxen die eindigen in een groen bolletje kruisen het hoogspanningstracé niet.

Voor de fluxen die eindigen in een rood bolletje wordt de exacte locatie van de kruising met de tracé bepaald. In Figuur 3.6 zijn foerageergebieden donkerder gekleurd naarmate er meer vogels zijn geteld.



Figuur 3.6 Modelmatige uitgangspunten van de bepaling van kruisingen van een vliegflux met een hoogspanningstracé. Uitleg in de tekst

3.5 Module 2: Bepaling van het bruto aantal draadslachtoffers

De tweede module binnen SIMFLUX berekent voor iedere kruising het aantal draadslachtoffers per vliegflux in absolute zin. Bruto houdt in dat nog geen rekening is gehouden met mogelijke mitigerende maatregelen om de kans op draadslachtoffers te verminderen.

Centraal uitgangspunt bij het ontwerp is dat het aantal draadslachtoffers wordt berekend voor elke relevante vogelsoort. De berekening vindt plaats op jaarbasis. Het aantal draadslachtoffers is het product van de vliegflux, een soortspecifieke aanvaringskans en een uit twee onderdelen (mast en mitigatie) bestaande correctiefactor voor de mastfactor (formule 1):

ConceptKenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

(1) $DSO = Flux * p_x * mast * mitigatie$

waarbij:

DSO = aantal draadslachtoffers per tracédeel (aantal dode exemplaren per soort per km)

Flux = aantal vliegbewegingen over betreffende tracédeel (aantal vliegbewegingen per soort per km)

p_x = aanvaringskans specifiek voor vogelsoort x (aantal dode exemplaren per soort per vliegbeweging)

mast = 'kale' mastfactor zonder mitigerende maatregelen

mitigatie = factor voor de effectiviteit van mitigatie

De flux (het aantal vliegbewegingen van een soort op een bepaald tracé) is relatief eenvoudig te bepalen door op deze locatie tellingen in het veld uit te voeren, of door deze aantallen te simuleren via SIMFLUX.

De soortspecifieke aanvaringskans is een intrinsieke, soortspecifieke eigenschap en een indicatie van het tijdig opmerken van een hoogspanningsverbinding en van het vervolgens tijdig en adequaat reageren op de nieuwe situatie (in de vorm van een verandering in vlieghoogte en / of -richting). De mate om hierop te reageren is afhankelijk per soort (of eventueel soortgroep), en wordt vooral bepaald door de bouw van de vogel (zoals gewicht, lengte, plaatsing van de ogen, en eigenschappen van de vleugel). Individuele verschillen binnen een soort(groep) worden daarnaast bepaald door leeftijd en ervaring van de vogel met zijn omgeving. De diverse basisprincipes worden in van der Vliet & Boerefijn (2014) besproken aan de hand van de literatuur, omdat deze basisprincipes leidend zijn geweest in onderhavig onderzoek. De wijze waarop uiteindelijk de soortspecifieke aanvaringskans is berekend, is beschreven in hoofdstuk 5.

De mastfactor is een correctiefactor die de aard van de mast (bijvoorbeeld hoogte en het aantal traversen), de aard van de bedrading (bijvoorbeeld dikte), de wijze van bedrading (bijvoorbeeld enkelvoudig of gebundeld, en de aanwezigheid van bliksemraden), de al of niet aanwezigheid van mitigerende maatregelen, het al dan niet voorkomen van verschillende hoogspanningsverbindingen vlak naast elkaar (bundeling), en eventuele andere eigenschappen van de hoogspanningsverbinding verdisconteert. De wijze van vaststelling van de mastfactor is beschreven in hoofdstuk 6.

Berekening van het aantal draadslachtoffers vindt in beginsel plaats voor elke afzonderlijke vliegflux vanuit een Natura 2000-gebied naar een foerageergebied. Vervolgens is somming mogelijk van alle vliegfluxen per soort voor zowel een bepaald gebied als voor meerdere gebieden. Deze gegevens kunnen worden gerelateerd aan de relevante instandhoudingsdoelstellingen om zodoende een kans op een significant effect te bepalen.

Met behulp van deze module kan daarom een eerste schifting worden gemaakt tussen instandhoudingsdoelstellingen die mogelijk wel geschaad worden en degene die zeker niet geschaad worden. Dit wordt gedaan door de additionele sterfte door een hoogspanningstracé uit te rekenen. Hierbij is additionele sterfte gedefinieerd als de extra sterfte die plaatsvindt als gevolg van de ingreep (in dit geval de nieuwe hoogspanningsverbinding) bovenop de normale bestaande jaarlijkse sterfte ('achtergrondmortaliteit'). Berekende waarden voor draadslachtoffers worden op basis van jurisprudentie gerelateerd aan de 1 %-norm (zie § 3.3.1). Toepassing van de 1 %-norm is echter niet onomstreden. Daarom kan binnen de module ook aan andere drempelwaarden dan 1 % worden getoetst, namelijk 0,5 % of 0,1 %.

Vooralsnog zijn de uitgangspunten binnen de module als volgt:

- Op basis van de berekende vliegflux en de aanvaringskans wordt het maximaal aantal draadslachtoffers berekend (voor alle kruisingen in Figuur 3.6) berekend
- Maximaal 1 % additionele sterfte is acceptabel (dat wil zeggen "per definitie" geen significante negatief effect)
- Berekend wordt waar de additionele sterfte lager is dan 1 % en waar hoger

Tenslotte is met deze module mogelijk om ook de effecten van een nieuwe verbinding in samenhang met andere ingrepen bij de berekening van de bruto effecten mee te nemen (de zogenaamde cumulatieve effecten).

3.6 Module 3: Bepaling van het netto aantal draadslachtoffers

In de derde module van SIMFLUX worden eerst mitigerende maatregelen geïntroduceerd via een aanpassing van de mastfactor binnen een bepaald deel van een tracé. Door bijvoorbeeld op een bepaald tracédeel varkenskrullen of andere bliksem draadmarkering op te hangen, neemt de aanvaringskans op dat tracédeel met een bepaald percentage af. Het aantal draadslachtoffers neemt dus ook naar rato af. In deze module is het ook mogelijk de (verminderde) effecten door amoveren van bestaande verbindingen te verrekenen. Vervolgens worden de berekeningen van module 2 overgedaan, inclusief de toetsing aan de 1 %-norm. Op deze manier blijven alleen instandhoudingsdoelstellingen over waar méér dan 1 % additionele sterfte na mitigatie plaatsvindt. Deze stap kan op eenvoudige wijze herhaald worden na het introduceren van extra mitigerende maatregelen (en eventueel amoveren van een bestaande verbinding).

4 Bepaling van de vliegfluxen

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de vliegfluxen worden bepaald. Dit gebeurt aan de hand van invoerdata die nodig zijn in het simulatiemodel SIMFLUX. Invoerdata kunnen zowel direct bruikbaar zijn (zoals de ligging van een gebied) maar kunnen ook door omrekening van basisdata worden verkregen. In alle gevallen wordt hier in detail de herkomst behandeld. Voorbeelden van invoerdata betreffen gebiedsgegevens (van zowel slaappleaatsen als foerageergebieden), vogelgegevens (waaronder soortspecifieke karakteristieken) en tracégegevens (ligging van tracéalternatieven, karakteristieken van de verbindingen en effectiviteit van mitigerende maatregelen). Twee aspecten zijn dermate specifiek dat deze elk een apart hoofdstuk krijgen, namelijk de soortspecifieke aanvaringskans (hoofdstuk 5) en de mastfactor inclusief mitigerende maatregelen (hoofdstuk 6).

4.1 Gebieden

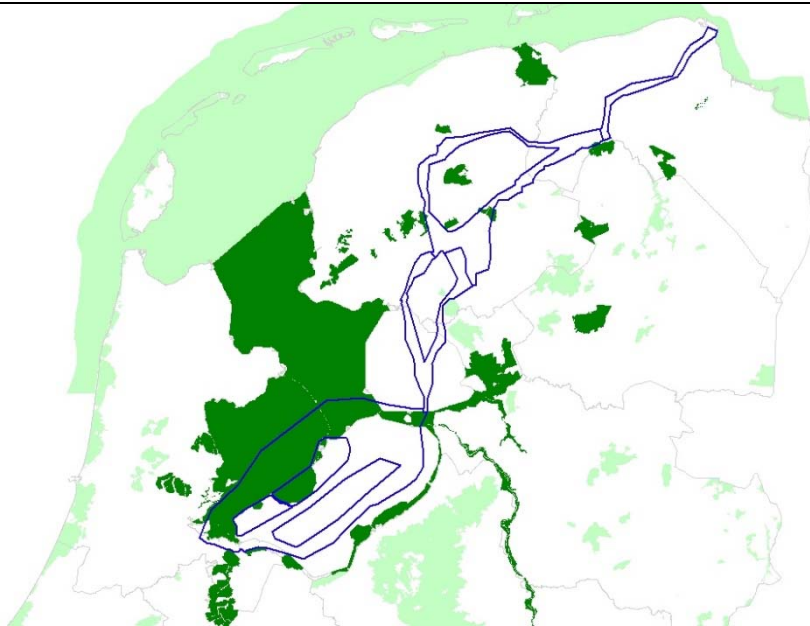
In deze paragraaf wordt alleen selectieprocedure, onderverdeling in deelgebieden en de naamgeving van gebieden behandeld. De bijbehorende instandhoudingsdoelstellingen en vogelgegevens worden in de volgende paragraaf behandeld.

4.1.1 Slaappleaatsen bij slaappleaatsfunctie

Met slaappleaatsen worden gebieden bedoeld waar vogels slapen of rusten. Voor de vergelijking van de tracéalternatieven wordt voor de slaappleaatsen uitsluitend uitgegaan van het stelsel van Natura 2000-gebieden, aangevuld met de binnen dit project relevante beschermde natuurmonumenten. De slaappleaatsen waarvan vogels tijdens pendelvluchten het plangebied kunnen bereiken zijn in Figuur 4.1 donkergroen weergegeven. De keuze om te komen tot deze gebieden hangt samen met de maximale foerageerafstand (Van der Vliet et al., 2011). Grotere gebieden zijn opgedeeld in kleinere eenheden. Dit is gedaan voor IJsselmeer (acht deelgebieden), Markermeer & IJmeer (vier deelgebieden) en Uiterwaarden IJssel (vier deelgebieden, waarvan de twee zuidelijkste deelgebieden tussen Deventer en Arnhem niet verder relevant zijn omdat zij op grotere afstand liggen dan de maximale vliegafstand van alle relevante soorten). De aldus verkregen gebieden zijn opgesomd in Tabel 4.1. Alle afzonderlijke (deel)gebieden krijgen een unieke code. Van elk (deel)gebied wordt een middelpunt bepaald, dat geldt als modelmatige puntbron voor de vliegflux.

Buiten de Natura 2000-gebieden zijn er voor veel soorten nog andere slaapgebieden. Voor de Kolgans betreft dat bijvoorbeeld meren als Tjeukemeer, Slotermeer en Koevordermeer (zie Figuur 2.4). Voor de vergelijking van tracéalternatieven zijn deze extra slaapgebieden niet meegenomen.

Het niet betrekken van slaapgebieden buiten de Natura 2000-gebieden betekent een vereenvoudiging van de werkelijke situatie. Bij een eventueel op te stellen passende beoordeling in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 zullen andere slaapgebieden wel worden meegenomen.



Figuur 4.1 Relevante Natura 2000-gebieden en Beschermde Natuurmonumenten met slaapplaatsdoelstelling (donkergroen) voor het zoekgebied voor Noord-West 380 kV (niet relevante Natura 2000-gebieden in lichtgroen)

4.1.2 Foerageergebieden bij slaapplaatsfunctie

Met foerageergebieden worden gebieden bedoeld waar vogels foerageren. Voor Noord-West 380 kV wordt voor de foerageergebieden in eerste instantie uitgegaan van de telgebieden voor de maandelijkse watervogeltellingen van SOVON. Omdat na de gegevensaanvraag bleek dat het opgevraagde gebied bij nader inzien te beperkt van omvang was, en omdat niet van alle telgebieden gegevens voorhanden waren, is dit bestand aangevuld met data uit uurhokken (vijf bij vijf km), afgeleid uit de zogenaamde profielendocumenten van Natura 2000-soorten. Gezamenlijk vormen de SOVON-telgebieden en de aansluitende uurhokken de voor Noord-West 380 kV betrokken foerageergebieden (zie figuur 4.2). Elk foerageergebied heeft een unieke code. Van elk foerageergebied wordt een middelpunt bepaald, dat geldt als modelmatig doel voor de vliegflux.

4.1.3 Slaapplaatsen en foerageergebieden bij foerageerfunctie

Voor de vergelijking van tracéalternatieven zijn met SIMFLUX alleen berekeningen uitgevoerd met instandhoudingsdoelstellingen die een slaapplaatsfunctie vertegenwoordigen. Uitgangspunt is dus dat het slaapgebied bestaat uit een Natura 2000-gebied en dat foerageergebieden overwegend daarbuiten liggen.

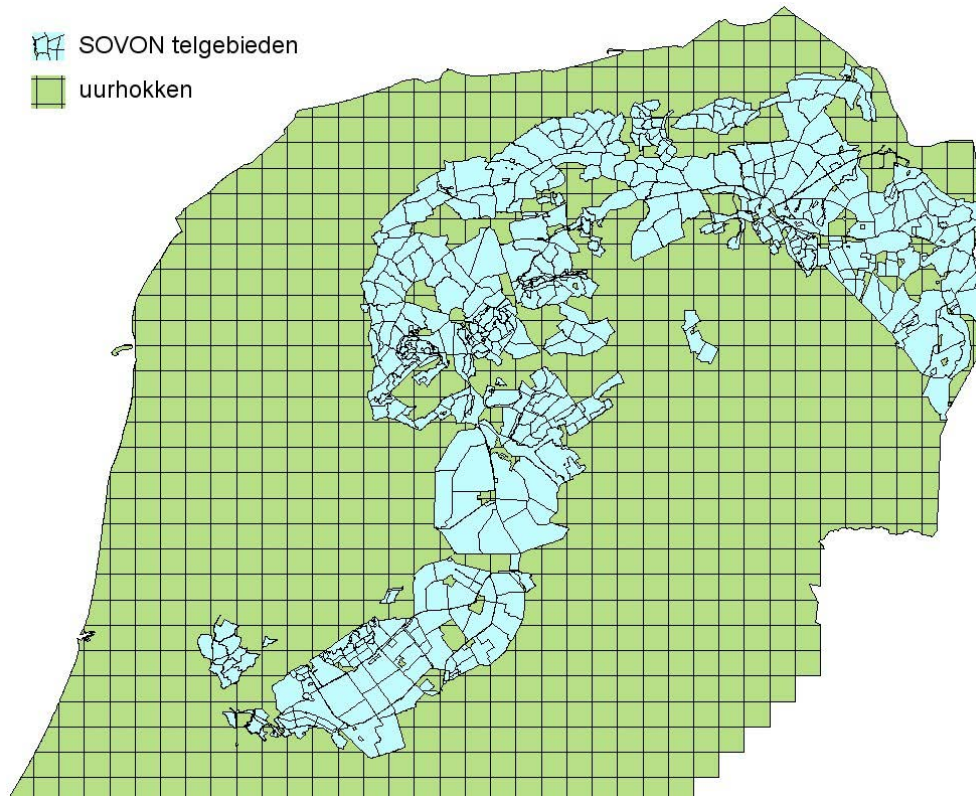
Effecten op doelstellingen die uitsluitend betrekking hebben op een foerageerfunctie (mogelijkheid 3 in § 2.2) zijn niet berekend, omdat in de praktijk vogels meestal ook slapen in die gebieden. In vergelijking met de slaapplaatsfunctie zijn dus bij een foerageerfunctie de vliegafstanden over het algemeen veel geringer. Figuur 2.3 laat echter zien dat bij een eventuele keuze voor een tracé door bijvoorbeeld IJsselmeer en / of Markermeer niet voorbijgegaan kan worden aan de vliegbewegingen vanuit (in dit geval binnen) een Natura 2000-gebied met alleen een foerageerdoelstelling. Hiertoe is een veel gedetailleerdere aanpak van vliegbewegingen noodzakelijk, die op dit moment buiten beschouwing blijft.

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Tabel 4.1 Gehanteerde indeling voor de gebieden met slaappleatsdoelstelling (volgens Figuur 4.1)

Gebiedsnaam	
Alde Feanen	Markermeer & IJmeer_Hoorn-Amsterdam
Deelen	Markermeer & IJmeer_Hoorn-Enkhuizen
Dwingelderveld	Markermeer & IJmeer_Houtribdijk
Eemmeer & Gooimeer Zuidoever	Naardermeer
Fochteloërveen	Oeverlanden Schildmeer (beschermd natuurmonument)
Groote Wielen	Oostelijke Vechtplassen
IJsselmeer_Afsluitdijk	Oostvaardersplassen
IJsselmeer_Flevopolderkust	Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving
IJsselmeer_Friese kust	Polder Zeevang
IJsselmeer_Gaasterland	Sneekermeergebied
IJsselmeer_Houtribdijk	Uiterwaarden IJssel_Marle-Deventer
IJsselmeer_Kust Medemblik-Enkhuizen	Uiterwaarden IJssel_Keteldiep-Marle
IJsselmeer_Noordoostpolderkust	Uiterwaarden Zwarte Water & Vecht
IJsselmeer_Westfriese dijk	Van Oordt's Mersken
Ilperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske	Veluwerandmeren
Ketelmeer & Vossemeer	Waterland Aeën en Dieën (beschermd natuurmonument)
Lauwersmeer	Wieden
Leekstermeergebied	Witte en Zwarte Brekken
Lepelaarplassen	Zuidlaardermeergebied
Markermeer & IJmeer_Flevodijk	Zwarte Meer



Figuur 4.2 Bestand met foerageergebieden. Voor de kern van het onderzoeksgebied is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van gegevens in de SOVON-telgebieden (lichtblauwe gebieden). Voor de periferie, en waar SOVON-gegevens ontbreken, is uitgegaan van telgegevens op uurhokbasis (groene gebieden)

4.1.4 Plangebied, onderzoeksgebied, deelgebieden, corridors en subgebieden

Het is goed om de diverse aanduidingen van gebieden te definiëren die in dit rapport gebruikt worden.

Plangebied

Het onderzochte voornemen betreft een hoogspanningsverbinding van Eemshaven, via Ens naar Diemen. Binnen verschillende verbindingscorridors zijn tracéalternatieven ontwikkeld. Het samenstel van de verbindingscorridors (zie Figuur 4.1) vormt het plangebied.

Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied is het gebied waarbinnen wordt onderzocht welke effecten door de nieuwe hoogspanningsverbinding kunnen optreden. In het geval van vliegbewegingen is het onderzoeksgebied veel groter dan het plangebied, omdat zij een grotere reikwijdte hebben dan het plangebied ('uitstralingseffect').

Deel- en subgebieden en corridors

Vanwege de grootte van het plangebied is onderscheid gemaakt in vier deelgebieden:

- Eemshaven – Vierverlaten: Eemshaven (station Oude Schip) is het startpunt van de verbinding. Bij Vierverlaten staat een transformatorstation van TenneT
- Vierverlaten – Oudehaske: vanaf station Vierverlaten loopt het tracé naar station Oudehaske
- Oudehaske – Ens: op station Ens wordt aangesloten op het bestaande hoogspanningsnet
- Ens – Diemen: station Diemen is het eindpunt van de nieuwe verbinding

Binnen de deelgebieden wordt onderscheid gemaakt in subgebieden. Dit zijn gebieden waar op onderdelen van de verbindingsalternatieven meerdere tracéalternatieven mogelijk zijn. SIMFLUX berekent in eerste instantie de effecten per subgebied. Zo kan bij de ontwikkeling van een uiteindelijk te realiseren tracé, een afweging per subgebied gemaakt worden. De resultaten worden vervolgens geaggregeerd naar deelgebied.

De meeste deelgebieden kennen onderdelen waardoor meerdere, maar niet alle, tracéalternatieven lopen. Deze onderdelen van een deelgebied worden corridors genoemd. Zo kennen deelgebieden 2 en 3 elk een corridor West en Oost en deelgebied 4 een corridor West, Midden en Oost.

4.2 Vogeldata

Specifieke gegevens over vogels worden op meerdere plekken binnen het model gebruikt. Enerzijds betreft dit vogelgegevens die gekoppeld zijn aan gebieden, zoals instandhoudingsdoelstellingen, maar anderzijds betreft dit soortspecifieke eigenschappen, zoals de maximale foerageerafstand. Voor hele specifieke inputdata, zoals 1 %-norm en soortspecifieke aanvaringskans, wordt in detail de gehele berekeningswijze (inclusief aannames) behandeld.

4.2.1 Instandhoudingsdoelstellingen

Relevant zijn de soorten met een instandhoudingsdoelstelling die door hun pendelend vlieggedrag tot binnen het plangebied (onderzoeksgebied) van Noord-West 380 kV kunnen voorkomen. Dit betreft vooral de zogenaamde 'wintergasten', zoals zwanen, ganzen, eenden, steltlopers en sterns.

Concept

 Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Tabel 4.2 toont alle relevante vogelsoorten. Dit zijn soorten waarvoor één of meer relevante instandhoudingsdoelstellingen zijn overgebleven gelet op de onder meer de maximale foerageerafstand (Van der Vliet et al., 2011).

Tabel 4.2 Relevante niet-broedvogelsoorten voor Noord-West 380 kV

Soortnaam			
Aalscholver	Grutto	Lepelaar	Topper
Bergeend	Kemphaan	Meerkoet	Tureluur
Brandgans	Kievit	Nonnetje	Visarend
Brilduiker	Kleine rietgans	Pijlstaart	Wilde eend
Dwergmeeuw	Kleine zwaan	Reuzenster	Wilde zwaan
Fuut	Kluut	Scholekster	Wintertaling
Goudplevier	Kolgans	Slobeend	Wulp
Grauwe gans	Krakeend	Smient	Zeearend
Grote zaagbek	Krooneend	Tafeleend	Zwarte stern
Grote zilverreiger	Kuifeend	Toendrarietgans	

Voor de aantallen per soort en per slaappleats (zie § 4.1.1) zijn voor de tracévergelijking de instandhoudingsdoelstellingen gebruikt. Desgewenst kunnen ook andere aantallen gebruikt worden, bijvoorbeeld de actueel aanwezige aantallen. Aantallen worden uitgedrukt in gemiddeld aantal per jaar. Figuur 4.3 toont als voorbeeld een deel van de slaapdoelstellingen.

	Gebied	Code	Naam	SLPDL_GEM
	Ilperveld, Varkensland, Oostzaner	A043	Grauwe gans	90
	Ilperveld, Varkensland, Oostzaner	A050	Smient	6400
	Ilperveld, Varkensland, Oostzaner	A156	Grutto	100
	Lauwersmeer	A037	Kleine zwaan	140
	Lauwersmeer	A038	Wilde zwaan	10
	Lauwersmeer	A041	Kolgans	190
	Lauwersmeer	A042	Dwerggans	12
	Lauwersmeer	A043	Grauwe gans	1100

Figuur 4.3 Impressie van tabel ESS_SLDL voor instandhoudingsdoelstellingen uitgedrukt in gemiddeld aantal individuen per slaappleats op jaarbasis (SLPDL_GEM)

Indien de instandhoudingsdoelstelling betrekking heeft op een maximum aantal, wordt dit ten behoeve van het model omgerekend naar een jaargemiddelde (SLPDL_GEM), zodat bij de berekeningen steeds sprake is van eenzelfde grootte (zie Figuur 4.4 en nadere uitleg in Bijlage 1).

De bewerkingen en de volledige lijst met relevante instandhoudingsdoelstellingen is opgenomen in een Accesdatabse VOGDAT (in de tabel met de naam ESS_SLDL). De tabel is via een zogenaamde één-op-meer-relatie te koppelen aan de slaapgebieden.

4.2.2 Telgegevens (foerageergebieden)

De aantallen vogels in de telgebieden zijn gebaseerd op telgegevens van SOVON. Relevant is hierbij op te merken dat vogels overdag worden geteld. In de meeste gevallen zullen de getelde vogels ook daadwerkelijk foerageren. Van enkele soorten is echter bekend dat zij vooral 's nachts foerageren, zodat de getelde aantallen eigenlijk vooral betrekking hebben op slapende individuen. Betreffende soorten zijn onder meer: Smient, Tafeleend, Kuifeend en Topper. Voor de uurhokken zijn aantallen ingevuld op basis van de profielendocumenten (Ministerie van LNV, 2010). Aantallen worden uitgedrukt in (over het hele jaar) gemiddeld aantal per dag. De SOVON-gegevens zijn afhankelijk van de beschikbaarheid gebaseerd op diverse telgegevens (maandtellingen, seizoensmaxima en punttransecttellingen) en hebben betrekking op tellingen over een periode van vijf jaren. Bijlage 1 geeft nadere uitleg over de wijze waarop de oorspronkelijke telgegevens naar gemiddelde aantallen op dagbasis zijn omgerekend.

Op deze wijze is een bestand opgebouwd waarin voor de relevante vogelsoorten telgegevens voorhanden zijn per telgebied of uurhok. Figuur 4.4 geeft een impressie van een dergelijke tabel. De tabel is via een zogenaamde 1-op-n-relatie te koppelen aan de foerageergebieden.

Concept

 Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

	GEBCOD	SOORT	BRON	GEBEUR	GEM
	DR1111	Kolgans	MND	DR1111_1590	69,150690
	DR1111	Grauwe Gans	MND	DR1111_1610	3,069479
	DR1111	Brandgans	MND	DR1111_1670	4,105342
	DR1111	Krakeend	MND	DR1111_1820	0,220685
	DR1111	Wilde Eend	MND	DR1111_1860	4,409644
	DR1111	Slobeend	SEIMX	DR1111_1940	1,560000
	DR1111	Tafeleend	MND	DR1111_1980	0,182164
	DR1111	Kuifeend	MND	DR1111_2030	0,860658
	DR1111	Meerkoet	MND	DR1111_4290	2,382493
	DR1111	Scholekster	SEIMX	DR1111_4500	0,320000

Figuur 4.4 Impressie van tabel VOG_GEM met telgegevens per telgebied (GEBCOD). De kolom GEM geeft het gemiddelde aantal vogels dat zich gedurende het gehele jaar dagelijks in een telgebied bevindt, gebaseerd op tellingen over een periode van vijf jaren

4.2.3 Maximale foerageerafstand

De maximale foerageerafstand (van der Vliet et al., 2011) wordt op meerdere plaatsen in SIMFLUX gebruikt. De belangrijkste toepassing gebeurt bij de bepaling van de lengte van de vliegflux tussen een slaappleats en een foerageergebied. De vliegflux kan voor een soort nooit langer zijn dan de maximale foerageerafstand. Daarnaast wordt de maximale foerageerafstand ook gebruikt binnen de berekening van de soortspecifieke aanvaringskans (zie hoofdstuk 5). Maximale foerageerafstanden zijn verkregen uit de literatuur. Voor soorten waarvoor geen referentie beschikbaar was, is een aanname voor de afstand gedaan gebaseerd op ecologische overeenkomst met een soort waarvoor wel een opgave in de literatuur beschikbaar was. Tabel 4.3 geeft een overzicht.

Tabel 4.3 Maximale foerageerafstand (km) voor relevante vogelsoorten als niet-broedvogel zoals gehanteerd voor het MER (van der Vliet et al., 2011)

Soort	Maximale foerageerafstand	Bron
Aalscholver	20	van der Hut et al., 2007
Bergeend	3	van der Hut et al., 2007
Brandgans	30	Nolet et al., 2009
Brilduiker	5	van der Hut et al., 2007
Dwergmeeuw	0 ¹	zie noot 1
Goudplevier	15	Gillings et al., 2005
Grauwe gans	30	Nolet et al., 2009
Grote zaagbek	5 ²	zie noot 2

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Soort	Maximale foerageerafstand	Bron
Grote zilverreiger	15	Nienhuis, 2007
Grutto	15 ³	zie noot 3
Kemphaan	15 ³	zie noot 3
Kievit	15 ³	zie noot 3
Kleine rietgans	30	Nolet et al., 2009
Kleine zwaan	12	van Gils & Tijssen, 2007
Kluut	10	van der Hut et al., 2007
Kolgans	30	Nolet et al., 2009
Krakeend	5	Guillemain et al., 2008
Krooneend	15 ⁴	zie noot 4
Kuifeend	15 ⁵	zie noot 5
Lepelaar	15	van der Hut et al., 2007
Nonnetje	5 ²	zie noot 2
Pijlstaart	2	van der Hut et al., 2007; Legagneux et al., 2009
Reuzenster	Onbekend ⁶	zie noot 6
Scholekster	15	van der Hut et al., 2007
Slobeend	1	van der Hut et al., 2007
Smient	11	Boudewijn et al., 2009
Tafeleend	15	Boudewijn & Kuijpers, 1985; Boudewijn, 1989
Toendrarietgans	30 ⁷	zie noot 7
Topper	15	van der Hut et al., 2007
Tureluur	2	van der Hut et al., 2007
Visarend	11	Triay, 2002
Wilde eend	26	Davis, 2007
Wilde zwaan	10	Robinson et al., 2004
Wintertaling	9	Guillemain et al., 2008
Wulp	15	van der Hut et al., 2007
Zeearend	Onbekend ⁶	zie noot 6
Zwarte stern	Onbekend ⁶	zie noot 6

1. De Dwergmeeuw gedraagt zich buiten het broedseizoen semi-pelagisch (SOVON, 1987). Dit houdt in dat de soort in deze periode hooguit incidenteel slaappleatsen op het vaste land opzoekt.
2. Vanwege de verwantschap van Grote zaagbek en Nonnetje met de Middelste zaagbek is voor de twee eerste soorten de foerageerafstand van de Middelste zaagbek aangehouden (cf van der Hut et al., 2007).
3. Voor de steltlopersoorten Grutto, Kemphaan en Kievit is de grootste bekende gerapporteerde foerageerafstand voor een, voor dit onderzoek relevante, steltlopersoort aangehouden (namelijk die van zowel Scholekster als Wulp (cf van der Hut et al., 2007)).

ConceptKenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

4. Voor Krooneend is vanwege de verwantschap en overeenkomstige voedselkeuze dezelfde foerageerafstand als Tafeleend aangehouden.
5. Voor Kuifeend is vanwege de verwantschap en overeenkomstige voedselkeuze dezelfde foerageerafstand als Topper aangehouden.
6. Voor Reuzenster, Zeearend en Zwarte stern werden geen relevante opgaven voor de maximale foerageerafstand buiten het broedseizoen gevonden. Daarom worden voor deze soorten alle relevante Natura 2000-gebieden ten noorden van de grote rivieren (behalve Noordkustzone en Waddenzee) in de analyse betrokken.
7. Van de soorten ganzen heeft Toendrarietgans gemiddeld de grootste afstand tussen slaappleaats en foerageergebied (Dubbeldam & Zijlstra, 1996). Voor deze soort is daarom dezelfde afstand als de andere ganzensoorten aangehouden.

4.2.4 1 %-norm

Berekende aantallen draadslachtoffers worden gerelateerd aan de 1 %-norm van de relevante populatie van de soort. De 1 %-norm vormt de grens waarboven significante effecten niet op voorhand kunnen worden uitgesloten.

Deze staat in SIMFLUX gelijk aan 1 % extra sterfte ten opzichte van de normale jaarlijkse achtergrondsterfte en wordt berekend via:

$$(2) \text{ 1 \% -norm} = (\text{populatiegrootte} * (1 - \text{jaarlijkse overleving})) / 100.$$

Voor de berekening van de 1 %-norm van de betreffende soort zijn dus alleen zowel de jaarlijkse overleving en de (relevante) populatiegrootte nodig. De jaarlijkse overleving wordt bepaald aan de hand van terugmeldingen van individuen van bekende leeftijd. Overzichten geven bijvoorbeeld de internetpagina's www.bto.org (2010) en BioBase van het CBS (2003). Voor soorten die in deze overzichten ontbreken is relevante literatuur opgezocht. Voor een tweetal soorten is ten slotte een aanname voor de jaarlijkse overleving gedaan op basis van ecologische overeenkomsten met soorten waarvoor deze opgaven wel beschikbaar waren. Tabel 4.4 geeft een overzicht.

De relevante populatiegrootte betreft in alle gevallen de instandhoudingsdoelstelling per Natura 2000-gebied. Eventueel kan ook de som van instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden binnen een netwerk, of (bij toetsing aan de Flora- en faunawet) de regionale of landelijke populatiegrootte als uitgangspunt worden gehanteerd. Zie hiervoor § 4.2.1.

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Tabel 4.4 Gehanteerde adulte jaarlijkse overleving per relevante soort

Soort	Jaarlijkse overlevings- fractie		Bron	Opmerkingen
Aalscholver	0,88		BTO	
Bergeend	0,89		BTO	
Brandgans	0,91		BTO	
Brielduiker	0,77		BTO	
Dwergmeeuw	0,89		Stenhouse & Robertson, 2005	Op basis van ecologische vergelijkbaarheid met Vorkstaartmeeuw
Fuut	0,75		Abt & Konter, 2009	
Goudplevier	0,73		BTO	
Grauwe gans	0,83		BTO	
Grote zaagbek	0,82		BTO	
Grote zilverreiger	0,74		Kahl, 1963	
Grutto	0,94		BTO	
Kemphaan	0,52		BTO	
Kievit	0,71		BTO	
Kleine rietgans	0,83		BTO	
Kleine zwaan	0,88		BTO	
Kluut	0,78		BTO	
Kolgans	0,72		BTO	
Krakeend	0,72		Szymczak & Rextad, 1991	Gemiddelde van waarden voor mannen en vrouwen
Krooneend	0,65		BTO	Op basis van data Tafeleend
Kuifeend	0,71		BTO	
Lepelaar	0,83		Bauchau et al., 1998	
Meerkoet	0,75		BioBase	
Nonnetje	0,84		Beintema, 1980	
Pijlstaart	0,66		BTO	
Reuzenster	0,89		Gill & Ewaldt, 1983	
Scholekster	0,88		BTO	
Slobeend	0,58		BTO	



Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Soort	Jaarlijkse	Opmerkingen
	overlevings- fractie	
Smient	0,53	BTO
Tafeleend	0,65	BTO
Toendrarietgans	0,77	BTO
Topper	0,48	BTO
Tureluur	0,74	BTO
Visarend	0,81	BioBase
Wilde eend	0,63	BTO
Wilde zwaan	0,80	BTO
Wintertaling	0,61	BioBase
Wulp	0,74	BTO
Zeearend	0,94	BTO
Zwarte stern	0,85	van der Winden & van Horssen, 2008

4.3 Tracégegevens

Ligging van de tracéalternatieven is direct relevant voor het bepalen van de ligging van de kruisingen met de vliegflux. Dit geldt ook voor de exacte ligging van het huidige netwerk. Een eigenschap van een bovengrondse verbinding is de morfologie. Deze verbindingsmorfologie wordt verder behandeld in hoofdstuk 6.

In het MER zijn per deelgebied alternatieven bepaald die worden getoetst op hun effecten op natuurwaarden. Deze alternatieven worden 'tracéalternatieven' genoemd. Er zijn twee soorten tracéalternatieven: combinatiealternatieven en bundelingsalternatieven. Een combinatiealternatief bestaat uit de bestaande en nieuwe verbinding in één nieuwe verbinding gecombineerd. Hierbij wordt de bestaande verbinding gesloopt. Een bundelingsalternatief bestaat uit een bundeling met een bestaande hoogspanningsverbinding (in afzonderlijke verbindingen parallel aan elkaar) dan wel met andere infrastructuur. Zie voor bundeling en combinatie ook § 6.1.3.

In SIMFLUX kunnen afzonderlijk de effecten van een bestaande en nieuwe verbinding worden berekend. In het geval van verkabeling of amoveren van (delen van) de bestaande verbinding kunnen door saldering draadslachtoffers van de nieuwe situatie worden vergeleken met de huidige situatie. Het verschil wordt meestal aangeduid als de additionele sterfte. Effecten van cumulatie met bijvoorbeeld windturbineparken kunnen eveneens worden verrekend door draadslachtoffers en de slachtoffers door andere oorzaken bij elkaar op te tellen.

5 Bepaling van de soortspecifieke aanvaringskans

Een van de belangrijkste invoergegevens voor SIMFLUX is de soortspecifieke aanvaringskans. Deze kans geeft aan hoe vaak een bepaalde vogelsoort in aanvaring komt met hoogspanningsdraden. Met nadruk is hierbij het risico op elektrocutie door hoogspanningsdraden buiten beschouwing gelaten. Voor bepaling van de soortspecifieke aanvaringskans is zowel een maat van het aantal slachtoffers per soort als de lokale vliegbewegingen nodig. In dit hoofdstuk wordt een innovatieve manier besproken om soortspecifieke aanvaringskansen te berekenen. In Bijlage 2 wordt een overzicht per soort gegeven.

5.1 Soortspecifieke aanvaringskans

De soortspecifieke aanvaringskans is lastig te bepalen omdat zowel het aantal gevonden draadslachtoffers als de kwantificering van de vliegflux beschikbaar moeten zijn. Rapportage van beide gebeurt echter weinig in de literatuur. Om toch voor zoveel mogelijk soorten te komen tot een soortspecifieke aanvaringskans is tot een methode gekomen die uitgaat van de tellingen van draadslachtoffers in Nederland in het verleden. Kort gezegd komt deze methode erop neer dat de soortspecifieke aanvaringskans wordt bepaald door het aantal draadslachtoffers in het verleden te relateren aan de populatiegrootte en -verdeling in die tijd. De formules om tot de soortspecifieke aanvaringskans (p_x) te komen voor bijvoorbeeld het jaar 1974 zijn als volgt:

$$(3) \quad p_x = \text{DSO/jr (1974)} / \text{Flux/jr (1974)}$$

p_x = aanvaringskans specifiek voor vogelsoort x (aantal dode exemplaren per soort per aantal vliegbewegingen)

DSO = aantal draadslachtoffers per tracédeel (aantal dode exemplaren per soort per km)

Flux = aantal vliegbewegingen over betreffende tracédeel (aantal vliegbewegingen per soort per km)

jr = jaar

De keuze voor het jaar 1974 is niet toevallig, maar gebaseerd op de gegevens van vele onderzoeken die op het einde van de jaren zestig en in de jaren zeventig in Nederland naar draadslachtoffers zijn uitgevoerd. Het jaar 1974 is het gewogen gemiddelde van deze onderzoeksperiode.

De twee termen van de formule (DSO/jr) en (Flux/jr) worden volgens formules 4 en 5 berekend:

$$(4) \quad \text{DSO/jr (1974)} = \text{DSO/km/jr} * \text{netwerklengte} * \text{presentie}$$

$$(5) \quad \text{Flux/jr (1974)} = \text{populatie (soort)} * \text{Flux/jr/individu} * \text{passeerfractie}$$

ConceptKenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Via formule 4 wordt voor een soort dus het aantal draadslachtoffers per jaar berekend, in dit geval 1974. Via formule 5 wordt het aantal vliegbewegingen van deze soort in 1974 berekend. Via vier stappen worden beide formules berekend. De berekening en bepaling van de afzonderlijke termen worden hieronder besproken.

5.1.1 Berekening van het aantal draadslachtoffers per jaar**Stap 1a: selectie en berekening van basisdata voor draadslachtoffers**

Bij de selectie binnen de dataset van relevante data voor de bepaling van draadslachtoffers zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Alleen onderzoeken gedaan in Nederland zijn betrokken
- Alleen gegevens waarbij de specifieke soort bekend was, zijn betrokken
- Alleen gegevens zijn betrokken waarbij de hoogspanningsverbinding geen markering had
- Alleen gegevens zijn betrokken waarbij omrekening mogelijk was naar draadslachtoffers per km per jaar

Uiteindelijk resteren ruim 1000 records, hetgeen een goede basis voor nadere analyse vormt. Voor deze records betreft de totale lengte van de onderzochte hoogspanningstrajecten 95,37 km. Hierbij zijn trajecten die meerdere jaren geteld ook voor even zoveel jaren meegeteld. Voor deze totale lengte is per soort het totale aantal draadslachtoffers per jaar bepaald. Door dit totale aantal draadslachtoffers per jaar te delen door 95,37 ontstaat ten slotte per soort het totaal aantal draadslachtoffers per km per jaar.

De hiermee bepaalde aanvaringskans is te beschouwen als een 'worst case', omdat over het algemeen vooral onderzoek is uitgevoerd op plaatsen waar veel draadslachtoffers vallen.

Stap 1b: basisdata voor de lengte van het hoogspanningsnetwerk in 1974

Het jaar van de onderzoeken (onder stap 1a) varieert, maar ligt gemiddeld over alle studies op 1974. Berekeningen op basis van de dataset worden dus geacht om betrekking te hebben op dit gemiddelde jaar 1974. Ook andere basisgegevens zijn zoveel als mogelijk voor dat jaar verzameld. De lengte van het totale bovengrondse hoogspanningsnetwerk in Nederland in 1974 betrof 3449 km (Renssen 1977).

Stap 1c: inschatting van presentie

Presentie stelt de spreiding van een soort voor over Nederland. Men kan zich voorstellen dat een soort met een bepaalde populatiegrootte die heel geconcentreerd op slechts enkele plekken in Nederland voorkomt minder vaak als draadslachtoffer wordt aangetroffen dan een soort met een vergelijkbare populatiegrootte die in heel Nederland voorkomt.

Ook kan men zich voorstellen dat de presentie in het broedeizoen anders is dan in het niet-broedeizoen, zodat de presentie voor zowel broedeizoen als niet-broedeizoen is bepaald.

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Presentie is in alle gevallen gebaseerd op SOVON (1987) omdat dit de enige landsdekkende bron is voor alle relevante soorten en alle seizoenen. De volgende algemene rekenregels zijn aangehouden:

- Het aantal relevante atlasblokken was 1767 in alle gevallen. Hierbij zitten ook IJsselmeer en Waddenzee blokken (die dus alleen maar uit water bestaan)
- Per soort zijn alleen atlasblokken gebruikt waar de soort (ooit) pleisterend is vastgesteld
- Het aantal blokken waarin de soort is vastgesteld is voor alle relevante maanden opgeteld en gedeeld door dat aantal maanden. Voor het broedseizoen is daarom de aanwezigheid van een broedvogelsoort voor drie maanden bij elkaar opgeteld (en dan door drie gedeeld) resulterend in een gemiddelde aanwezigheid per kilometerhok voor het broedseizoen. Voor het niet-broedseizoen gelden andere aantallen maanden
- De gemiddelde waarde voor aanwezigheid in kilometerhokken is gedeeld door 1767 resulterend in de presentie voor een soort per seizoen

Specifiek voor het broedseizoen danwel het niet-broedseizoen zijn nog nadere uitgangspunten geformuleerd. Voor het broedseizoen zijn dit:

- Voor jaarrond in Nederland aanwezige soorten betreft het broedseizoen de maanden april-mei-juni. Het broedseizoen voor de vroeg terugkerende Lepelaar is ook op deze maanden gesteld
- Voor zomervogels (meestal Afrikagangers) betreft het broedseizoen de maanden mei-juni-juli. Hieronder vallen ook Grote zilverreiger en Kleine zilverreiger die in de periode voor 1987 nog als zomervogels waren te beschouwen
- Voor Blauwe kiekendief en Grauwe kiekendief betreft het broedseizoen alleen juni-juli (gezien de vele doortrekkende individuen van deze soorten in mei is de presentie in die maand nogal vertroebeld)

Voor het niet-broedseizoen gelden de volgende extra uitgangspunten:

- Voor jaarrond in Nederland voorkomende soorten betreft het niet-broedseizoen de negen maanden buiten het broedseizoen
- Voor zomervogels (Afrikagangers) betreft het niet-broedseizoen de maand voor de hierboven gedefinieerde broedmaanden (dus april behalve voor de Lepelaar waar deze maart was), plus de maanden na de broedmaanden tot aan vertrek (dit leverde dus een variërend aantal maanden op die recht doet aan de duur van het verblijf van de soort in Nederland)
- Voor soorten die niet in Nederland broeden, betreft het niet-broedseizoen de zes wintermaanden van oktober tot en met maart (ook al komen ze sporadisch ook in andere maanden voor)

ConceptKenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

- Voor de trekvogelsoorten Visarend en Reuzenstern betreft het niet-broedseizoen de volgende maanden: voor Visarend de maanden april-mei en augustus-september-oktober; en voor Reuzenstern april-mei en juli-augustus-september
- Voor Dwergmeeuw betreft het niet-broedseizoen de maanden april-mei (voorjaartrek) en september-oktober (najaartrek)

Om de presentie vergelijkbaar te maken met de populatie die per jaar is uitgerekend (zie stap 2a hieronder) is de presentie over het jaar uitgerekend door een gewogen gemiddelde te nemen van de presentie tijdens drie maanden van het broedseizoen en die tijdens negen maanden van het niet-broedseizoen.

Stap 1d: berekening per soort van het aantal draadslachtoffers per jaar

Vermenigvuldiging van de resultaten uit stappen 1a-c levert per soort het aantal draadslachtoffers voor het jaar 1974.

5.1.2 Berekening van het aantal vliegbewegingen per jaar**Stap 2a: berekening basisdata voor grootte van vogelpopulatie in 1974**

Voor elke vogelsoort wordt de populatiegrootte geschat voor 1974, zowel voor het broedseizoen als voor het niet-broedseizoen.

- Broedseizoen:
Het aantal broedparen voor 1974 is gebaseerd op schattingen in Teixeira (1979). Eventueel is het gemiddelde genomen van de twee uiterste waarden van de schatting. Het aantal broedparen is naar het aantal individuen omgerekend
- Niet-broedseizoen:
Het aantal individuen in 1974 is geschat op basis van de gepubliceerde profielendocumenten van het Ministerie van LNV (2010). Voor soorten waarvoor geen profielendocument beschikbaar was, zijn zoveel als mogelijk gegevens gebruikt uit SOVON (1987). Voor een aantal andere soorten, zoals Roerdomp en Bruine kiekendief, is het aantal individuen dat berekend is voor het broedseizoen ook gebruikt voor het niet-broedseizoen. Voor een aantal zomervogels (Afrikagangers) is het aantal afgeleid uit het aantal broedparen met daarin verdisconteerd het aantal maanden dat een soort ook nog als niet-broedvogels aanwezig is (volgens SOVON 1987). Zo is de zomervogel Purperreiger 6 maanden in Nederland aanwezig, namelijk in drie maanden als broedvogel en dus drie maanden als niet-broedvogel. Voor andere zomervogels gelden eventueel andere verhoudingen. De getallen voor zomersoorten zijn vervolgens omgerekend voor een volledig jaar zodat de systematiek van de profielendocumenten (en dus de andere soorten) wordt gevolgd. Hiertoe is de niet-broedpopulatie evenredig verdeeld over alle maanden van het jaar. Voor soorten die Nederland alleen als doortrekker aandoen zijn getallen van anno nu gebruikt als schatting van de populatie van 1974.

Omdat lang niet altijd bekend was wanneer gedurende het jaar de draadslachtoffers vielen, is voor 1974 een gemiddelde populatiegrootte per soort gedurende het jaar berekend door een gewogen gemiddelde te nemen van de presentie tijdens drie maanden van het broedseizoen en die tijdens negen maanden van het niet-broedseizoen

Stap 2b: bepaling van de landelijke jaarlijkse vliegflux per individu per soort in 1974

De vliegflux per individu per soort voor het jaar 1974 wordt ook berekend voor zowel het broedseizoen als het niet-broedseizoen. Als basis is in dit geval het niet-broedseizoen genomen. Voor dit seizoen is uitgegaan van het feit dat een individu één vliegbeweging heen en weer maakt per dag, dus 730 vluchten per jaar (365 dagen * twee vluchten). Voor soorten die een dagelijkse slaap-foerageertrek kennen, is dit een goede inschatting. Voor soorten die slechts af en toe verkassen is deze vliegflux in werkelijkheid lager.

Tijdens het broedseizoen wordt door een individu veel vaker per dag gevlogen. Voor de relevante soorten is op basis van de duur van het broedseizoen (onderverdeeld in eiperiode en jongenperiode) een schatting gemaakt van het aantal dagen dat een individu heen en weer vliegt per dag. De eiperiode is de periode in aantal dagen dat een broedpaar zijn eieren in het nest heeft. De jongenperiode is de periode in aantal dagen dat een broedpaar de aan het nest gebonden jongen verzorgt. Voor beide periodes is een gemiddelde lengte aangehouden (Tabel 5.1). Per soort is met deze data voor het broedseizoen het aantal vluchten per broedpaar met succesvol legsel uitgerekend (Tabel 5.1). Aangenomen is dat gedurende de eiperiode twee vluchten per dag per koppel plaatsvinden (dus vier keer een kruising), en gedurende de jongenperiode vier vluchten per dag per koppel (dus 8 keer een kruising). Alle relevante soorten kennen per jaar slechts één legsel. Er is vanuit gegaan dat dit ene legsel inderdaad ook succesvol is; aangenomen is dus dat er geen vervolglegels zijn door mislukking van het eerste. Basisdata zijn gebaseerd op BTO (2010).

Tabel 5.1 Lengte van eiperiode en jongenperiode (beide in aantal dagen) voor relevante broedvogelsoorten, en ook het resulterende aantal vluchten per broedpaar

	Eiperiode	Jongenperiode	Aantal vluchten per broedseizoen per broedpaar
Blauwe kiekendief	34	40	456
Bruine kiekendief	35	38	460
Grauwe kiekendief	29	38	420
Roerdomp	26	53	528
Aalscholver	30	50	520
Lepelaar	23	48	476
Grote zilverreiger	26	42	440

Concept

 Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

	Eiperiode	Jongenperiode	Aantal vluchten per broedseizoen per broedpaar
Kleine zilverreiger	22	43	432
Purperreiger	28	48	496
Visdief	22	25	288
Zwarte stern	2	22	264

Voor broedvogels is tenslotte de jaarlijkse vliegflux berekend door het aantal vluchten gedurende het broedseizoen (Tabel 5.1) op te tellen bij het aantal vluchten dat gedurende het niet-broedseizoen worden uitgevoerd (waarbij uitgegaan is van één vliegbeweging per dag zoals hierboven beschreven). De lengte van het niet-broedseizoen is berekend door van de 365 dagen van een jaar de duur van het broedseizoen (de gecombineerde duur van eiperiode en jongenperiode) af te trekken.

Stap 2c: bepaling van de passeerfractie per soort in 1974

Voor het bepalen van de soortspecifieke aanvaringskans is het van belang om per soort een indicatie te hebben van het aandeel van de populatie dat in 1974 over het hoogspanningsnetwerk vloog. Dat wordt hier de passeerfractie genoemd. De passeerfractie is afhankelijk van de landelijke dichtheid van het hoogspanningsnetwerk en van de maximale foerageerafstand van een soort. De dichtheid van het (bovengrondse) hoogspanningsnetwerk was in 1974 3449 km op een totaal landoppervlak van Nederland (34.985 km²), oftewel 0,10 km netwerk per km². Deze dichtheid staat voor de maaswijdte binnen het hoogspanningsnetwerk. Hoe kleiner de maaswijdte (dus hoe dichter een gebied is) hoe meer kans een soort daar heeft om tegen een verbinding aan te vliegen. Ook geldt: hoe kleiner een maximale foerageerafstand is van een soort, hoe kleiner de kans om een hoogspanningsverbinding te kruisen. De waarde van 0,10 km netwerk per km² is een dichtheid uitgedrukt als een vierkant. Ecologisch gezien is het echter beter om een cirkel te nemen omdat een vanuit een bepaald vertrekpunt in een willekeurige richting wegvliegende vogel met een bepaalde maximale foerageerafstand altijd maximaal de omtrek van een cirkel kan bereiken. De omtrek van een cirkel stelt dus het hoogspanningsnetwerk voor (en de straal daarmee de gemiddelde maaswijdte). De waarde van 0,10 voor het vierkant is daarom herleid tot een cirkel die een omtrek en oppervlak kent evenredig met de waarde van 0,10 km netwerk per km². De cirkel die voldoet aan deze verhouding heeft een omtrek van 126 km (en dus een oppervlak van 1257 km² en een straal van 20 km). Het netwerk anno 1974 heeft dus een gemiddelde maaswijdte met een straal van 20 km. Bij deze straal is de passeerfractie per 'default' op exact 1 gesteld, hetgeen ecologisch betekent dat een vogel die in een willekeurige richting vliegt, een hoogspanningsverbinding kruist na gemiddeld 20 km.

Op basis van resultaten van de simulatietool blijken ganzen met een maximale foerageerafstand van 30 km in werkelijkheid slechts gemiddeld 11,43 km enkele reis te vliegen. Dit levert een verhouding op tussen maximale en werkelijke foerageerafstand van 0,38 op ($11,43/30 = 0,38$); deze verhouding wordt als geldig voor alle soorten aangehouden.

Ook is aangenomen dat deze verhouding anno nu ook gold in 1974. De cirkel die hoort bij de werkelijke foerageerafstand van ganzen heeft dus een straal van 11,43 km en een oppervlak van 410 km². De passeerfractie voor ganzen is dus gemiddeld $410/1257 = 0,33$. Per soort wordt op deze wijze de passeerfractie berekend, waarbij de passeerfractie afhankelijk is van de grootte van de foerageerafstand.

Voor de meeste soorten is de foerageerafstand kleiner dan die voor ganzen zodat ook een kleiner aandeel van deze soort een lijn passeert (zodat voor deze soorten de berekende passeerfractie kleiner uitvalt dan 0,33).

Stap 2d: berekening per soort van de vliegflux per jaar

Vermenigvuldiging van de resultaten uit stappen 2a-c levert per soort het aantal draadslachtoffers voor het jaar 1974.

5.1.3 Berekening van de soortspecifieke aanvaringskans

Deling op elkaar van de relevante factoren, verkregen via stappen 1d en 2d, levert uiteindelijk de soortspecifieke aanvaringskans. Alle waarden zijn uiteindelijk omgerekend naar het aantal slachtoffers per 10.000 vliegbewegingen. In Bijlage 2 wordt een overzicht gegeven van de soortspecifieke aanvaringskansen.

5.2 Resultaten: soortspecifieke aanvaringskansen

5.2.1 Algemene bespreking

Voor de meeste relevante vogelsoorten is uiteindelijk via bovenstaande procedure een soortspecifieke aanvaringskans berekend. Voor soorten waarvoor geen kans kon worden berekend, is deze kans op basis van verwantschap gerelateerd aan die van vergelijkbare soorten. Al met al leidde deze procedure ertoe dat voor alle relevante soorten een soortspecifieke aanvaringskans werd bepaald. Hieronder wordt de grote lijn besproken zoals die naar voren komt uit Bijlage 2.

Er kan worden geconcludeerd dat de soortspecifieke aanvaringskans niet vergelijkbaar is tussen soorten. Soortspecifieke aanvaringskansen variëren van 553 voor de Goudplevier tot aan 0,003 voor de Zwarte stern. De gevonden onderlinge verschillen komen over het algemeen goed overeen met voorspellingen vanuit de literatuur (onder andere Bevanger, 1998).

Behalve voor Goudplevier, Kemphaan, Slobeend en Tureluur liggen alle soortspecifieke aanvaringskansen onder de 100. De vier soorten met de hoogste aanvaringskansen komen alle in vooral agrarisch gebied voor. Zij lopen daarom tijdens de balts in het voorjaar risico en / of tijdens het overwinteren wanneer zij zich in grote groepen verzamelen. In tegenstelling tot wat de literatuur vermeldt wordt ook voor roofvogels een relatief grote soortspecifieke aanvaringskans berekend, hoewel voor slechts één soort, namelijk de Bruine kiekendief, voldoende data beschikbaar waren. Tenslotte vallen ook de relatief hoge soortspecifieke kansen voor bijvoorbeeld zwanen, zwemeenden en Meerkoet op. Dit zijn alle soorten die niet heel wendbaar zijn in vlucht (Bevanger, 1998). Aan de andere kant van het spectrum worden voor onder meer duikeenden, meeuwen en sterns juist relatief lage soortspecifieke aanvaringskansen berekend.

Over het algemeen volgen de soorten binnen soortgroepen eenzelfde patroon. Een belangrijke uitzondering wordt gevormd door de Roerdomp binnen de groep reigers. De Roerdomp loopt als nachtactieve soort wellicht een extra risico. Het is daarnaast opmerkelijk dat ook voor de Lepelaar een relatief lage soortspecifieke aanvaringskans wordt berekend.

Merk overigens op dat soorten met een hoge soortspecifieke aanvaringskans niet altijd ook de soorten zijn waarvan de meeste slachtoffers vallen. Immers, de vliegflux van een soort bepaalt ook deels het risico op slachtoffers. Algemene soorten lopen immers per definitie ook een groter risico, ook al hebben zij een lage soortspecifieke aanvaringskans.

5.2.2 Vergelijking met literatuur: de casus eenden

Om de berekende soortspecifieke aanvaringskans beter te kunnen duiden is een globale vergelijking gemaakt tussen de aanvaringskans die berekend is via bovenstaande procedure en de aanvaringskans zoals die uit de literatuur kan worden berekend. Als voorbeeld zijn hiervoor eenden genomen. Literatuurstudies moesten voldoen aan een aantal voorwaarden, namelijk:

- De studie is verricht in een wetland of vlakbij open water
- De studie betreft eenden
- De hoogspanningsverbinding betreft een transmissie verbinding

Uiteindelijk blijkt alleen de studie van Meyer & Lee (1979) geschikt die gebieden in Amerika beschrijft. De hierin besproken eendensoorten komen overigens zowel in Amerika als in Europa voor. In Tabel 5.2 staan de (afgeronde) kansen zoals die volgens de in dit rapport beschreven procedure worden berekend. Deze kansen gelden dus in eerste instantie voor de Nederlandse situatie.

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Tabel 5.2 Aanvaringskans per eendensoort per 10.000 vliegbewegingen, vergeleken met de aanvaringskans voor eenden in de USA zoals gerapporteerd door Meyer & Lee (1979)

Soort	Aantal draadslachtoffers per 10.000 vliegbewegingen
Wilde eend	2,9
Smient	2,1
Pijlstaart	36,5
Slobeend	186,3
Wintertaling	20,0
Tafeleend	1,0
Kuifeend	1,9
<hr/>	
eenden	5 (Crab creek, USA)
eenden	7 (Bybee lake, USA)

De resultaten zoals berekend voor de simulatietool variëren nogal per soort. Wel is er een opvallend verschil in grootte van de kans tussen de zwemeenden (Wilde eend, Smient, Pijlstaart, Slobeend en Wintertaling) en de duikeenden (Tafeleend en Kuifeend). De zwemeenden scoren duidelijk hoger dan de duikeenden, met uitzondering van Wilde eend en Smient. Het valt op dat de aanvaringskansen zoals gerapporteerd door Meyer & Lee (1979) in dezelfde orde grootte liggen met de getallen als de hierboven berekende getallen voor duikeenden. Getallen die voor zwemeenden via de methode in dit rapport zijn berekend, komen alleen voor Smient en Wilde eend overeen. Deze exercitie leert dat het van groot belang is om getallen per soort uit te rekenen, omdat binnen een groep met op het oog vergelijkbare soorten als eenden de verschillen al aanzienlijk zijn. Wel is duidelijk dat de getallen zoals die zijn gebruikt als input voor SIMFLUX van een vergelijkbare orde grootte zijn als die elders in de literatuur gerapporteerd.

6 Bepaling van de mastfactor

Voor de mastfactor (bij bovengrondse verbindingen) wordt in dit hoofdstuk in detail de gehele berekeningswijze (inclusief aannames) behandeld. In Bijlage 3 staan de berekende mastfactoren voor de relevante masttypen gegeven. De aanwezigheid van mitigerende maatregelen is ook een eigenschap van een tracé(deel), omdat dergelijke maatregelen niet standaard worden toegepast. Via aanpassing van de waarde van de mastfactor kunnen mitigerende maatregelen worden verdisconteerd. De effectiviteit van de diverse mitigerende maatregelen wordt als laatste factor behandeld.

6.1 Mastfactor

De verbindingsmorfologie is het totaal aan vormeigenschappen van een bovengrondse hoogspanningsverbinding. Het is een intrinsieke eigenschap van de hoogspanningsmast plus bijbehorende draden (stroomgeleiders en bliksemraden). Intuïtief leiden masttypen met verschillende bouwstijlen (dus met een andere verbindingsmorfologie) tot verschillende aantallen slachtoffers vanwege verschillen in draaddichtheid in combinatie met zichtbaarheid. Binnen de formules van SIMFLUX is de mastfactor geformuleerd om dit effect van verbindingsmorfologie te bepalen.

De mastfactor is te beschouwen als een afwijking of correctie van de soortspecifieke aanvaringskans ten opzichte van een "gemiddelde mast". Elk masttype met zijn specifieke verbindingsmorfologie wordt vergeleken met deze standaard en de aanvaringskans wordt aan de hand hiervan gecorrigeerd.

Zowel verbindingsmorfologie als mastfactor zijn nieuwe begrippen zodat hiervoor niet kan worden aangesloten bij de literatuur. Het voordeel van deze begrippen is hun algemene toepasbaarheid. Bijvoorbeeld bij bundeling en combinatie van hoogspanningsverbindingen (zie onder) kunnen mastfactoren opgeteld worden om een verbeterde zichtbaarheid of een verhoogde dichtheid te simuleren. Daarnaast is een voordeel dat door de mastfactor de eigenschappen van een masttype in een getal worden uitgedrukt, zodat direct verschillende typen masten kunnen worden vergeleken.

Effecten van zichtbaarheid verschillen tussen dag en nacht. Omdat bepaalde vogelsoorten vooral 's nachts vliegen (nachtvliegers) terwijl andere soorten vooral overdag vliegen (dagvliegers), is voor zowel 's nachts als overdag een formule voor de mastfactor opgesteld. Theoretisch geldt dat de aanvaringskans minder wordt als de zichtbaarheid van een mast relatief hoog is, maar groter wordt als de draden relatief onzichtbaar zijn.

Bovendien geldt dat de dichtheid van draden een rol speelt: hoe minder draden per oppervlakte, hoe kleiner de kans van een aanvaring. Deze effecten werken overdag en 's nachts min of meer tegenovergesteld.

6.1.1 Mastfactor 's nachts

's Nachts is vooral de draaddichtheid van de verbinding van belang, met slechts een ondergeschikte rol voor de zichtbaarheid. Voor 's nachts is de mastfactor daarom uitgedrukt als functie van drie factoren:

- De hoogte van de mast. Vogels vliegen 's nachts hoger waardoor hogere masten een grotere kans op draadslachtoffers veroorzaken. De masthoogte wordt verdeeld in klassen (Kh). Masten tot 25 m krijgen een waardering 1, masten tussen 25 en 45 m een waarde 2 en masten hoger dan 45 m een waarde 3
- Het aantal traversen (zijarmen) van de mast, inclusief het aantal traversen met alleen bliksemraden (T). Naarmate het aantal traversen groter is, zal ook de aanvaringskans toenemen
- De dichtheid aan draden in het verticale oppervlak (D). Hoe groter de dichtheid aan draden, hoe meer slachtoffers kunnen vallen. De dichtheid is afhankelijk van het aantal draden, maar vooral ook van de wijze waarop deze zijn gebundeld en verdeeld over de traversen. Voor het bepalen van de dichtheid wordt daarom het aantal bundels per traverse (Bu) vermenigvuldigd met het aantal fasedraden per bundel (F) en vervolgens wordt daar het aantal bliksemraden (Bl) bij opgeteld. Van dit geheel wordt de wortel getrokken, omdat anders de variatie tussen de verschillende masttypen onevenredig groot wordt

De eerste twee factoren zijn in sterke mate bepalend voor de grootte van het verticale oppervlak waarin de draden liggen (Renssen 1977). Hoe groter dit oppervlak is hoe meer slachtoffers kunnen vallen.

Voor een getal voor het effect 's nachts wordt de masthoogteklasse Kh vermenigvuldigd met het aantal traversen (T) en de dichtheid D (formule 6a):

$$(6a) \text{ mast(nacht)} = Kh * T * D$$

De dichtheid D is het product van het aantal bundels per traverse (Bu) en het aantal fasedraden per bundel (F) en vervolgens wordt daar het aantal bliksemraden (Bl) bij opgeteld. Van dit geheel wordt de wortel getrokken:

$$(6b) \text{ dichtheid } D = \sqrt{((Bu * F) + Bl)}$$

ConceptKenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Substitutie in bovenstaande formule van D door de losse componenten levert uiteindelijk formule 7a voor de mastfactor mast(nacht):

$$(7a) \text{ mast(nacht)} = Kh * T * \sqrt{((Bu * F) + BI)}$$

De waarde voor mast(nacht) is uiteindelijk genormaliseerd ten opzichte van de gemiddelde waarde voor alle aanwezige masttypen in het onderzoeksgebied om zodoende een serie waarden rondom de 1 te krijgen.

De mastfactor werkt zo, dat vooral de draaddichtheid (rekening houdend met de mate van bundeling), het aantal traversen en het verticale oppervlak bepalend zijn. Naarmate deze parameters groter zijn, neemt de mastfactor 's nachts toe. Merk op dat de draaddichtheid wordt bepaald door het verticale vlak en niet door de lengte van de verbinding. Het lengte-aspect zit al in de vliegflux verdisconteerd, namelijk in de vorm van de plaats van de kruisingen van vliegfluxen met een hoogspanningsverbinding (zie § 3.4.3).

6.1.2 Mastfactor overdag

Voor overdag is de zichtbaarheid van de verbinding het meest bepalend. De zichtbaarheid wordt uitgedrukt in een breuk, waarbij de teller bestaat uit parameters die de kans op aanvaring vergroten en de noemer uit parameters die de kans op aanvaring verkleinen.

- In de teller wordt het aantal fasedraadbundels (B) en het aantal bliksemraden (BI) bij elkaar opgeteld. Naarmate er meer fasedraadbundels zijn neemt de kans op aanvaringen toe, zeker wanneer elke bundel slechts uit één fasedraad bestaat (Van Kessel & Hoorens, 2010). De bliksemraden hebben in de teller een relatief groot aandeel omdat deze overdag ten opzichte van de dikkere fasedraden slecht opvallen en juist daardoor veel aanvaringssslachtoffers onder uitwijkende vogels veroorzaken
- Deze som wordt vermenigvuldigd met de masthoogte Kh. De hoogte van de mast maakt een verbinding in zekere zin beter zichtbaar, maar het gaat niet zozeer om de mast zelf, maar om de hoogte waarop de draden hangen. Bij een hogere mast hangen deze veelal hoger en meer verspreid, hetgeen de aanvaringskans vergroot
- In de noemer wordt de zichtbaarheid Z bepaald door het aantal traversen met fasedraden (Tf), het aantal bundels per traverse (Bu) en het aantal fasedraden per bundel (F) met elkaar te vermenigvuldigen. Elk van deze parameters vergroot de zichtbaarheid

Voor een getal voor het effect overdag geldt daarom formule 6c:

$$(6c) \text{ mast(dag)} = Kh * (B + BI) / Z$$

Substitutie in bovenstaande formule van Z door de losse componenten levert uiteindelijk formule 7b voor de mastfactor mast(dag):

$$(7b) \text{ mast(dag)} = Kh \cdot (B + Bl) / (Tf \cdot Bu \cdot F)$$

De waarde voor mast(dag) is uiteindelijk genormaliseerd ten opzichte van de gemiddelde waarde voor alle aanwezige masttypen in het onderzoeksgebied om zodoende een serie waarden rondom de 1 te krijgen.

Voor dagvliegers wordt alleen de mastfactor voor overdag gebruikt in de berekeningen, terwijl het omgekeerde geldt voor nachtvliegers. Voor soorten die zowel overdag als 's nachts vliegen is het gemiddelde van beide factoren genomen.

6.1.3 Mastfactor bij combinatie of bundeling van hoogspanningsverbindingen

Discussie van effecten van een hoogspanningsverbinding op vogels betrof tot nu toe de situatie van een enkele verbinding. De omstandigheden veranderen echter als een bestaande enkele verbinding wordt gecombineerd dan wel wordt gebundeld met een nieuwe hoogspanningsverbinding. In deze gevallen treedt in feite een verandering op van de verbindingsmorfologie van de bestaande verbinding.

Combinatie

Bij combinatie met een bestaande hoogspanningsverbinding wordt eerst de nieuwe verbinding naast de bestaande verbinding aangelegd. In de masten van de nieuwe verbinding worden de geleiders van de bestaande én de nieuwe hoogspanningsverbinding gehangen. Vervolgens wordt de oude verbinding verwijderd. Het netto resultaat is dus een zwaardere verbinding met veranderde mastfactoren 's nachts en overdag op nagenoeg dezelfde locatie in vergelijking met de referentiesituatie.

Bundeling

Er is sprake van bundeling wanneer de nieuwe verbinding naast een bestaande verbinding of andere bovenregionale infrastructuur wordt aangelegd. De bestaande verbinding blijft ongewijzigd bestaan. Hier is alleen bundeling met een bestaande hoogspanningsverbinding van belang.

De vraag is dan of vogels de bundeling ervaren als één enkele verbinding of als twee verbindingen. De verwachting is dat na kruising van de eerste verbinding de tweede verbinding minder effect heeft omdat deze als het ware in de 'schaduw' van de eerste ligt. Inderdaad wordt dit bevestigd door veldwaarnemingen (van Kouwen, 2011). Het aantal reacties van vogels op de als tweede gepasseerde verbinding is 50 % tot 70 % van de reacties op de als eerste gepasseerde verbinding. De veldwaarnemingen zijn alleen overdag gedaan.

Voor het model wordt op grond hiervan aangenomen dat gemiddeld genomen het effect van twee gebundelde verbindingen 80 % $(=(100 + 60) / 2)$ bedraagt van de som van beide verbindingen afzonderlijk. Dit geldt voor de mastfactor overdag. De mastfactor 's nachts wordt niet beïnvloed, omdat deze wordt bepaald door de draaddichtheid.

6.2 Mitigatiemaatregelen

Onder mitigatiemaatregelen worden alle maatregelen verstaan die genomen worden om het negatieve effect van een bepaalde ingreep te verminderen.

De meest effectieve mitigatiemaatregel waar het draadslachtoffers betreft is het ondergronds aanleggen (verkabelen) van de nieuwe verbinding en het slopen van de bestaande verbinding. Technisch gezien is dat mogelijk voor maximaal 10 km lengte. In dat geval zijn er ter plaatse van het ondergrondse deel geen draadslachtoffers meer.

In het geval van bovengrondse hoogspanningsverbindingen bestaan de maatregelen uit het ophangen van middelen in de bliksemdraden. Het effect van deze middelen varieert maar wordt in dit rapport conservatief op 50 % gesteld. Van der Vliet & Boerefijn (2014) geven een overzicht van de verschillende typen met hun bijbehorende effect. Een aantal maatregelen levert een reductie in draadslachtoffers op tot 90 %. Binnen SIMFLUX wordt mitigatie meegenomen door de mastfactor met 0,5 te vermenigvuldigen (bij 50 % effect). Eventueel kan met deze correctie worden gevarieerd, bijvoorbeeld door met 0,1 te vermenigvuldigen (bij 90 % effect neemt de aanvaringskans af tot één tiende).

7 Presentatie resultaten

SIMFLUX genereert als output zowel kaarten als tabellen. In dit rapport worden voorbeelden gegeven van de mogelijke wijze van presentatie.

SIMFLUX berekent/bepaalt:

- Bij de vliegfluxen zonder kruising met een tracé (geen beïnvloeding) is het aantal vliegbewegingen terug identiek aan het aantal heen
- Bij de vliegfluxen met kruising (wel beïnvloeding) neemt het aantal vliegbewegingen heen en terug af als gevolg van het optreden van draadslachtoffers
- Bij aanpassing van de ligging van de hoogspanningsverbinding kan nagegaan worden of dit leidt tot verandering van het aandeel kruisende vliegfluxen
- De afname van het aantal individuen per jaar op een slaappleats als gevolg van draadslachtoffers (rekening houdend met cumulatie en in tweede instantie mitigatie)
- Voor alle soorten afzonderlijk en voor elke slaappleats van die soort, maar ook voor alle slaappleatsen van die soort bij elkaar

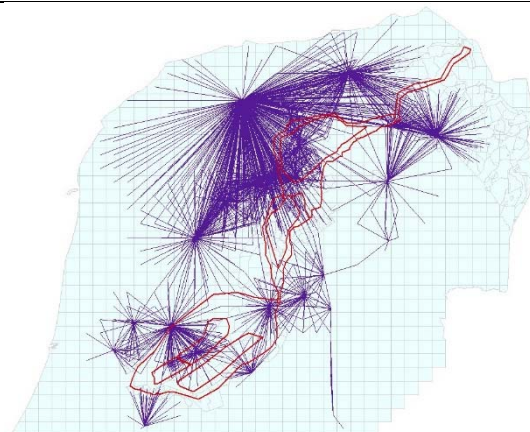
De voorbeelden in dit hoofdstuk hebben betrekking op onderdelen van het oorspronkelijke voornemen van een nieuwe (bovengrondse) hoogspanningsverbinding van Eemshaven via Ens naar Diemen. Ze hebben geen betrekking op het project Noord-West 380 kV EOS-VVL (zie paragraaf 1.1).

7.1 Kaarten

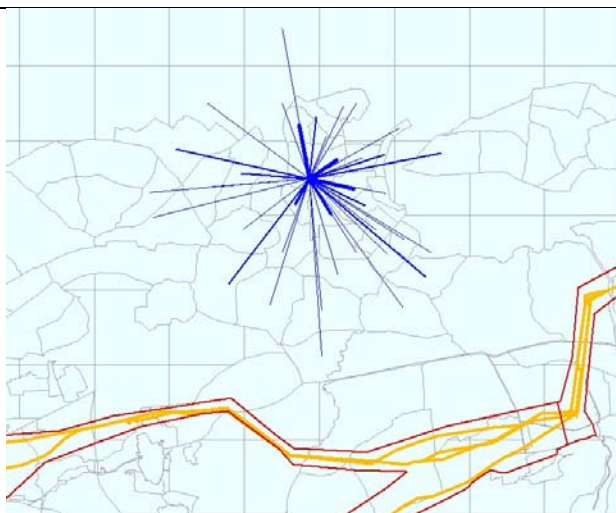
Figuren 7.1 tot en met 7.4 geven enkele voorbeelden van kaarten die met SIMFLUX gegenereerd kunnen worden.

Concept

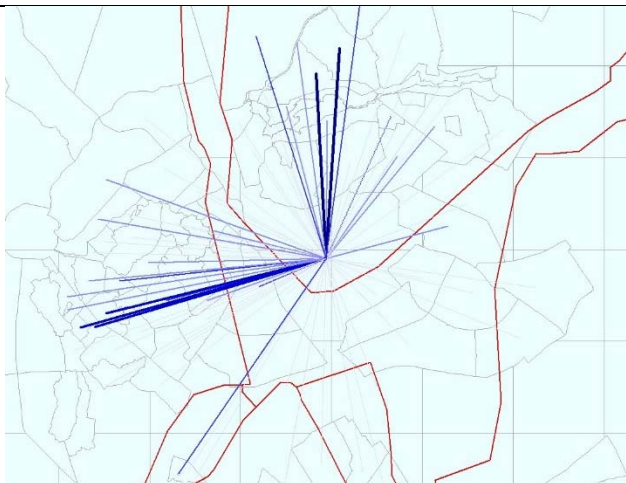
Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01



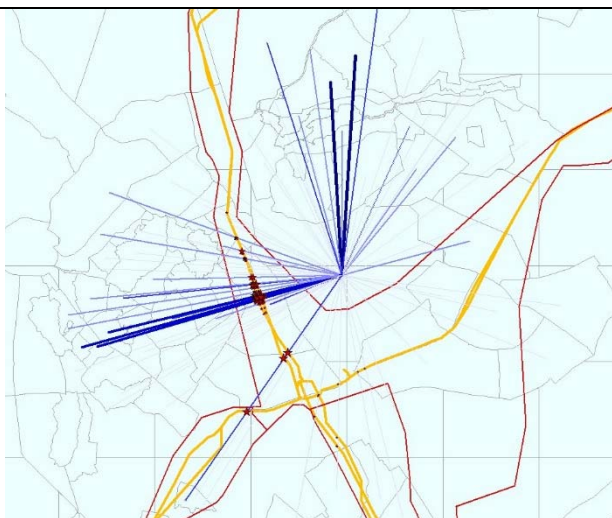
Figuur 7.1 Alle mogelijke relaties tussen slaapgebieden (Natura 2000-gebieden) en omliggende foerageergebieden. De slaapgebieden zijn herkenbaar als de middelpunten van waaruit lijnen zijn getrokken



Figuur 7.2 Voorbeeld van de relatie tussen een slaapgebied en omliggende foerageergebieden, in dit geval de Kleine zwaan met een slaapdoel in het Natura 2000-gebied Lauwersmeer. De dikte van de lijnen geeft een indicatie van het aantal vliegbewegingen. In dit geval zijn er geen vliegbewegingen die kruisen met het plangebied (rode begrenzing) dan wel tracéalternatieven (oranje lijnen)



Figuur 7.3 Voorbeeld van de relatie tussen een slaapgebied en omliggende foerageergebieden, in dit geval de Grote zilverreiger met een slaapdoel in het Natura 2000-gebied Deelen. De dikte van de lijnen geeft een indicatie van het aantal vliegbewegingen. In dit geval is er een aantal vliegbewegingen dat kruist met het plangebied (rode begrenzing)



Figuur 7.4 Voorbeeld van de relatie tussen een slaapgebied en omliggende foerageergebieden, in dit geval de Grote zilverreiger met een slaapdoel in het Natura 2000-gebied Deelen. De dikte van de lijnen geeft een indicatie van het aantal vliegbewegingen. In dit geval is er een aantal vliegbewegingen dat kruist met verschillende tracéalternatieven. De kruisingen zijn aangeduid met rode sterren. De grootte van een ster is afhankelijk van het aantal vliegbewegingen en geeft dus een indicatie voor het aantal draadslachtoffers

7.2 Tabellen

Het resultaat van SIMFLUX is het aantal draadslachtoffers per instandhoudingsdoelstelling. Presentatie van de resultaten van SIMFLUX vindt plaats via een serie tabellen. Alle tabellen geven de resultaten per tracéalternatief per deelgebied en geven een onderscheid tussen combinatie en bundeling. De achtereenvolgende tabellen geven in principe de resultaten van de drie modules van SIMFLUX weer (zie hoofdstuk 3). Effecten van sloop en / of mitigatie kunnen door variatie in waarden voor mastfactor worden doorgerekend. Op deze manier worden dus aparte tabellen voor de effecten 'bruto' (dus exclusief sloop), 'netto incl. sloop' en 'netto inclusief mitigatie' gegenereerd.

De serie van tabellen worden hieronder verder besproken voor een aantal tracéalternatieven die de naam van een kleur hebben gekregen. Tabel 2.1 geeft uitleg over de gebruikte regelkoppen in de tabellen.

Uiteindelijk vindt weergave van de resultaten plaats in vier stappen. De eerste twee stappen geven de effecten 'bruto' weer. In stap 1 wordt het aantal draadslachtoffers gegeven per soort per tracéalternatief en per subgebied. Het aantal draadslachtoffers wordt uitgedrukt in individuen per jaar met twee decimalen achter de komma. Dit is nodig om ook lage aantallen vogels te kunnen weergeven. Ter indicatie wordt ook per tracéalternatief het totale aantal draadslachtoffers gegeven (afgerond op een geheel getal) voor alle soorten bij elkaar opgeteld. In stap 2 worden de resultaten van stap 1 (waar zij nog per subgebied waren weergegeven) gesommeerd per deelgebied. Ook vindt in stap 2 per soort en instandhoudingsdoelstelling een eerste toetsing plaats aan de relevante 1 %-norm (zie § 4.2.4). In stappen 3 en 4 worden de effecten telkens weergegeven met inachtnaam van respectievelijk sloop ('netto incl. sloop') en mitigerende maatregelen ('netto incl. mitigatie'). In beide stappen wordt vervolgens de berekende aantallen draadslachtoffers gerelateerd aan de 1 %-norm. Op deze manier blijven na de laatste stap alleen de gevallen en instandhoudingsdoelstellingen over die na alle mogelijke mitigerende maatregelen nog steeds een effect ondervinden.

Tabel 2.1 Uitleg van de regelkoppen van de tabellen

Regelkop in tabel	Uitleg
<i>Natura 2000-gebied</i>	Gebied met instandhoudingsdoelstelling
<i>Vogelrichtlijnsoort X</i>	Instandhoudingsdoelstelling (naam van de vogelsoort)
DSO totaal	Totaal aantal draadslachtoffers (bruto) per tracéalternatief op jaarbasis
DSO incl. mitig.	Aantal draadslachtoffers, rekening houdend met effecten van sloop en effecten van mitigerende maatregelen
% add. sterfte	Sterftepercentage boven de 1 % jaarlijkse achtergrondsterfte

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Stap 1: Aantal draadslachtoffers per subgebied

De effecten zijn voor elk tracéalternatief (kolom) gegeven per instandhoudingsdoelstelling met onderverdeling naar subgebied (regel). De onderste regel (DSO totaal) geeft het totale aantal draadslachtoffers (alle instandhoudingsdoelstellingen en subgebieden samen) per tracéalternatief op jaarbasis, afgerond op hele aantallen.

Tabel 2.2 Stap 1 van resultaten van SIMFLUX: aantal draadslachtoffers per subgebied

Instandhoudings- doelstelling	Sub- gebied	corridor West						
		Combinatiealternatieven					Bundelings- alternatieven	
		Rood	Geel	Blauw	Mint	Donker- blauw	Zwart	Wit
<i>Natura 2000-gebied</i>								
Vogelrichtlijnsoort X	4	0,01	0,07	0,07	0,01	0,10	0,10	0,01
Vogelrichtlijnsoort Y	7	75,52	73,63	66,17	66,17	75,52	38,06	38,06
...								
DSO totaal		2700	2476	1382	1387	2698	873	814

Stap 2: Aantal draadslachtoffers per deelgebied gerelateerd aan de 1 %-norm

In deze stap worden de meetresultaten van stap 1 samengevat door de resultaten van de subgebieden te sommeren voor het hele deelgebied. Verder worden de resultaten gecorrigeerd voor de 1 %-norm. Dit houdt in dat in de tabel alleen die aantallen draadslachtoffers zijn opgenomen, die hoger liggen dan de 1 %-norm van de jaarlijkse achtergrondsterfte, gerelateerd aan de instandhoudingsdoelstelling van het Natura 2000-gebied. Daarom kan het resultaat op 0,00 uitkomen, terwijl in de vorige tabel toch draadslachtoffers zijn gegeven.

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Tabel 2.3 Step 2 van resultaten van SIMFLUX: aantal draadslachtoffers per deelgebied gerelateerd aan de 1 %-norm

Instandhoudings- doelstelling	corridor West						
	Combinatiealternatieven					Bundelings- alternatieven	
	Rood	Geel	Blauw	Mint	Donker- blauw	Zwart	Wit
<i>Natura 2000-gebied</i>							
Vogelrichtlijnsoort X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vogelrichtlijnsoort Y	72,49	70,60	63,14	63,14	72,49	35,03	35,03
...							

Step 3: Aantal draadslachtoffers per deelgebied met inachtnaam van sloop maar zonder mitigatie gerelateerd aan de 1 %-norm

In deze stap worden de effecten van sloop van (delen van) bestaande hoogspanningsverbindingen verdisconteerd. Het aantal draadslachtoffers dat berekend wordt voor de nieuwe verbinding wordt verminderd met het aantal draadslachtoffers dat berekend is voor het te slopen deel. De resultaten worden ook hier gecorrigeerd voor de 1 %-norm.

Tabel 2.4 Step 3 van resultaten van SIMFLUX: aantal draadslachtoffers per deelgebied met inachtnaam van sloop maar zonder mitigatie gerelateerd aan de 1 %-norm

Instandhoudings- doelstelling	corridor West						
	Combinatiealternatieven					Bundelings- alternatieven	
	Rood	Geel	Blauw	Mint	Donker- blauw	Zwart	Wit
<i>Natura 2000-gebied</i>							
Vogelrichtlijnsoort X	53,72	52,37	45,73	45,73	53,72	35,03	35,03
Vogelrichtlijnsoort Y	8,51	8,36	4,93	4,93	8,51	3,70	3,70
...							

Step 4: Aantal draadslachtoffers per deelgebied met inachtnaam van sloop en mitigatie gerelateerd aan de 1 %-norm

In de vierde stap ten slotte (Tabel 2.5) worden naast de effecten van sloop ook die van mitigerende maatregelen verrekend. Hierbij wordt arbitrair rekening gehouden met een mitigatie van 50 %. De resultaten worden ook hier gecorrigeerd voor de 1 %-norm.

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

In deze tabel worden de resultaten zowel gepresenteerd in aantallen draadslachtoffers (regel 'DSO inclusief mitig.') als in het percentage additionele sterfte (regel '% add. sterfte'), dat wil zeggen het sterftepercentage boven de 1 % jaarlijkse achtergrondsterfte.

Tabel 2.5 Stap 4 van resultaten van SIMFLUX: aantal draadslachtoffers per deelgebied met inachtnaam van sloop en mitigatie gerelateerd aan de 1 %-norm

Instandhoudings- doelstelling		corridor West						
		Combinatiealternatieven					Bundelings- alternatieven	
		Rood	Geel	Blauw	Mint	Donker- blauw	Zwart	Wit
<i>Natura 2000-gebied</i>								
Vogelrichtlijnsoort X	DSO incl. mitig.	15,96	15,55	12,65	12,65	15,96	16,00	16,00
	% add. sterfte	6,27	6,13	5,17	5,17	6,27	6,28	6,28
Vogelrichtlijnsoort Y	DSO incl. mitig.	2,24	2,19	1,04	1,04	2,24	1,44	1,44
	% add. sterfte	3,75	3,69	2,27	2,27	3,75	2,77	2,77
...								

8 Literatuur

- Abt, K. & Konter, A. 2009. Survival rates of adult European grebes (Podicipedidae). *Ardea* 97: 313-321.
- Arends, E., Groen, R., Jager, Th. & Boon, A. (red.), 2009. Passende beoordeling windpark Brown Ridge Oost. Pondera Consult, Royal Haskoning, Bureau Waardenburg, Alterra, Altenburg & Wymenga, Deltares, HWE, Arcadis & E-Connection.
- Bauchau, V., Horn, H. & Overdijk, O. 1998. Survival of Spoonbill on Wadden Sea islands. *Journal of Avian Biology* 29: 177-182.
- Beintema, A.J. 1980. Het Nonnetje *Mergus albellus*. *Limosa* 53: 3-10
- Bevanger, K. 1998. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. *Biological Conservation* 86: 67-76.
- Boudewijn, T.J. 1989. De Tafeleend *Aythya ferina* als zaadeter in de Grevelingen. *Limosa* 62: 169-176.
- Boudewijn, T.J. & Kuijpers, J.W.M. 1985. Foerageren de Tafeleenden *Aythya ferina* van het Haringvliet in de Grevelingen? *Limosa* 58: 163-166.
- Boudewijn, T.J., Müskens, G.J.D.M., Beuker, D., van Kats, R., Poot, M.J.M. & Ebbinge, B.S. 2009. Evaluatie opvangbeleid 2005-2008 overwinterende ganzen en smienten. Deelrapport 2. Verspreidingspatronen van foeragerende smienten. Alterra rapport 1841 / Rapport Bureau Waardenburg 08-090. Alterra, Wageningen / Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Brenninkmeijer, A., Beemster, N. & Bos, D. 2006. Foerageermogelijkheden voor kiekendieven en herbivore watervogels rond de Oostvaardersplassen en Lepelaarplassen. A&W-rapport 726. Bureau Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- British Trust for Ornithology (BTO). 2010. Birdfacts. www.bto.org/birdfacts; laatst geraadpleegd op 7 juli 2010.
- CBS 2003. Biobase 2003. Register biodiversiteit. CBS. Voorburg/Heerlen.
- Commissie voor de m.e.r. 2009. Noord-West 380 kV verbinding. Advies voor richtlijnen voor het milieueffectrapport. 29 oktober 2009 / rapportnummer 2317-32.
- Davis, B.E. 2007. Habitat use, movements, and survival of radio-marked female Mallards in the Lower Mississippi alluvial valley. Master Thesis. Louisiana State University & Agricultural and Mechanical College. Baton Rouge, La, USA.
- Dubbeldam, W. & Zijlstra, M. 1996. Ganzen in Oostelijk- en Zuidelijk Flevoland 1972/73 - 1991/92. Flevobericht 385. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.
- Gill, R.E. jr. & Mewaldt, L.R. 1983. Pacific coastal Caspian Terns: dynamics of an expanding population. *Auk* 100: 369-381.

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

- Gillings, S., Fuller, R.J. & Sutherland, W.J. 2005. Diurnal studies do not predict nocturnal habitat choice and site selection of European golden-plovers (*Pluvialis apricaria*) and Northern lapwings (*Vanellus vanellus*). *Auk* 122: 1249-1260.
- van Gils, J.A. & Tijssen, W. 2007. Short-term foraging costs and long-term fueling rates in central-place foraging swans revealed by giving-up exploitation times. *American Naturalist* 169: 609-620.
- Guillemain M., Mondain-Monval, J.-Y., Weissenbacher, E., Brochet, A.-L. & Olivier, A. 2008. Hunting bag and distance from nearest day-roost in Camargue ducks. *Wildlife Biology* 14: 379-385.
- Hustings, F., Koffijberg, K., van Winden, E., van Roomen, M., SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep & Soldaat, L. 2009. Watervogels in Nederland in 2007/2008. SOVON monitoringrapport 2009/02 en Waterdienst rapport 2009.020. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- van der Hut, R.G.M., Kersten, M., Hoekema, F. & Brenninkmeijer, A. 2007. Kustvogels in het Wadden- en Deltagebied. Verspreidingskaarten van kustvogels voor het calamiteitensysteem CALAMARIS. A&W-rapport 907. Bureau Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- Kahl, M.P. 1963. Mortality of Common Egrets and other herons. *Auk* 80:295-300.
- van Kessel, J.A.M. & B. Hoorens, 2010. Invloed van verschillen in mastmorfologie op aantallen draadslachtoffers. Rapportnummer R001-4688790KJV-ibs-V01. Tauw, Utrecht.
- Kleefstra, R. 2010. Reactie. Slaapplaatsen van ganzen: casus Witte en Zwarte Brekken. *De Levende Natuur* 111: 136-140.
- Kleijn D., Knecht, E. & Ebbinge, B.S. 2009. Evaluatie opvangbeleid 2005-2008 overwinterende ganzen en smienten. Deelrapport 3: het effect van het opvangbeleid op de verdeling van ganzen over opvanggebieden en gangbaar boerenland; studie aan de hand van gemerkte ganzen. Alterra rapport 1792, Wageningen.
- van Kouwen, J, 2011. Vlieggedrag van vogels bij gebundelde hoogspanningsverbindingen. Rapportnummer R001-4667808OKO-kmi-V01-NL. Tauw, Utrecht.
- de Leeuw, J.J. 1997. Demanding divers. Ecological energetics of food exploitation of diving ducks. Proefschrift. Rijksuniversiteit Groningen.
- Legagneux, P., Blaize, C., Latraunbe, F., Gautier, J. & Bretagnolle, V. 2009. Variation in home-range size and movements of wintering dabbling ducks. *Journal of Ornithology* 150: 183-193.
- Meyer, J.R. & Lee, J.M. jr 1979. Effects of transmission lines on flight behavior of waterfowl and other birds. In: Tillman, R. (red.), Proceedings of second symposium on environmental concerns in rights-of-way management, University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA, October 16-18, 1979, pp. 62/1-62/14.

ConceptKenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

- Ministerie van LNV 2010. Profielendocumenten Natura 2000-soorten.
www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=profielen; laatst geraadpleegd op 7 juli 2010.
- Nienhuis, J. 2007. Verspreiding van Grote zilverreigers in Groningen. *Grauwe Gors* 35(1): 4-9.
- Nolet, B.A., Baveco, J.M. & Kuipers, H. 2009. Evaluatie opvangbeleid 2005-2008 overwinterende ganzen en smienten. Deelrapport 2. Een modelberekening van de capaciteit van opvanggebieden voor overwinterende ganzen en smienten. Alterra rapport 1840. Alterra, Wageningen.
- Renssen, T.A. 1977. Vogels onder hoogspanning. Reeks natuur en milieu 10. Natuurmonumenten, 's Graveland.
- Robinson, J.A., Colhoun, K., McElwaine, J.G. & Rees, E.C. 2004. Whooper swan *Cygnus cygnus* (Iceland population) in Britain and Ireland 1960/61 – 1999/2000. Waterbird Review Series, Wildfowl & Wetlands Trust/Joint Nature Conservation Committee, Slimbridge, UK.
- Smits, R.R., Verbeek, R.G., Prinsen, H.A.M. & van der Winden, J. 2009. Vliegbewegingen van kolonievogels in het zoekgebied van hoogspanningsverbinding NW 380. Onderzoek naar Lepelaar in Flevoland en Purperreiger en Zwarte stern in Noord-Holland en Friesland. Rapportnummer 09-139. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- SOVON 1987. Atlas van de Nederlandse vogels. SOVON, Arnhem.
- Stenhouse, I.J. & Robertson, G.J. 2005. Philopatry, site tenacity, mate fidelity, and adult survival in Sabine's Gulls. *Condor* 107: 416–423.
- Szymczak, M.R. & Rexstad, E.A. 1991. Harvest distribution and survival of a Gadwall population. *Journal of Wildlife Management* 55: 592-400.
- Teixeira, R.M. (red.) 1979. Atlas van de Nederlandse broedvogels. Natuurmonumenten & SOVON, 's Graveland.
- Triay, R. 2002. Satellite-tracking of three juvenile Ospreys born in Minorca. *Ardeola* 49: 249-257.
- Troost, T. 2008. Estimating the frequency of bird collisions with wind turbines at sea. Guidelines for using the spreadsheet 'Bird Collisions Deltares v.1-0.xls. Deltares.
- van der Vliet, R. & Boerefijn, M. 2014. Kennisdocument over draadslachtoffers in Nederland. Overzicht van theoretische achtergronden en resultaten van literatuur- en veldonderzoek. Rapportnummer R001-4758408RVJ-cri-V01-NL. Tauw, Utrecht.
- van der Vliet, R., Heijligers, W. & Tilborghs, J. 2011. Op een rij gezet voor 97 beschermde vogelsoorten: maximale foerageerstanden. *Toets* 04-11: 6-10.
- van der Winden, J. & van Horssen, P.W. 2008. Population model for the Black Tern *Chlidonias niger* in West-Europe. *Journal of Ornithology* 149: 487-494.
- van der Winden, J. & Klaassen, O. 2008. Totaal aantal sterns in het IJsselmeergebied in heden en verleden aan de hand van slaapplaatstellingen. Rapportnummer 08-047 Bureau Waardenburg & 2008/04 SOVON onderzoeksrapport.

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Winkelman, J.E., Kistenkas, P.H. & Epe, M.J. 2008. Ecologische en natuurbeschermingsrechtelijke aspecten van windturbines op land. Alterra-rapport 1780. Alterra, Wageningen.

Bijlage

1

Samenstelling foerageerdata

Samenstelling foerageerdata op basis van SOVON-telgegevens

Voor elk SOVON-telgebied (zie Figuur 4.2) is als modelinput (zie § 4.2.2) per soort een over het jaar gemiddeld aantal vogels per dag bepaald. In Figuur 4.5 is dit in de kolom GEM te zien. Deze bijlage legt de totstandkoming van dit gemiddelde uit.

De van SOVON voor dit project aangeschafte telgegevens hebben betrekking op een periode van vijf jaar. Een vogelteljaar loopt steeds van juli tot en met juni in het daaropvolgende jaar. De periode van 5 jaar loopt van juli 2003 tot en met juni 2008 (en voor een gedeelte van de gegevens een jaar eerder). In de ideale situatie is een telgebied in die periode maandelijks geteld op alle soorten en zijn er dus van 60 teldata gegevens beschikbaar. Als wel naar een soort is gezocht, maar deze niet is aangetroffen, dan wordt als aantal 0 weergegeven (zogenaamde "harde nullen").

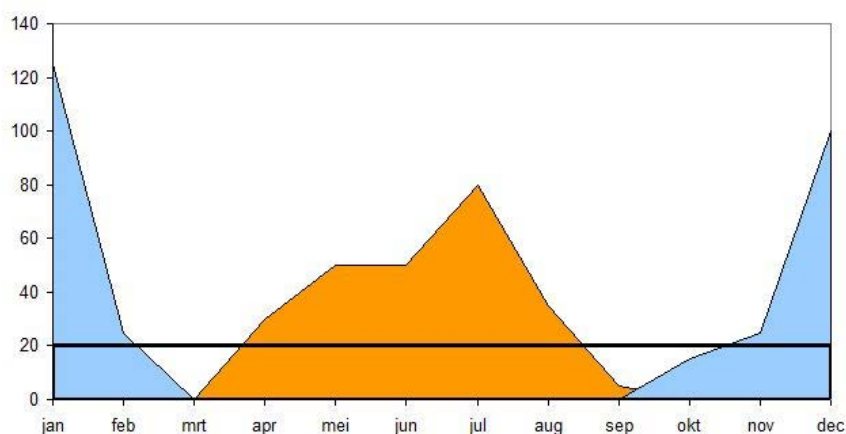
De ideale situatie komt in het van SOVON verkregen databestand echter niet voor. In de praktijk zijn er de volgende beperkingen:

- van een telgebied zijn geen gegevens beschikbaar omdat er niet geteld is of omdat de tellers de gegevens niet beschikbaar wensen te stellen
- van meerdere maanden of jaren zijn geen teldata beschikbaar
- niet alle soorten zijn geteld
- harde nullen ontbreken
- in plaats van maandtellingen zijn alleen midwintertellingen (zogenaamde PTT of punttransecttelling in de maand december) en/of seizoensmaxima (alleen de telling met het grootste aantal vogels wordt gegeven) beschikbaar.

Deze beperkingen kunnen ook in combinatie met elkaar voorkomen, zodat bijvoorbeeld van een telgebied van de eerste jaren enkele maandgegevens beschikbaar zijn en van latere jaren alleen seizoensmaxima.

Om tot een eenduidige modelinput te komen, zijn alle telgegevens omgezet naar één grootheid, namelijk het over het jaar (of beter: vijf jaar) gemiddeld aantal vogels per dag. Dit gegeven wordt gebruikt om het aantal vliegbewegingen vanuit een telgebied te kunnen bepalen. Een voorbeeld kan dit verduidelijken. In een fictief geval worden van een soort in de zomerperiode van april tot en met augustus aantallen vogels geteld met een maximum van 80 in juli. In een ander fictief geval worden in de vijf wintermaanden oktober tot en met februari verschillende aantallen met een maximum van 125 in januari. Figuur B1 illustreert beide voorbeelden: in beide gevallen komt het jaargemiddelde aantal vogels uit op 20. Het gemiddelde aantal vogels per dag is in feite vergelijkbaar met het gemiddelde aantal per jaar. Het daggemiddelde kan worden omgerekend naar het aantal vogeldagen per jaar door te vermenigvuldigen met 365. Een gebied kent één vogeldag als één vogel gedurende één dag in het gebied aanwezig is. In het voorbeeld is het aantal vogeldagen per jaar dus $20 \text{ maal } 365 = 7300$. Voor de hand ligt de vraag waarom dan niet eenvoudigweg met vogeldagen wordt gerekend. De reden hiervoor is dat het model rekent met

effecten op dagbasis (één pendelvlucht heen en weer). Elke dag opnieuw loopt een individu als het ware opnieuw kans draadslachtoffer van de hoogspanningsverbinding te worden. Voor het model is dan de aanname dat in beide gevallen gemiddeld genomen elke dag van het jaar 20 vogels aanwezig zijn in het telgebied. Als een vogel dagelijks één pendelvlucht onderneemt, betekent dat in beide gevallen $20 * 365$ (aantal dagen per jaar) * 2 (heen en terug) = 14600 vliegbewegingen per jaar.



Figuur B1. Fictief aantalsverloop van een populatie broedvogels (oranje) en wintergasten (blauw) gedurende het jaar. De maximum populatiegrootte bij de broedvogels is 80 en bij de wintervogels 125. In beide gevallen is het jaargemiddelde (maar ook het daggemiddelde) 20 vogels.

Waar mogelijk wordt voor de telgegevens uitgegaan van de maandelijkse tellingen. Waar deze ontbreken worden PTT-gegevens gebruikt en als ook deze ontbreken, seizoensmaxima. Voor telgebieden zonder één van deze gegevens wordt in een aantal gevallen een andere gegevensbron gebruikt. Het is mogelijk dat binnen één telgebied van een soort het daggemiddelde wordt bepaald via de maandelijkse tellingen en van een andere soort via de PTT-tellingen of de seizoensmaxima.

Voor de omrekening van maantellingen, PTT-gegevens en seizoensmaxima naar gemiddeld aantal vogels per dag worden verschillende omrekeningsfactoren gebruikt. Hiertoe is de meest recente SOVON-rapportage over monitoring van telgebieden (Hustings et al, 2009) als uitgangspunt genomen. In deze rapportage is uitgegaan van tabel 8d met de per maand getelde aantallen in de Regionale Monitoringgebieden in 2007/2008, omdat deze het meest van toepassing is op de situatie in het zoekgebied van de onderzochte hoogspanningsverbinding Noord-West 380 kV. De omrekeningsfactoren zijn soortspecifiek en afhankelijk van het aantal maanden dat een soort aanwezig is in Nederland en het aantalsverloop per maand.

Aan de hand van tabel 8d (Hustings et al, 2009) zijn de volgende correctiefactoren bepaald:

1. Verhouding tussen wintergemiddelde en jaargemiddelde. Het wintergemiddelde is de som van het aantal vogels in de maanden oktober tot en met maart gedeeld door 6 (maanden). Het jaargemiddelde is de som van het aantal vogels van alle maanden samen gedeeld door 12 (maanden). Met de verhouding tussen wintergemiddelde en jaargemiddelde wordt voor telgebieden met telgegevens in de periode van oktober tot en met maart een omrekening naar een daggemiddelde gedaan.
2. Verhouding tussen midwintertelling en jaargemiddelde. De midwintertelling (of PTT) betreft het aantal vogels in de maand december. Met de verhouding tussen midwintertelling en jaargemiddelde kan voor telgebieden waarvoor alleen een midwintertelling beschikbaar is een daggemiddelde worden berekend.
3. Verhouding tussen seizoensmaximum en jaargemiddelde. Het seizoensmaximum is het aantal vogels in de maand met het grootste aantal. Met de verhouding tussen seizoensmaximum en jaargemiddelde kan voor telgebieden waarvoor alleen een seizoensmaximum beschikbaar is een daggemiddelde worden berekend.

Maandtellingen

Voor de maandtellingen worden alleen de gegevens van de maanden oktober tot en met maart gebruikt. De reden hiervoor is dat de provincie met de meeste telgegevens (althans in dit project) deze beperking hanteert. In de ideale situatie zijn dan 30 tellingen (5 jaren * 6 maanden) beschikbaar. Deze situatie komt in ongeveer 10 % van de telgebieden voor. In ongeveer 43 % van de telgebieden zijn ten minste 15 tellingen beschikbaar. Daarentegen zijn er in 33 % van de telgebieden ten hoogste 5 maandtellingen beschikbaar. In 8 % van de telgebieden is slechts één telling beschikbaar.

De telgegevens worden per soort gedeeld door de 6 maanden van de winterperiode. Vervolgens worden de resultaten gecorrigeerd voor de verhouding tussen wintergemiddelde en jaargemiddelde.

Midwintertellingen

Van telgebieden of soorten in telgebieden waarvan maandelijkse tellingen ontbreken worden voor zover beschikbaar midwintertelling (PTT) gebruikt. Deze tellingen worden via de verhouding tussen midwintertelling en jaargemiddelde gecorrigeerd.

Seizoensmaxima

In de gevallen dat zowel maand- als PTT-tellingen ontbreken worden voor zover beschikbaar seizoensmaxima gebruikt. Deze tellingen worden via de verhouding tussen seizoensmaximum en jaargemiddelde gecorrigeerd.

Met name waar bij maandtellingen van weinig maanden telgegevens beschikbaar zijn, zullen de aantallen vogels te laag zijn ingeschat, omdat ontbrekende maanden als “zachte nullen” worden meegerekend. Een zachte nul betekent dat van een soort wordt aangenomen dat deze met 0

individuen voorkomt, maar dit niet in de teldata is opgenomen. In de context van het model houdt dit een worst case-benadering in.

Profielendocumenten

In de gevallen dat voor telgebieden geen SOVON-gegevens beschikbaar waren (bijvoorbeeld omdat er niet geteld is of omdat de tellers geen gegevens beschikbaar wisten te stellen) is eerst nagegaan in hoeverre het aantal vogels van een soort in de telgebieden zich verhoudt tot de instandhoudingsdoelstellingen in de Natura 2000-gebieden (slaapfunctie). Als er in de telgebieden evenveel of meer vogels zijn dan het totaal van de instandhoudingsdoelstellingen (zie § 4.2.1) kan hiermee volstaan worden. Als de telgebieden te weinig vogels bevatten, kan een deel van de instandhoudingsdoelstellingen als het ware nergens terecht. In die gevallen zijn op uurhokniveau (zie Figuur 4.2) gegevens bijgeschat aan de hand van de verspreidingskaarten in de zogenaamde profielendocumenten (Ministerie van LNV, 2010). Dit is eenvoudigweg gedaan aan de hand van de grootte van de stippen op deze kaarten.

De totale dataset bevat voor 39 relevante soorten (zie tabel 4.2) in totaal 8083 records met daggemiddelde gegevens per telgebied. De telgebieden zijn verdeeld over 725 SOVON-gebieden en 287 uurhokken (of delen daarvan). Binnen de dataset is 47 % van de gegevens gebaseerd op maandtellingen, 33 % op PTT-tellingen, 9 % op seizoensmaxima en 8 % op de profielendocumenten. In tweede instantie zijn data gegenereerd op basis van voedselbeschikbaarheid (3 %).

Bijlage

2

Soortspecifieke aanvaringskans

Berekende soortspecifieke aanvaringskans per 10.000 vliegbewegingen. Indien onvoldoende data beschikbaar was voor een soort is in de kolom opmerkingen de hoogste aanvaringskans van een vergelijkbare soort genomen

Soort/ecologische groep	Soortspecifieke aanvaringskans	Opmerkingen
<i>Viseters en snelvliegers:</i>		
Fuut	9,891	10 km (ipv 0 km) aangehouden voor foerageerafstand niet-broedvogel
Meerkoet	45,678	10 km (ipv 0 km) aangehouden voor foerageerafstand niet-broedvogel
Aalscholver	1,173	
<i>Reigers en andere waadvogels:</i>		
Roerdomp	45,497	
Purperreiger	4,798	
Blauwe reiger	3,174	
Kleine zilverreiger	4,798	Als Purperreiger
Grote zilverreiger	4,798	Als Purperreiger
Lepelaar	2,879	
<i>Zwanen, ganzen en eenden:</i>		
Knobbelzwaan	67,517	10 km resp 1 km (ipv 0 km) voor foerageerafstand broedvogel resp niet-broedvogel
Wilde zwaan	33,967	Gemiddelde van waarden voor Knobbel- en Kleine zwaan
Kleine zwaan	0,416	
Kolgans	0,387	
Dwerggans	0,419	Als Grauwe gans
Toendrarietgans	0,324	
Kleine rietgans	0,010	
Grauwe gans	0,419	
Brandgans	0,210	
Rotgans	0,419	Als Grauwe gans
Bergeend	6,110	
Wilde eend	2,896	
Smient	2,125	
Krakeend	2,125	Als Smient
Pijlstaart	36,546	
Slobeend	186,258	
Wintertaling	20,020	
Krooneend	36,546	Als Pijlstaart

Tafeleend	0,951	
Kuifeend	1,932	
Topper	1,932	Als Kuifeend
Brilduiker	1,932	Als Kuifeend
Nonnetje	1,932	Als Kuifeend
Grote zaagbek	1,932	Als Kuifeend
<i>Roofvogels:</i>		
Visarend	18,174	Als Bruine kiekendief
Zeearend	18,174	Als Bruine kiekendief
Bruine kiekendief	18,174	
Blauwe kiekendief	18,174	Als Bruine kiekendief
Grauwe kiekendief	18,174	Als Bruine kiekendief
<i>Steltlopers:</i>		
Scholekster	2,607	
Kluut	6,320	
Goudplevier	553,470	
Kievit	29,891	
Kemphaan	216,557	
Tureluur	118,079	
Grutto	9,569	
Wulp	8,152	
<i>Meeuwen en sterns:</i>		
Dwergmeeuw	0,064	
Reuzenster	0,074	Passeerfractie op 3 gezet (ipv berekend 10,47)
Visdief	1,697	
Zwarte stern	0,003	

Bijlage

3

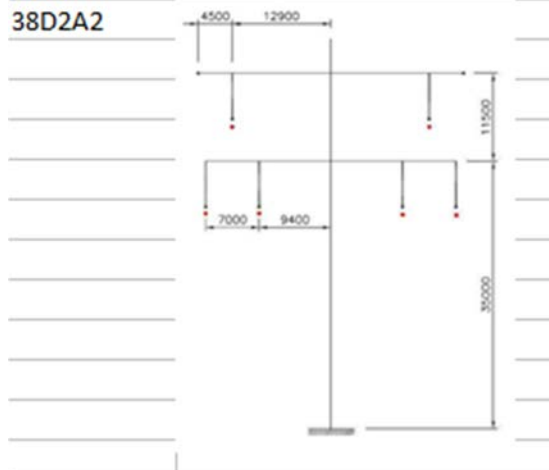
Mastfactoren

masttype	mastfactor overdag	mastfactor nacht
11C1A1	0,79	0,28
11D2A1	1,37	0,60
11D2A2	0,79	0,33
11D2A3	1,57	0,67
11D2B2	1,57	0,67
11H1A2	0,98	0,22
11H2A2	0,79	0,28
11H2A3	0,88	0,45
11H2A3F2	0,44	0,58
11H2B2	1,57	0,56
11H2B2F3	0,52	0,89
11ND3A2	1,44	0,76
11ND8A5	0,57	0,67
11NV1B2	0,98	0,80
11V2B2	1,57	0,80
11V2B3	0,44	1,65
15D2A2	1,57	0,67
15D2A2F2	0,79	0,85
15D2B3	1,77	0,98
15D2B3F3	0,59	1,38
15D2D2	1,57	0,67
15D3C2	1,44	0,76
15D3C2F2	0,72	0,99
15H2A2	0,79	0,28
15V2C2	1,57	0,80
15V2C2F2	0,79	0,98
22D2A2	0,52	0,99
22H4A2	0,69	1,12
22V2A2	1,57	0,80
22V2A2F2	0,79	0,98
31D4A2	0,82	2,07
31NB4A2	0,82	2,07
31NB4A2F2	0,69	2,24
32D4B2	0,52	2,54
38D2A2	2,36	1,00
38D2A2F2	1,18	1,27
38D2A2F3	0,79	1,49
38NB2A2	0,59	1,89
38NB4A2	0,52	2,54

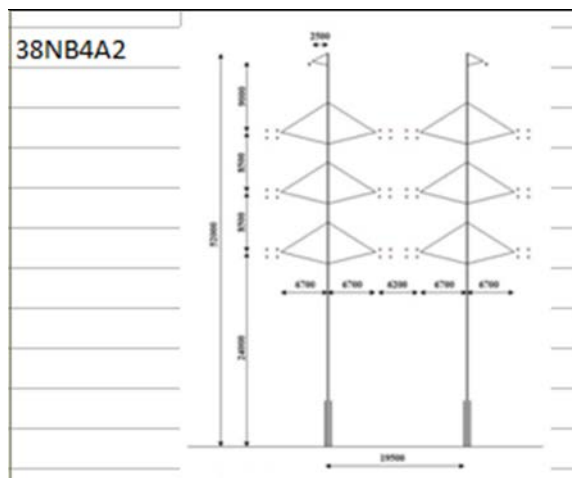
38ND2B3

0,29

0,46



Figuur 8.1 Masttype 38D2A2, mastfactor dag = 2,36 (slechte zichtbaarheid vanwege ongebundelde draden en grote hoogte), mastfactor nacht = 1,00 (relatief laag vanwege geringe draaddichtheid)



Figuur 8.2 Masttype 38NB4A2, mastfactor dag = 0,52 (goed zichtbaar), mastfactor nacht = 2,54 (hoge draaddichtheid)

