

Plan-MER

Partiële herziening Programma Noordzee – Deel B

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

723208 | Definitief

7-4-2025



Pondera

Amsterdamseweg 13
6814 CM Arnhem
088 – pondera (088-7663372)
info@ponderaconsult.com

Postbus 919
6800 AX Arnhem

Witteveen+Bos

Leeuwenbrug 8
7411 TJ Deventer
0570 69 79 11
info@witteveenbos.com

Postbus 233
7400 AE Deventer

Colofon

Soort document
Plan-MER

Projectnaam
Partiële herziening Programma Noordzee – Deel B

Versienummer
Definitief

Datum
7-4-2025

Project nummer
723208

Opdrachtgever
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Disclaimer

In het onderzoek is gebruik gemaakt van algemeen geaccepteerde uitgangspunten, modellen en informatie die ten tijde van het opstellen van dit rapport ter beschikking stonden. Aanpassingen in de uitgangspunten, modellen of gebruikte gegevens kunnen leiden tot andere uitkomsten. De aard en de nauwkeurigheid van de gebruikte gegevens voor het onderzoek bepalen in belangrijke mate de nauwkeurigheid en de onzekerheden van de berekende uitkomsten. Pondera is niet aansprakelijk voor gederfde inkomsten of schade die wordt geleden door opdrachtgever(s) en/of derden uit conclusies die gebaseerd zijn op gegevens die niet van Pondera afkomstig zijn. Deze rapportage is opgesteld met de intentie dat deze alleen gebruikt wordt door de opdrachtgever en slechts voor het doel waarvoor de rapportage is opgesteld. Er mag geen beroep worden gedaan op de informatie uit deze rapportage voor andere doeleinden zonder schriftelijke toestemming van Pondera. Pondera is niet verantwoordelijk voor de consequenties die kunnen voortvloeien uit het oneigenlijk gebruik van de rapportage. De verantwoordelijkheid voor het gebruik van (de analyse, resultaten en bevindingen in) de rapportage blijft bij de opdrachtgever. De Rechtsverhouding opdrachtgevers – architect, ingenieur en adviseur conform DNR 2011 is te allen tijde van toepassing. Pondera werkt met een kwaliteitsmanagementsysteem dat door EIK gecertificeerd is volgens de ISO 9001:2015 norm.



Leeswijzer Deel B

Deel B van dit plan-MER bevat de kern van het milieueffectrapport voor het onderdeel windenergie in combinatie met de locatiebepaling van omliggende scheepvaartroutes. In hoofdstuk 5 t/m 7 wordt nader beschreven welke gebieden zijn beschouwd, hoe de alternatieven tot stand zijn gekomen, hoe de effectbeoordeling is gedaan en wordt de referentiesituatie beschreven. Vanaf hoofdstuk 8 t/m hoofdstuk 15 wordt voor de individuele aspecten een effectbeschrijving en beoordeling gemaakt, waarbij telkens een aspect per hoofdstuk wordt beschouwd. In hoofdstuk 16 wordt ingegaan op een aantal belangrijke onzekerheden die een rol spelen bij de effectbeoordeling van windenergie op zee. Hoofdstuk 17 gaat in op de grensoverschrijdende effecten met andere windenergiegebieden buiten Nederlandse territoriale wateren en met andere activiteiten op de Noordzee, waarna hoofdstuk 18 ingaat op cumulatieve effecten tussen de onderzochte windenergiegebieden. In hoofdstuk 19 worden de conclusies gepresenteerd voor windenergie. Ten slotte worden in hoofdstuk 20 diverse relevante monitoringsprogramma's besproken waarna in hoofdstuk 21 de bronvermelding is opgenomen.

5 Onderzochte gebieden

5.1 Welke gebieden worden onderzocht

In de partiële herziening (PH) worden zowel zoekgebieden onderzocht als (delen van) reeds aangewezen windenergiegebieden die onbenut blijven bij uitvoering van de Routekaart 21 GW. In het Programma Noordzee (PNZ) 2022-2027 is namelijk afgesproken dat de (delen van de) daarin aangewezen windenergiegebieden die onbenut blijven na de realisatie van in totaal 21 GW tot circa 2030 worden heroverwogen in de PH. De volgende gebieden worden beschouwd voor de opgave van tenminste 23-26 GW (~2.200 km²) in de PH:

- Zoekgebied 6/7;
- Zoekgebied Doordewind (west);
- Doordewind: reeds aangewezen maar onbenut deel van dit gebied;
- Lagelander: reeds aangewezen maar geheel onbenut.

Zoekgebied 6/7 heeft een grote omvang (4.636 km²). Om de opgave te halen is het niet nodig het gehele gebied te vullen met windturbines. In het gebied is sprake van diverse andere ruimtelijke behoeften op verschillende plekken. Dat, in combinatie met de omvang, maakt dat de gebiedsindeling medebepalend kan zijn voor de effecten. Om tot keuzes te komen heeft een ruimtelijke analyse plaatsgevonden om te komen tot een aantal verschillende opties die invulling kunnen geven aan de opgave. In een iteratief proces zijn effecten van deze verschillende opties ingeschat en beoordeeld. Met de begrenzing van de windenergiegebieden op het Nederlandse en Duitse deel van de Noordzee wordt ook de locatie van scheepvaartroutes duidelijk. De gevolgen daarvan worden, als effect van toekomstige windparken, eveneens ingeschat en beoordeeld. Deze methodiek wordt in paragraaf 6.4 toegelicht.

5.2 Doordewind en Doordewind (west)

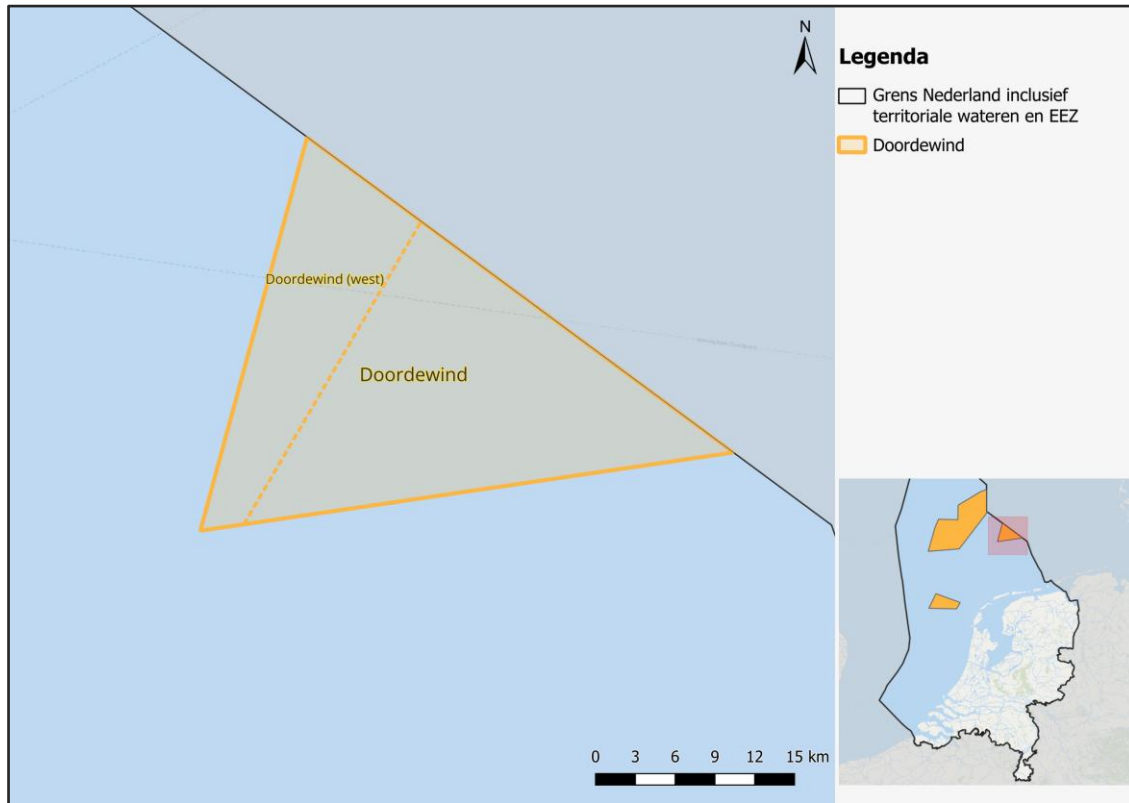
Doordewind is in het PNZ 2022-2027 al aangewezen als windenergiegebied. Voor Doordewind is reeds 2 GW voorzien in het kader van de Routekaart 21 GW. In de PH van het PNZ 2022-2027 is zoekgebied Doordewind (west) in beeld, waarmee Doordewind in westelijke richting kan worden uitgebreid. Voor het totale gebied wordt onderzocht wat de gevolgen zijn van aanvullende windparken. Hierbij zijn de mogelijk effecten onderzocht van 2 GW of 4 GW extra. In het vervolg van het plan-MER wordt naar deze gebieden gezamenlijk verwezen als Doordewind (zie Figuur 5.1). Daarbij wordt, indien relevant, ook gekeken wat de gevolgen zijn van het uitbreiden van Doordewind met Doordewind (west).

Doordewind ligt op ongeveer 93 kilometer uit de kust, ten noorden van Ameland. Het gebied is 572 km² groot (in totaal inclusief Doordewind west) en heeft een slibrijke bodem. Het wordt aan noordoostelijke zijde begrensd door de Duitse Exclusieve Economische Zone (EEZ), aan de zuidkant door een scheepvaartroute en aan de westkant door de *clearway* naar het Kattegat (SN10). Zuidwestelijk van Doordewind ligt het Natura 2000-gebied Friese Front, op ongeveer 2,4 kilometer. In het gebied zijn mijnbouwinstallaties aanwezig.

Op de NRD-kaart (zie hoofdstuk 4 plan-MER deel A) is in het zuidelijk deel van Doordewind een strook aangemerkt als “ruimte voor extra bufferzone voor scheepvaart”. Deze strook blijkt nodig om vloeiend aan te sluiten bij windparken in Duitsland. Bovendien is deze extra ruimte van belang omdat er naar aanleiding van het incident met de MS Zoë meer schepen worden geleid naar de route ten zuiden van Doordewind,

die verder van de kust is gelegen. In het plan-MER is er daarom van uitgegaan dat deze zuidelijke strook van Doordewind niet wordt benut voor windparken.

Figuur 5.1 Doordewind, inclusief Doordewind (west)



5.3 Lageland

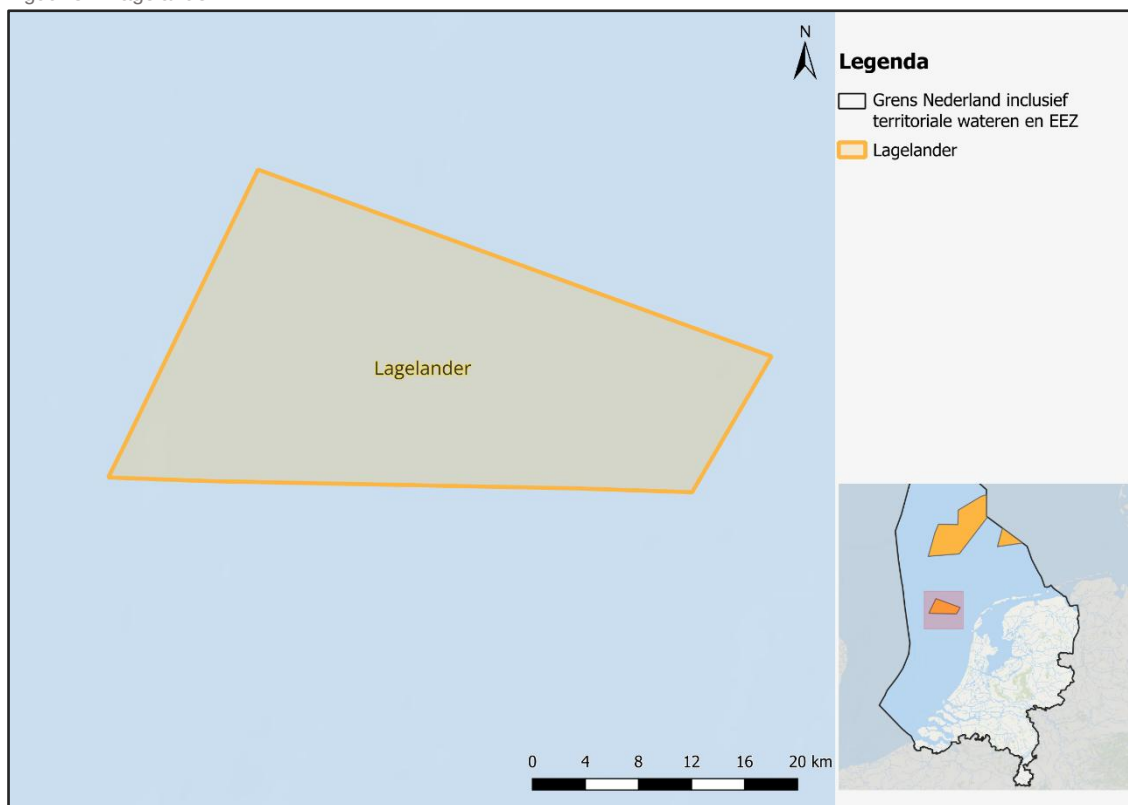
Lageland is in het PNZ 2022-2027 al aangewezen als windenergiegebied. Het gebied is echter niet opgenomen in de Routekaart 21 GW. In de PH wordt Lageland heroverwogen voor 2 GW voor de periode na 2031.

Lageland bestaat uit twee delen. Het grootste deel is Lageland (noord). Een kleiner deel grenst aan IJmuiden Ver (noord): dat is Lageland (zuid). Platforms op zee van TenneT hebben een capaciteit van 2 GW. Als op deze platforms minder dan 2GW wordt aangesloten wordt dit gezien als economisch ongunstig. Omdat er geen 2 GW in Lageland (zuid) past, zou dit alleen geschikt zijn voor een waterstofkavel, op een locatie waar geen andere waterstofkavels gepland zijn. Daarom is ervan afgezien om Lageland (zuid) in het plan-MER voor de PH te onderzoeken. Waar in dit plan-MER naar Lageland wordt verwezen, betreft het dus Lageland zonder Lageland (zuid).

Lageland ligt op ongeveer 40 kilometer uit de kust, ten noordwesten van Texel. Het heeft een oppervlakte van 757 km² en heeft een zandige bodem. Aan de oost- en westkant wordt Lageland begrensd door scheepvaartroutes en aan de zuidkant door het militaire oefengebiet EHD-41. In het gebied zijn mijnbouwinstallaties aanwezig. Het Natura 2000-gebied Friese Front ligt ongeveer 7,7 kilometer ten noorden van Lageland. Een 2 GW kavel zou circa 200 km² in beslag nemen. Vanwege het

grote aantal mijnbouwactiviteiten is een dergelijke ruimte niet te identificeren. Bij de het inschatten van de effecten is uitgegaan van dit ruimtebeslag van 200 km² zonder hier een specifiek deel van LL voor te beschouwen. Waar relevant is aangegeven of verschillen zijn te verwachten binnen het gebied. In geval van effecten op scheepvaart is uitgegaan van een theoretische *worst case* situatie dat windturbines worden geplaatst op alle randen van het gebied.

Figuur 5.2 Lagelander



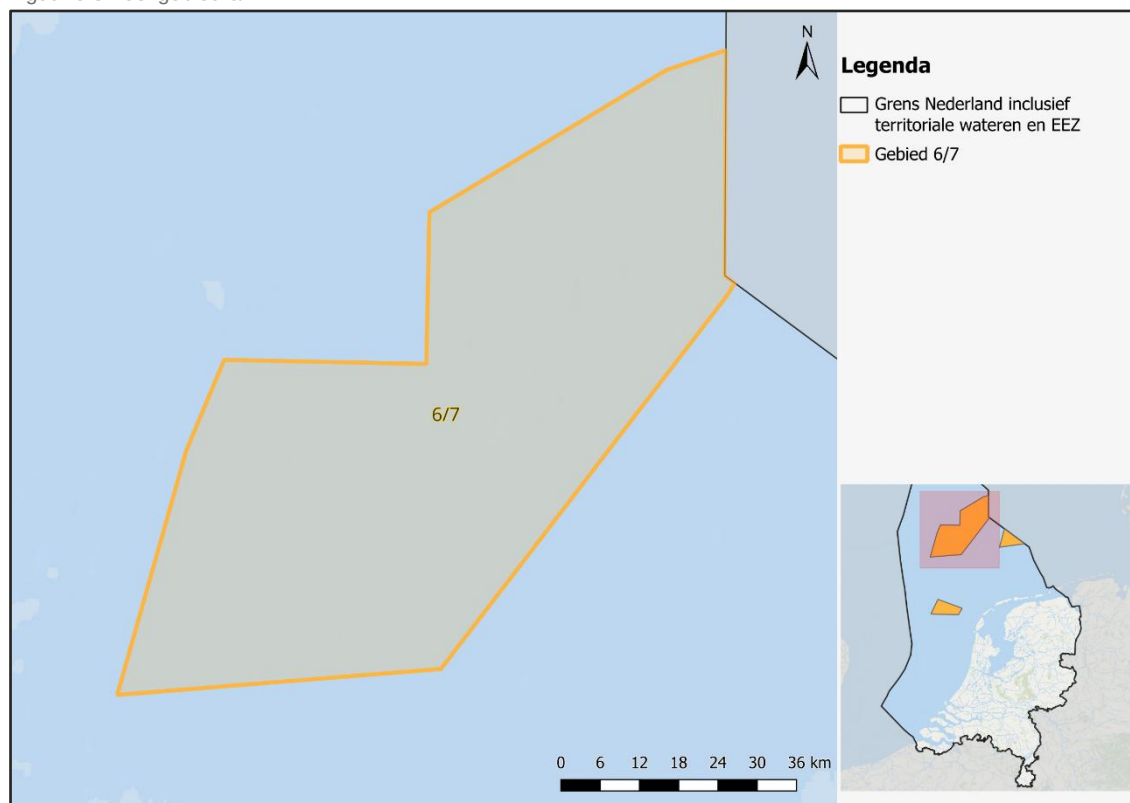
5.4 Zoekgebied 6/7

Zoekgebied 6/7 is dusdanig groot dat de gebiedsindeling (waar komen de windparken en welke deelgebieden binnen 6/7 blijven onbenut voor windenergie) medebepalend kan zijn voor de effecten. Daarom is in een iteratief proces toegewerkt naar verschillende gebiedsindelingen voor zoekgebied 6/7 zodat reële alternatieven ontstaan. Deze worden in het vervolg van het plan-MER 'getrechterde varianten' genoemd. In de volgende paragraaf wordt dit iteratieve proces verder toegelicht.

Zoekgebied 6/7 ligt het verst noordelijk van alle zoekgebieden. De waterdiepte in het gebied is ongeveer 40 tot 50 meter. Zoekgebied 6/7 wordt omsloten door een scheepvaartroute in het zuiden, de *clearway* naar het Kattegat in het oosten, de *clearway* naar de Northern Sea Route in het westen en de *clearway* Esbjerg-Hull in het noorden. Op ongeveer 20 kilometer ten zuidoosten van het gebied bevindt zich het Natura 2000-gebied Friese Front en op ongeveer 17 kilometer ten westen van het gebied ligt het Natura 2000-gebied Klaverbank. Verder omsluit zoekgebied 6/7 in het noordwesten een deel van Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM)-gebied (en mogelijk toekomstige Vogelrichtlijngebied) de Centrale Oestergronden. Bij de inschatting van de beschikbare ruimte voor windenergie in zoekgebied 6/7 is steeds

rekening gehouden met een afstand van 3 kilometer tussen windparken en de Centrale Oestergronden. Het zoekgebied heeft een oppervlakte van 4.636 km² en is daarmee groter dan de ruimte die nodig is voor de volledige opgave van de PH (circa 2.200 km², uitgaande van 10,5 MW/km²).

Figuur 5.3 Zoekgebied 6/7



5.5 Convergerende stappen zoekgebied 6/7

In dit plan-MER is het de bedoeling om voor zoekgebied 6/7 te komen tot een inschatting en beoordeling van de verwachte bandbreedte van effecten. In de PH wordt nog niet over een specifieke gebiedsindeling besloten, dat gebeurt later in de gebiedsuitwerking. Om deze besluiten later wel te kunnen nemen, is het nodig de volledige bandbreedte van mogelijk optredende effecten in dit plan-MER inzichtelijk te maken. Om dat te kunnen doen zijn voor zoekgebied 6/7 drie convergerende stappen doorlopen. Deze worden hieronder samengevat. In paragraaf 5.5.1 tot en met paragraaf 5.5.3 worden de convergerende stappen uitgebreid toegelicht.

Stap 1: uitersten voor toekomstige gebiedsindelingen

In een eerste stap zijn de ruimtelijke behoeften van gebruik voor natuur en andere sectoren dan windenergie (visserij en mijnbouw) in beeld gebracht door middel van bureauonderzoek, vertrekpunten uit het PNZ en/of gesprekken met sectoren. Dit is gedaan om te kijken hoe de opgave voor windenergie gehaald kan worden en tegelijkertijd ruimtebehoefte van ander gebruik zo veel mogelijk kan worden ontzien. De uitersten geven voor respectievelijk natuur, visserij en mijnbouw weer welke ruimte in zoekgebied 6/7 belangrijk is om vrij te houden, vanuit dat specifieke perspectief. Voor scheepvaart is geen uiterste opgesteld, wel is de ruimtebehoefte voor scheepvaart betrokken in de ruimtelijke analyse.

De uitersten zijn nadrukkelijk geen alternatieven waartussen gekozen wordt maar uitersten met potenties voor windenergie bij honorering van sectorale ruimtebehoeften in het zoekgebied 6/7. De totstandkoming van de uitersten is beschreven in paragraaf 5.5.1. Per (deel)aspect is bekeken bij welk uiterste het minste effect en het meeste effect wordt verwacht. Dit biedt informatie over de bandbreedte van effecten en geeft per aspect aan wat de maatlat is van effectbeoordelingen. Deze bandbreedte van effecten is beschreven in de verschillende hoofdstukken in deel B van dit plan-MER.

Stap 2: van uitersten per sector naar uiterste combinatievarianten

Wanneer rekening wordt gehouden met de ruimtelijke behoeften van alle sectoren (ander gebruik dan windenergie en natuur) blijft in zoekgebied 6/7 niet voldoende ruimte voor windenergie over om de opgave te halen. Er zijn dus keuzes nodig. Daartoe is in stap 2 en 3 een ruimtelijke analyse uitgevoerd, waarbij is gestart met het in kaart brengen van twee *uiterste combinatievarianten*. Het gaat om één uiterste combinatievariant met het minste windenergie (10,6 GW), waarbij alle aangegeven ruimtebehoeften door andere sectoren dan windenergie gehonoreerd worden, en één uiterste combinatievariant met het meeste windenergie (26,7 GW). Beide uiterste combinatievarianten voorzien in een open zone, die een maximale omvang heeft in het geval van het minste windenergie, en een minimale omvang in het geval van het meeste windenergie. Dit is van belang voor natuur, visserij en de helikopterbereikbaarheid van mogelijke toekomstige mijnbouwplatforms.

Stap 3: ruimtelijke analyse leidend tot getrechterde varianten

Tussen de twee uiterste combinatievarianten zijn veel variaties denkbaar. Om voor het plan-MER en de besluitvorming overzicht te krijgen is toegewerkt naar een beperkt aantal te beoordelen *getrechterde varianten*. Daartoe is eerst bekeken wat de gevolgen van een open zone zijn voor scheepvaart. Hieruit bleek onder meer de noodzaak van voldoende ruimte voor een veilige *clearway*, die als voorwaarde is meegenomen bij de verdere variantontwikkeling. Vervolgens is bekeken welke ruimte het belangrijkste is om vrij te houden voor mijnbouw, op basis van informatie over de kansrijkheid van *prospects* en benodigde ruimte voor helikopterbereikbaarheid. De analyses ten aanzien van scheepvaart en mijnbouw hebben geleid tot een tweetal *uiterste getrechterde varianten*, met ruimte voor 18,5-21,5 GW.

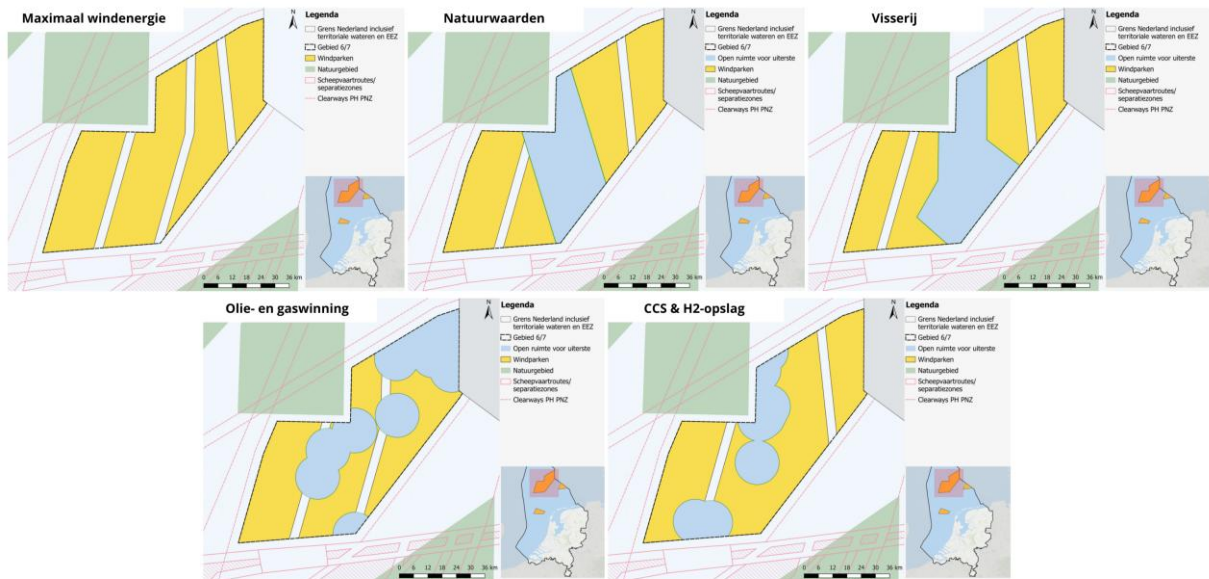
Tussen de twee uiterste getrechterde varianten zijn een zestal andere getrechterde varianten vorm gegeven, leidend tot **acht getrechterde varianten** in totaal. De getrechterde varianten verschillen in omvang en ligging van een open zone door zoekgebied 6/7, en daarmee ook in de beschikbare ruimte voor windenergie. Om het voor de besluitvorming en het Plan-MER overzichtelijk te houden zijn de acht varianten in drie groepen ingedeeld: "basis open zone" met ruimte voor circa 19 GW, "bredere open zone" met ruimte voor circa 20 GW en "meest brede open zone" met ruimte voor circa 21 GW. Voor de inschatting en beoordeling van de ecologische effecten zijn deze drie groepen beschouwd. In relatie tot ander gebruik (dan windenergie) en de energieopbrengsten en vermeden emissies zijn de effecten ingeschat van de twee uiterste getrechterde varianten, die onderdeel uit maken van varianten met respectievelijk de basis open zone en de meest brede zone.

5.5.1 Totstandkoming uitersten

Overzicht uitersten

In een eerste stap zijn de ruimtelijke behoeften van gebruik door andere sectoren dan windenergie (zoals natuur, visserij en mijnbouw) in beeld gebracht. Een overzicht van de uitersten is opgenomen in Figuur 5.4 en de uitersten worden onder de figuur nader toegelicht.

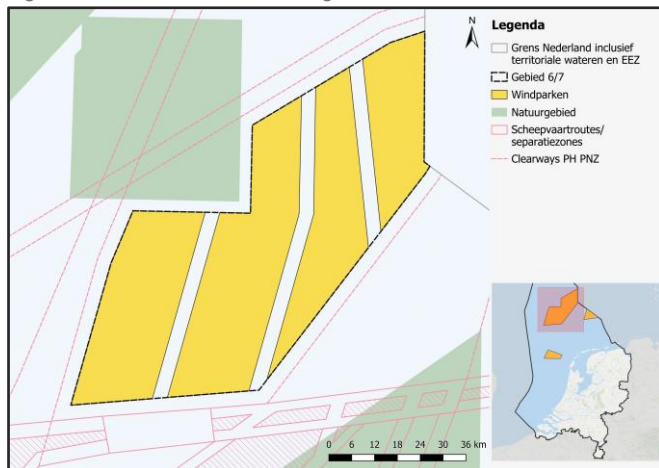
Figuur 5.4 Overzichtskaart met uitersten



Uiterste voor windenergie

In het uiterste voor windenergie (maximaal windenergie) is het gehele zoekgebied 6/7 ingevuld met windturbines, met uitzondering van enkele corridors voor energie-infrastructuur met een breedte van 3700 meter. In dit uiterste is ruimte voor 37,4 GW aan windturbines. Deze ondergrond is voor alle uitersten gebruikt, waarbij steeds andere delen van het gebied al dan niet zijn benut voor windparken.

Figuur 5.5 Uiterste voor windenergie

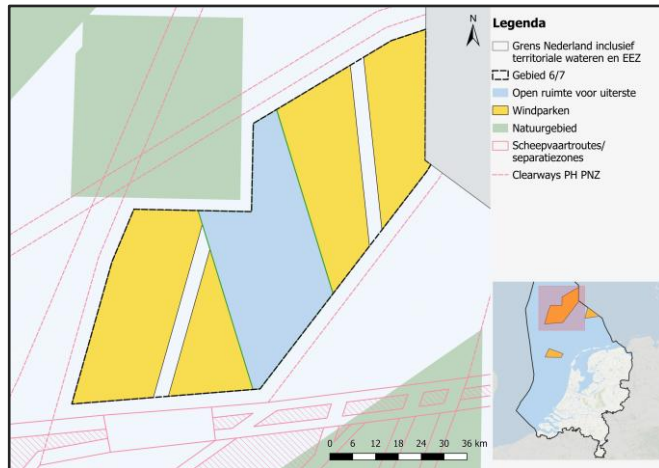


Uiterste voor natuur

In het uiterste voor natuur wordt een ruimte vrijgehouden gericht op het voorkomen van barrièrewerking en habitatverlies voor zeevogels. Zoekgebied 6/7 ligt midden in het overwinteringsgebied van de zeekoet. Een open zone in zoekgebied 6/7 in een noordwestelijke-zuidoostelijke ligging, parallel aan de trekbeweging van de zeekoet in de Noordzee, beperkt het effect van barrièrewerking. Daarnaast is uit onderzoek van Waardenburg Ecology ook gebleken dat het centrale deel van zoekgebied 6/7 de grootste dichtheid aan vogels kent en als gevolg van het type bodem een belangrijk voedselgebied is (zie Bijlage

4). Rekening houdend met een open zone met een breedte van 27 km (Bijlage 4). In het uiterste natuur past er 26,9 GW aan windparken binnen zoekgebied 6/7. Momenteel vindt nog onderzoek plaats naar of er gebieden zijn voor vogels die in ruimte en tijd bestendig zijn en die beschermd moeten worden.

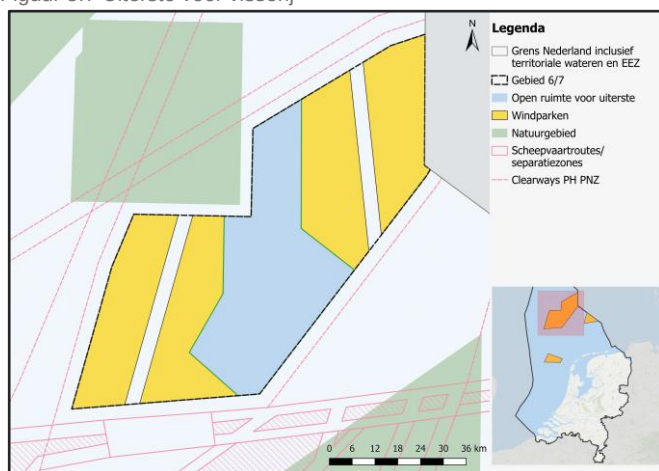
Figuur 5.6 Uiterste voor natuur



Uiterste voor visserij

In het uiterste voor visserij is in overleg met de sector en op basis van visserij-intensiteitskaarten van verschillende typen demersale (bodemgebonden) visserij de vrij te houden ruimte bepaald. Hierbij is de keuze gemaakt om bordenvisserij op Noorse Kreeft (langoustine) leidend te laten zijn, omdat dit type visserij sterk locatiegebonden is en langoustinevissers specifiek afhankelijk zijn van zoekgebied 6/7 (zie Bijlage 12). In dit uiterste is ruimte voor 25,6 GW windenergie.

Figuur 5.7 Uiterste voor visserij



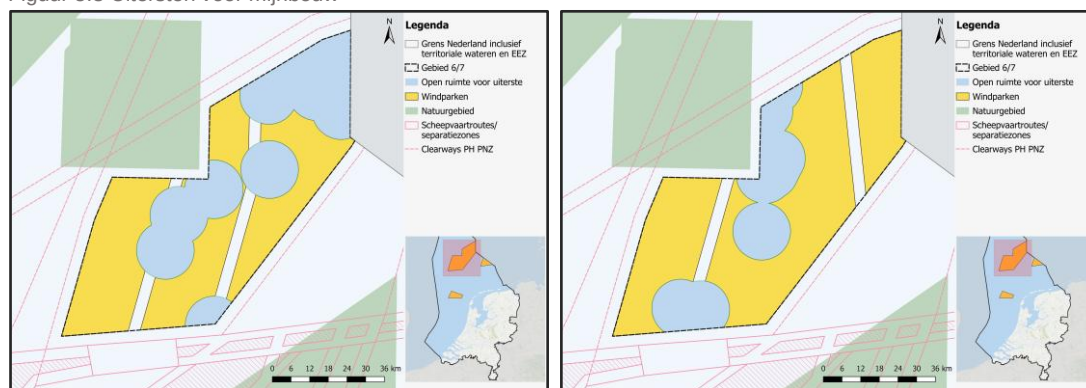
Uitersten voor mijnbouw

Er zijn twee uitersten onderscheiden respectievelijk voor olie- en gaswinning en voor Carbon Capture and Storage (hierna: CCS) en H₂-opslag. In overleg met de mijnbouwsector en met EBN (Energiebeheer Nederland) zijn hiervoor in zoekgebied 6/7 kansrijke locaties (zogenaamde *prospects*) geïdentificeerd. Het is nog niet zeker dat deze locaties in de toekomst tot ontwikkeling komen en zijn nog niet vergund. De reden om deze locaties in het uiterste op te nemen, is om de mogelijkheid te hebben hier in de toekomst

ruimte voor te bieden. Over het al dan niet tot ontwikkeling komen van deze activiteiten wordt niet besloten in de PH.

Als op de betreffende locaties in de toekomst platforms komen die per helikopter bereikbaar moeten zijn, is rondom de betreffende platforms ruimte nodig voor het aanvliegen. In het PNZ is voor deze ruimte een obstakelvrije zone met een straal van 5 nautische mijl (NM) als vertrekpunt genoemd. In de uitersten is daarom een obstakelvrije zone met deze omvang gehanteerd. In het uiterste voor olie- en gaswinning (kaartbeeld links) past 22,6 GW aan windparken. In het uiterste voor CCS en H₂-opslag past 30,6 GW aan windparken.

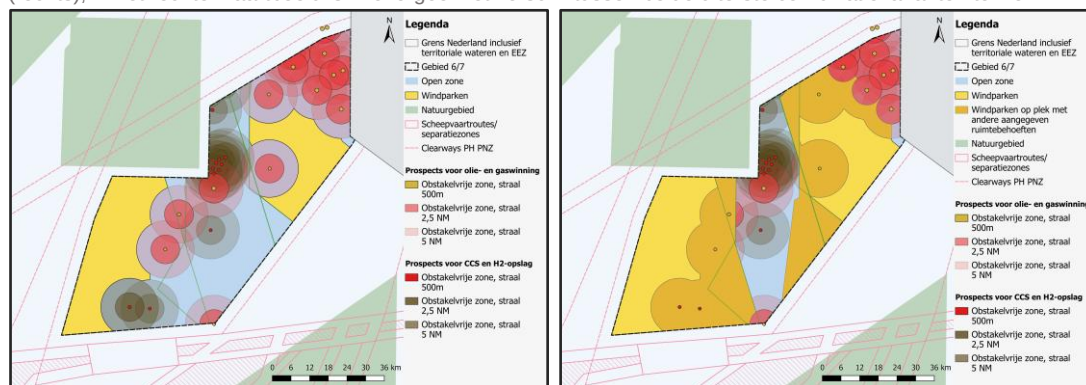
Figuur 5.8 Uitersten voor mijnbouw



5.5.2. Ontwikkelen uiterste combinatievarianten

De hierboven beschreven uitersten zijn op verschillende manieren op “over elkaar heen gelegd”, waarbij de verschillende ruimtelijke behoeften van sectoren in mindere en meerdere mate gehonoreerd zijn. Hiermee ontstaan twee “uiterste-combinatievarianten”. De combinatievariant waarin alle ruimtebehoeften van andere sectoren is vrijgehouden van windparken is *de uiterste combinatievariant met het minste windenergie*. Hierin past 10,8 GW. Zie linker kaartbeeld in Figuur 5.9, het gele gebied is ‘beschikbaar’ voor windparken. Vervolgens is de ruimte voor windenergie vergroot waardoor een “uiterste combinatievariant met de meeste windenergie” ontstaat. Hierin past 26,7 GW. Zie rechter kaartbeeld in Figuur 5.9. Het gele en okergele gebied is beschikbaar voor windenergie. Het okergele gebied laat zien wat het verschil in beschikbare ruimte is tussen beide uiterste combinatievarianten.

Figuur 5.9 Uiterste combinatievarianten minste windenergie (links) en uiterste combinatievariant meeste windenergie (rechts); in het rechter kaartbeeld is in okergeel het verschil tussen beide uiterste combinatievarianten te zien.



De verschillen tussen de twee uiterste combinatievarianten betreffen:

- a) **Omvang open zone:** de open zone in het midden, die wordt gevormd door het uiterste voor natuur en het uiterste voor visserij samen te nemen, heeft in de uiterste combinatievariant met het minste windenergie een maximale omvang: hier zijn alle ruimtebehoeften in het midden van zoekgebied 6/7 anders dan voor windenergie vrijgehouden van windparken. In de uiterste combinatievariant met het meeste windenergie is deze open ruimte verkleind tot een minimale open zone door het zoekgebied waarin de ruimtebehoeften van natuur, visserij en de obstakelvrije zones in het midden van het gebied mijnbouw alle drie met elkaar overlappen;
- b) **Obstakelvrije ruimte rondom mogelijke toekomstige mijnbouwplatforms (*prospects*):** in de uiterste combinatievariant met het minste windenergie is rondom alle mogelijke toekomstige mijnbouwplatforms een obstakelvrije zone met een straal van 5 NM vrijgehouden. Conform het beleid in het vigerende PNZ is hier in de verdere uitwerking van af te wijken. Maatwerkonderzoek kan uitwijzen dat voldoende helikopterbereikbaarheid mogelijk is met minder ruimte, ook is niet uit te sluiten dat er meer ruimte nodig is. In de uiterste combinatievariant met het meeste windenergie is aanvullend op bovengenoemde minimale open zone de noordoosthoek van het gebied vrijgehouden. De reden hiervoor is dat in het noordoosten sprake is meerdere *prospects*, waarvan sommige al in een verder stadium richting ontwikkeling dan de meeste andere. De obstakelvrije zones rondom deze locaties overlappen in hoge mate. De ruimte die daarvoor in alle combinatievarianten is vrijgehouden, voor helikopterbereikbaarheid, maakt het mogelijk rondom deze mogelijke toekomstige platforms een obstakelvrije zone met een straal van 2,5 NM aan te houden. Deze straal is gebaseerd op onderzoek naar kansrijke maatwerkoplossingen (zoals te zien in Bijlage 11) en wordt nader toegelicht in paragraaf 5.5.3 onder punt d.

5.5.3. Convergeren naar getrechterde varianten

Bepalen van uiterste getrechterde varianten

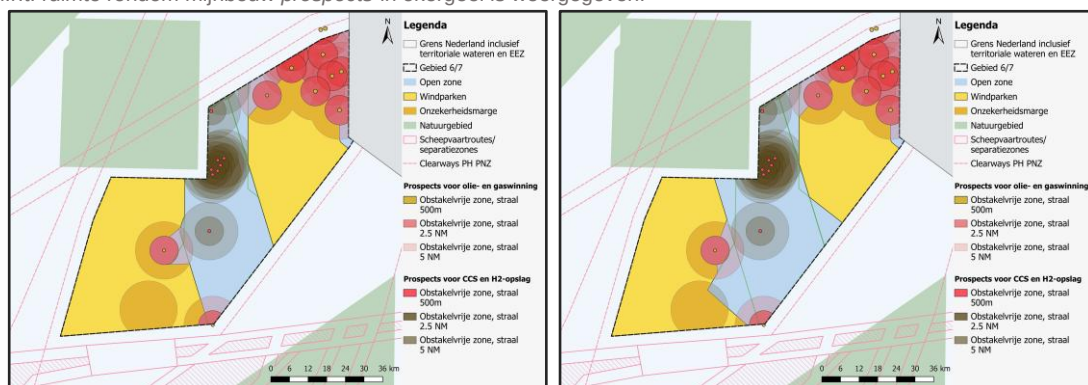
Tussen bovenstaande twee uiterste combinatievarianten zijn talloze variaties denkbaar. Om voor het plan-MER en de besluitvorming toe te werken naar een overzichtelijk aantal varianten heeft de volgende ruimtelijke analyse plaats gevonden, die leidt tot een achttal getrechterde varianten. Daarbij is eerst getrechterd naar een bandbreedte hiervoor, via de volgende stappen:

- a. **Open zone met minimaal ruimte voor veilige *clearway*:** het toepassen van een open zone (zonder windparken) in het midden van zoekgebied 6/7 is belangrijk voor meerdere sectoren, met name voor visserij en natuur, maar ook voor de helikopterbereikbaarheid van omliggende *prospects* voor olie- en gaswinning en mogelijk voor enkele *prospects* voor CO₂- en waterstofopslag. Nader onderzoek naar de effecten van een open zone op scheepvaart (zie paragraaf 9.2.2) heeft uitgewezen dat een open zone door zoekgebied 6/7 ook gunstig is voor scheepvaartbereikbaarheid. Ook wees dit onderzoek uit dat een open zone geen aanvullende scheepvaarttrisico's geeft, mits er voldoende ruimte is voor een veilige *clearway* voor scheepvaart. Een *clearway* is in te stellen onder de Omgevingsregeling en wordt in principe vrijgehouden van obstakels ten behoeve van scheepvaart. De benodigde ruimte voor een veilige *clearway* is groter dan de minimale open zone uit de uiterste combinatievariant met de meeste windenergie. Daarmee wordt voor de getrechterde varianten een nieuwe minimale ruimte voor de open zone gedefinieerd. Zie hoofdstuk 9 voor de bespreking van het betreffende scheepvaartonderzoek;

- b. **Kansrijke en minder kansrijke olie- en gasprospecten:** een aantal *prospects* voor olie- en gaswinning en één prospect voor CCS bleek in de loop van het proces niet kansrijk te zijn. Daarom is in de getrechterde varianten geen rekening gehouden met ruimte voor de helikopterbereikbaarheid van eventuele mijnbouwplatforms op de minder kansrijke locaties;
- c. **CCS-prospect in het zuidwesten van zoekgebied 6/7:** voor de CCS-*prospect* in het zuidwesten van zoekgebied 6/7 is de aanname gedaan dat hier geen ruimte voor gereserveerd hoeft te worden. Hier komt nog nadere informatie over beschikbaar. Daarom wordt rekening gehouden met de onzekerheid dat alsnog een 5 NM obstakelvrije zone zonder windparken nodig is. Deze zone en een aanvullende ruimte kan ook nodig zijn voor monitoring voor geïnjecteerde CO₂. Echter daar is niet vanuit gegaan bij de berekening van het aantal GW in de getrechterde varianten;
- d. **Aanname over ruimte voor obstakelvrije zone helikopterbereikbaarheid:** voor de overgebleven *prospects* buiten de basis open zone wordt uitgegaan van obstakelvrije zones van 2,5 NM en een open aanvliegroute, door de open zone van 6/7 of direct vanuit het zuiden of noorden. Met het vrijhouden van deze ruimte wordt naar verwachting een Point in Space (PinS)-procedure voor aanvliegen mogelijk in combinatie met een One Engine Inoperative (OEI)-procedure of andere maatwerkoplossingen. Voor uitleg hierover zie rapportages van To70 en Moving Dot, in bijlage 10 en 11. Of deze ruimte in de praktijk, als de betreffende platforms inderdaad ontwikkeld worden, voldoende helikopterbereikbaarheid biedt is afhankelijk van lopend en toekomstig onderzoek. Daarom wordt middels een onzekerheidsmarge rekening gehouden met de uitkomst dat toch meer ruimte nodig blijkt.

Voorgaande stappen geven een de bandbreedte voor de toekomstige gebiedsindeling met i) een open zone waarbinnen tenminste een veilige *clearway* past en ii) tenminste ruimte voor maatwerkoplossingen voor de helikopterbereikbaarheid van kansrijke prospects. Deze bandbreedte wordt gedefinieerd door de twee *uiterste getrechterde varianten* die zijn weergegeven in onderstaande figuur. De uiterste getrechterde variant met het minste windenergie geeft afgerond ruimte voor 18,5 GW. De uiterste getrechterde variant met het meeste windenergie geeft afgerond ruimte voor 21,5 GW. In onderstaande figuur is de ruimte voor windparken geel gekleurd en de onzekerheden zijn okergeel. Deze uiterste getrechterde varianten vormen samen met de uitersten de basis voor de effectbeoordeling in dit MER. De wijze van afronding wordt besproken in het kopje hieronder.

Figuur 5.10 Uiterste getrechterde varianten (links = uiterste getrechterde variant met meeste windenergie, rechts = uiterste getrechterde variant met minste windenergie). Geel en okergeel zijn windparken, waarbij de onzekerheidsmarge i.r.t. ruimte rondom mijnbouw *prospects* in okergeel is weergegeven.



Afronding

Bij het bepalen van het aantal GW waar de getrechterde varianten voor zoekgebied 6/7 ruimte voor bieden, is rekening gehouden met de aanname dat de minimale kavelgrootte 0,5 GW is. In andere gebieden wordt daarvoor uitgegaan van een minimale kavelgrootte van 2 GW. Dit hangt samen met het gegeven dat TenneT-platforms een capaciteit hebben van 2 GW. Omdat in zoekgebied 6/7 mogelijk waterstofproductie zal plaats vinden, en daarvoor andere minimale capaciteiten zullen gelden, kunnen de kavels hier mogelijk kleiner zijn. Voor waterstofelektrolyzers is een capaciteit van 0,5 GW aangenomen. Voor de getrechterde varianten voor zoekgebied 6/7 is het aantal GW zowel in het westelijk als in het oostelijk deel naar beneden afgerond naar eenheden van 0,5 GW. Door de hoeveelheid windenergie in het westelijk en het oostelijk deel vervolgens op te leggen, ontstaat een inschatting van het totaal aantal GW per getrechterde variant.

Acht getrechterde varianten in drie groepen

Binnen de *uiterste getrechterde varianten* is te variëren in de omvang en oriëntatie van de open zone. Daarom zijn binnen deze bandbreedte een achttal getrechterde varianten ontwikkeld, waarbij de hoeken in het zuidwesten, noordwesten en zuidoosten van de open zone al dan niet worden vrijgehouden van windturbines. Deze *getrechterde varianten* zijn gegroepeerd om het aantal effectbeoordelingen overzichtelijk te houden. Dit leidt tot de drie groepen getrechterde varianten voor zoekgebied 6/7. In Figuur 5.11, Figuur 5.12 en Figuur 5.13 zijn deze op kaart weergegeven.

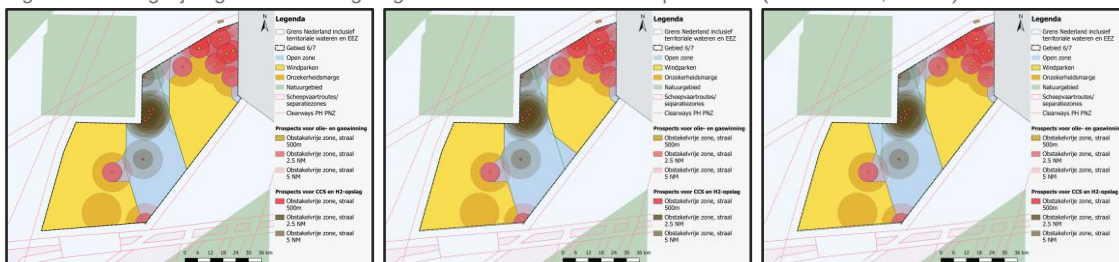
Tabel 5.1 Overzicht groepen van “getrechterde varianten”.

Groep van getrechterde varianten	Aantal GW*	Omvang open zone (km ²)
Meest brede open zone (circa 19 GW)	18,5 – 19,5	1.520 – 1.619
Bredere open zone (circa 20 GW)	20	1.420 – 1.519
Basis open zone (circa 21 GW)	20,5 – 21,5	1.319 – 1.419

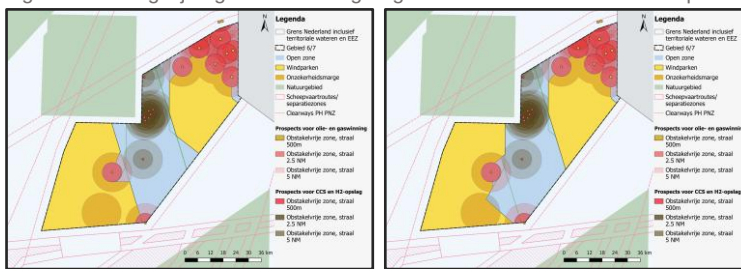
*in verband met onzekerheden over de benodigde ruimte voor mijnbouw is sprake is van een onzekerheidsmarge van - 7,7 GW tot +6 à 7 GW.

De beoordeling van milieueffecten van de groepen getrechterde varianten leidt daarmee tot voldoende milieu informatie om de bandbreedte van effecten in beeld te brengen en om in het kader van de PH een besluit te kunnen nemen over de omvang van de open zone in de PH en het eerste deel van zoekgebied 6/7 wat tot ontwikkeling zou kunnen komen. Ook is het mogelijk om op basis van deze insteek aandachtspunten en randvoorwaarden mee te kunnen geven voor de verdere uitwerking van het gebied, bijvoorbeeld ten aanzien van de ligging van de open zone. Het vastleggen van een specifieke gebiedsindeling is expliciet geen onderdeel van de PH. De exacte locaties van de winwindturbines worden stapsgewijs uitgewerkt in een gebiedsuitwerking en in de kavelbesluiten.

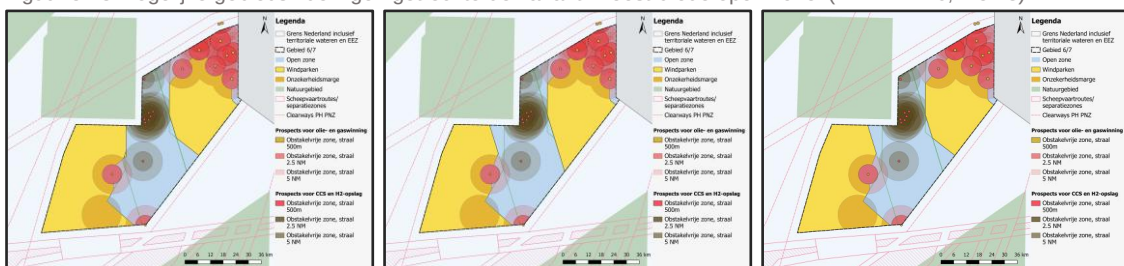
Figuur 5.11 Mogelijke gebiedsindelingen getrechterde variant 'Basis open zone' (v.l.n.r.: nr. 1, 2 en 3)



Figuur 5.12 Mogelijke gebiedsindelingen getrechterde variant 'Bredere open zone' (v.l.n.r.: nr. 4 en 5)



Figuur 5.13 Mogelijke gebiedsindelingen getrechterde variant 'Meest brede open zone' (v.l.n.r.: nr. 6, 7 en 8)



Onzekerheden bij het inschatten van het aantal GW in zoekgebied 6/7

Er zijn een aantal onzekerheden in relatie tot de inschatting van het aantal GW in de getrechterde varianten waar in het vervolgtraject rekening mee moet worden gehouden:

- Op basis van nadere informatie kan blijken dat toch meer ruimte nodig is CCS in het zuidwesten van zoekgebied 6/7. In totaal betreft dit ruimte voor 4,8 GW windenergie, die mogelijk moet worden afgetrokken van de ingeschatte ruimte. Deze ruimte kan nodig blijken hetzij voor helikopterbereikbaarheid (5 NM obstakelvrije zone, 1,8 GW aan ruimte, in oker weergegeven), hetzij voor monitoring van CCS (aanvullende ruimte, niet weergegeven want op dit moment lastig in te schatten, als indicatie 3 GW aan ruimte);
- De omvang van de obstakelvrije zone voor helikopterbereikbaarheid kan groter zijn dan 2,5 NM. Als een grotere obstakelvrije zone een straal heeft van 5 NM levert dat een verschil aan ruimte op van maximaal 2,9 GW windenergie, die in dat geval moet worden afgetrokken van de ingeschatte ruimte;
- Het is mogelijk dat een deel van de overgebleven *prospects* niet tot ontwikkeling komt. Obstakelvrije zones zijn dan ook niet nodig. Dit levert in het geval er geen enkele prospect tot ontwikkeling komt ruimte op voor 6 à 7 GW, die dan is op te tellen bij de ingeschatte aantallen GW in de getrechterde varianten. De kans dat er in de praktijk geen enkele prospect tot ontwikkeling komt lijkt klein;
- Het is mogelijk dat zich, ondanks uitgevoerde inventarisaties, nieuwe kansen voor mijnbouw aandienen. Dit kan leiden tot minder beschikbare ruimte voor windenergie. De omvang van deze onzekerheid is op basis van de uitgevoerde onderzoeken niet in te schatten.

Met bovengenoemde onzekerheden is bij het bepalen van de milieueffecten geen rekening gehouden. Wel is bij het inschatten van de gevolgen voor helikopterbereikbaarheid van mijnbouwplatforms het effect ingeschat bij obstakelvrije zones met een straal van zowel 2,5 NM als 5 NM. De meeste onzekerheden zullen hooguit leiden tot minder windturbines, en daarmee kleinere milieugevolgen. Voor het geval er toch meer GW aan windparken te plaatsen is, in verband met het niet tot ontwikkeling komen van mijnbouw *prospects*, voorziet de "worst case" situatie waarbij de effecten worden ingeschat en beoordeeld van het uiterste voor windenergie.

6 Onderzoeksaanpak

6.1 Onderzochte activiteit

In dit deel van het plan-MER wordt de (milieu-)impact van windparken onderzocht in het kader van de aanwijzing van windenergiegebieden in de PH. Dit betreft de impact van de aanleg, de ingebruikname en de verwijdering van windturbines. Een MER beschouwt alle fases van een project (aanleg, operationeel en verwijdering). Omdat de verwijdering ver in de toekomst speelt, de wijze van verwijderen nog onbekend is en op basis van de huidige kennis en ervaring bekend is dat de effecten van verwijdering niet groter zijn dan de effecten in de aanlegfase, is in het plan-MER geen aparte beoordeling opgenomen voor de verwijderingsfase.

Energie-infrastructuur voor de aanlanding van windparken op zee is onderdeel van al lopende procedures als pVAWOZ en PAWOZ-Eemshaven en wordt daarom niet meegenomen in dit plan-MER. Wel wordt kwalitatief onderzoek gedaan naar de effecten van energie-infrastructuur binnen het windparkgebied (infieldkabels, exportkabels en energieplatforms, en waterstofproductie). Infieldkabels worden beschouwd bij de beschrijving van de effecten van windparken in de onderzochte gebieden (voor relevante aspecten). Exportkabels of -leidingen en conversieplatforms worden beschouwd bij de beschrijving van de elektrische energie-infrastructuur (zie hoofdstuk 14). De mogelijke effecten van waterstofproductie, waarvan nog niet zeker is dat dit zal plaatsvinden en op welke wijze, worden beschreven in hoofdstuk 14.

6.2 Technische aannames

De kenmerken van windturbines - die onder andere samenhangen met het opgesteld vermogen – en de dichtheid waarmee windturbines worden geplaatst, hebben gevolgen voor de mate waarin effecten op milieu en/of ander gebruik plaatsvinden. In dit stadium worden daarvoor aannames gedaan (zie Tabel 6.1). De gevoeligheid van deze aannames voor de effectbeoordeling voor de verschillende onderzochte milieuaspecten wordt in hoofdstuk 16 beschreven. Zo worden de gevolgen besproken van andere waarden voor het opgesteld vermogen per windturbine, wat invloed heeft op de hoogte en de onderlinge afstand.

Tabel 6.1 Technische aannames windpark

	Waarde	Eenheid
Opgesteld vermogen per windturbine	20	MW
Dichtheid opstelling windturbines	10,5 ¹	MW/km ²
Rotordiameter	280	m
Ashoogte	163	m
Tiphoogte	303	m
Turbineafstand	1.380	m

¹ In de uiterste combinatievarianten en de getrechterde varianten voor zoekgebied 6/7 geldt deze dichtheid voor de delen van gebieden waarin windturbines zijn aangenomen, waarbij echter voor 15% van de ruimte is aangenomen dat deze nodig is voor energie-infrastructuur. Ook is aan een deel van de zuidkant van het gebied en aan de zuidoost kant een strook vrij gehouden voor kabels en leidingen. Zie bijlage 14. Deze aannames hebben als gevolg dat de daadwerkelijk onderzochte dichtheid iets lager is dan 10,5 MW/km².

6.3 Te beoordelen aspecten

In het plan-MER worden diverse (milieu)aspecten beoordeeld. Deze aspecten zijn per thema samengevat in Tabel 6.2. In hoofdstuk 9 tot en met 22 worden de aspecten nader toegelicht. Voor de effectbepaling op de ecologische aspecten is voor het merendeel van de aspecten gebruik gemaakt van de VECI-methode. Zie Kader 8.1 voor een beschrijving van deze methodiek.

Tabel 6.2 Te beoordelen aspecten²

Thema	Aspect	Deelaspecten, of mogelijk bepalende factoren voor het optreden van effecten
Ecologie: ecologische functioneren en biodiversiteit in gehele Noordzee	Vogels	Aanvaringen Habitatverlies Barrièrewerking Onderwatergeluid
	Vleermuizen	Aanvaringen
	Troebelheid en algengroei (ecosysteemeffecten)	Verandering in waterbeweging, destratificatie
	Bodemfauna	Verstoring en vernietiging bodemfauna Permanente habitatverandering
	Vissen	Verstoring en vernietiging vissen en habitat, elektromagnetische velden (EMV) Permanente habitatverandering
	Zeezoogdieren	Verstoring tijdens aanleg en operationele fase, EMV
Scheepvaart: veilig en vlot scheepvaartverkeer	Scheepvaartveiligheid	Veiligheidsrisico's, bepaald door kans op incidenten en gevolg van incidenten (gevolgen in dit stadium niet te bepalen, kansen zowel modelmatig kwantitatief als via <i>expert judgement</i> bepaald)
	Scheepvaartbereikbaarheid	Voor routegebonden en niet routegebonden verkeer: beschikbaarheid van routes, keuzemogelijkheden hierin, en mogelijke noodzaak tot omvaren
Mijnbouw: exploratie- en exploitatiemogelijkheden voor mijnbouw	Helikopterbereikbaarheid (mogelijk toekomstige) platforms voor olie- en gaswinning en CO ₂ -opslag en waterstofopslag	Aanwezigheid van open ruimte rondom (mogelijke toekomstige platforms), beschikbare aanlegprocedures
	Mogelijkheden voor monitoring van geïnjecteerde CO ₂	Aanwezigheid van open ruimte rondom mogelijk toekomstige CCS-locaties
Visserij: mogelijkheden voor visserij	Bijdrage aan voedselproductie uit zee, zowel aanvoersector als verwerkings- en handelsketens en lokale gemeenschappen.	Veranderingen in beschikbare ruimte voor verschillende visserijtypen
Cultureel Erfgoed	Bekende waarden Te verwachten waarden	Aanwezigheid wrakken en aanwezigheid prehistorische landschappen

² Het thema defensie is geen onderdeel van dit plan-MER omdat geen effecten worden voorzien. Voor het thema bodem en water geldt dat de effecten aan de orde komen onder ecologische effecten en effecten van waterstofproductie. Er is geen afzonderlijk hoofdstuk bodem en water opgenomen.

Thema	Aspect	Deelaspecten, of mogelijk bepalende factoren voor het optreden van effecten
Elektrische energie-infrastructuur	Verstoring en vernietiging tijdens aanleg, habitatverandering en andere ecologische aspecten	Locatie van kabels en platforms, EMV, aantrekkende werking verlichting platforms
Waterstofproductie en transportleidingen	Verstoring en vernietiging tijdens aanleg, habitatverandering en andere ecologische aspecten	Wateropname, warmteafgifte, pekel, chemicaliën, geluid en trillingen, centrale, semi-centrale of decentrale waterstofproductie, technologische keuzes hoeveelheid waterstofproductie (GW)
Energieopbrengsten en vermeden emissies	Mogelijk te installeren vermogen (GW)	Beschikbare ruimte, vermogen per windturbine, haalbare dichtheid
	Energieopbrengsten (GWh)	Windklimaat, verwachte zogverliezen
	Vermeden emissies	Vermeden emissies CO ₂ , SO ₂ en NO _x als gevolg van het niet produceren van elektriciteit met fossiele brandstoffen.
	Mogelijkheden voor rendabele operatie (LCoE = levelized costs of energy)	Gemiddelde geactualiseerde kosten per eenheid opgewekte energie gedurende de volledige levenscyclus van een windpark

6.4 Wijze van beoordelen

De effectbeoordeling wordt gedaan op basis van een + / - score ten opzichte van de referentiesituatie. De gebruikte beoordelingsschaal kent meer nuanceverschillen aan de negatieve kant, dan aan de positieve. Reden hiervoor is dat op de meeste milieuaspecten in meer of mindere mate een negatief effect te verwachten is. Er bestaat hierbij behoefte om relevante nuanceverschillen te kunnen aanbrengen. Het gaat om een relatieve beoordeling. Weliswaar geeft de beoordeling een indicatie van de omvang van het effect, maar tegelijk kan deze beoordeling niet absoluut worden opgevat in dit stadium van de planvorming. Uit de beoordelingen is namelijk niet één op één af te leiden of het effect op het ene aspect (bijvoorbeeld gevolgen voor visserij) ernstiger is dan op het andere aspect (bijvoorbeeld scheepvaartveiligheid), en ook niet of het effect op de ene soortgroep (bijvoorbeeld bruinvissen) ernstiger is dan op de andere soortgroep (bijvoorbeeld vogels).

Tabel 6.3 Zevenpuntschaal

Beoordeling	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie
Sterk negatief (---)	Het voornemen leidt tot een sterk negatieve verandering
Negatief (--)	Het voornemen leidt tot een negatieve verandering
Beperkt negatief (-)	Het voornemen leidt tot een beperkt negatieve verandering
Enigszins negatief (0/-)	Het voornemen leidt tot een enigszins negatieve verandering
Neutraal (0)	Het voornemen onderscheidt zich niet van de referentiesituatie
Beperkt positief (+)	Het voornemen leidt tot een beperkt positieve verandering
Sterk positief (+++)	Het voornemen leidt tot een sterk positieve verandering

6.4.1 Effectbeoordeling uitersten en groepen van getrechterde varianten

Voor elk (deel)aspect zijn de effecten in twee stappen ingeschat en beoordeeld. Als eerste is per aspect gekeken bij welk uiterste het minste effect en het meeste effect wordt verwacht. Deze uitersten zijn vervolgens beoordeeld aan de hand van bovenstaande beoordelingsschaal. Dit biedt informatie over de bandbreedte van effecten en geeft per aspect aan wat de maatlat is van effectbeoordelingen.

In de tweede stap zijn de groepen van getrechterde varianten beoordeeld aan de hand van bovenstaande beoordelingsschaal. De middelste groep is alleen beschouwd bij het inschatten en beoordelen van de ecologische effecten, om te bezien of bepaalde delen van de open zone van extra groot belang waren. Voor de effecten op ander gebruik dan windenergie en de effecten op de energieopbrengsten en vermeden emissies zijn alleen de uiterste getrechterde varianten beschouwd, omdat daarmee voor getrechterde varianten de bandbreedte van effecten inzichtelijk wordt. Een overzicht van de uitersten en getrechterde variant die bij de effectbeoordeling zijn gebruikt, is opgenomen in Bijlage 1.

6.4.2 Achtergrondrapporten en onderzoeken effectbeoordelingen

Voor de effectbeoordeling van alle aspecten in het plan-MER is gebruikt gemaakt van diverse achtergrondrapporten en onderzoeken. Verschillende onderzoeksbureaus hebben voor dit plan-MER een achtergrondrapport gemaakt waarin het effect van windparken op een bepaald (deel)aspect of een bepalende factor wordt geanalyseerd. De rapporten zijn opgenomen in de bijlagen. De belangrijkste bevindingen en effectbeoordelingen zijn samengevat opgenomen in de hoofdtekst van dit plan-MER.

Tabel 6.4 Overzicht achtergrondrapporten en onderzoeken effectbeoordelingen

Titel rapport, Auteur	Aspect	# Bijlage
Effecten van Wind op Zee voor benthos, vissen, vogels en vleermuizen. Achtergronddocument ecologie t.b.v. planMER voor partiële herziening Programma Noordzee 2022-2027. Waardenburg Ecology.	Ecologie (vogels, vleermuizen, bodemfauna, vissen)	4
Partiële herziening Programma Noordzee: Samenvatting ecologische effecten aanwijzing windenergiegebieden. HWE.	Ecologie	5
Impact of offshore wind development on the North Sea ecosystem. Scenario study for the partial revision. Deltares.	Ecologie (ecosysteemeffecten)	6
Effecten van windenergie op zee op zeezoogdieren. Achtergronddocument bij PlanMER voor Partiële Herziening Programma Noordzee 2022 – 2027. HWE.	Ecologie (zeezoogdieren)	7
Effecten van windenergie op scheepvaart t.b.v. Partiële Herziening PNZ 2022-2027. Arcadis.	Scheepvaart	8
Kwantitatieve analyse scheepvaartincident frequenties voor de Partiële Herziening Programma Noordzee. MARIN.	Scheepvaart	9
Helikopterbereikbaarheid zoekgebied 6/7. To70.	Mijnbouwactiviteiten	10
Helicopter Accessibility Study Area 6/7. Moving Dot.	Mijnbouwactiviteiten	11
Effectenbeoordeling van Windenergiegebieden op Visserij voor de Partiële Herziening van het Programma Noordzee 2022-2027. Wageningen Economic Research (WEcR).	Visserij	12
Quickscan Archeologie. Pondera Consult.	Cultureel erfgoed	13
Vermogens, energieopbrengsten en LCoE's van zoekgebied 6/7, Doordewind en Lageland. Afry.	Energieopbrengst en vermeden emissies	14
Quickscan bandbreedte en milieueffecten waterstof op zee. Witteveen+Bos.	Waterstofproductie	15

6.5 Passende Beoordeling

Als niet kan worden uitgesloten of een plan significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden heeft, moet er een Passende Beoordeling worden gemaakt. Voor dit plan-MER is een Passende Beoordeling opgesteld die als bijlage (Bijlage 2) bij dit plan-MER is gevoegd. De beoordeling van effecten op Natura 2000-gebieden vindt plaats in het kader van de Omgevingswet (artikel 16.53c). Het gaat enkel om 'externe werking'; de zoekgebieden zelf liggen immers buiten Natura 2000-gebieden.

7 Referentiesituatie

7.1 Toelichting referentiesituatie 2031

In dit plan-MER worden de effecten van het realiseren van windenergie binnen de voor de PH beschouwde gebieden vergeleken met de referentiesituatie. De *referentiesituatie* is de situatie waarbij het voornemen niet wordt gerealiseerd, maar wel rekening wordt gehouden met autonome ontwikkelingen. Dit zijn ontwikkelingen binnen de gebieden waarover al besluitvorming heeft plaatsgevonden en de reeds gerealiseerde windparken. Het gebied zal zich in de referentiesituatie ontwikkelen volgens vastgesteld of voorgenomen beleid. In deze paragraaf wordt de referentiesituatie beschreven voor achtereenvolgens windenergie, natuur en overig gebruik (anders dan windenergie).

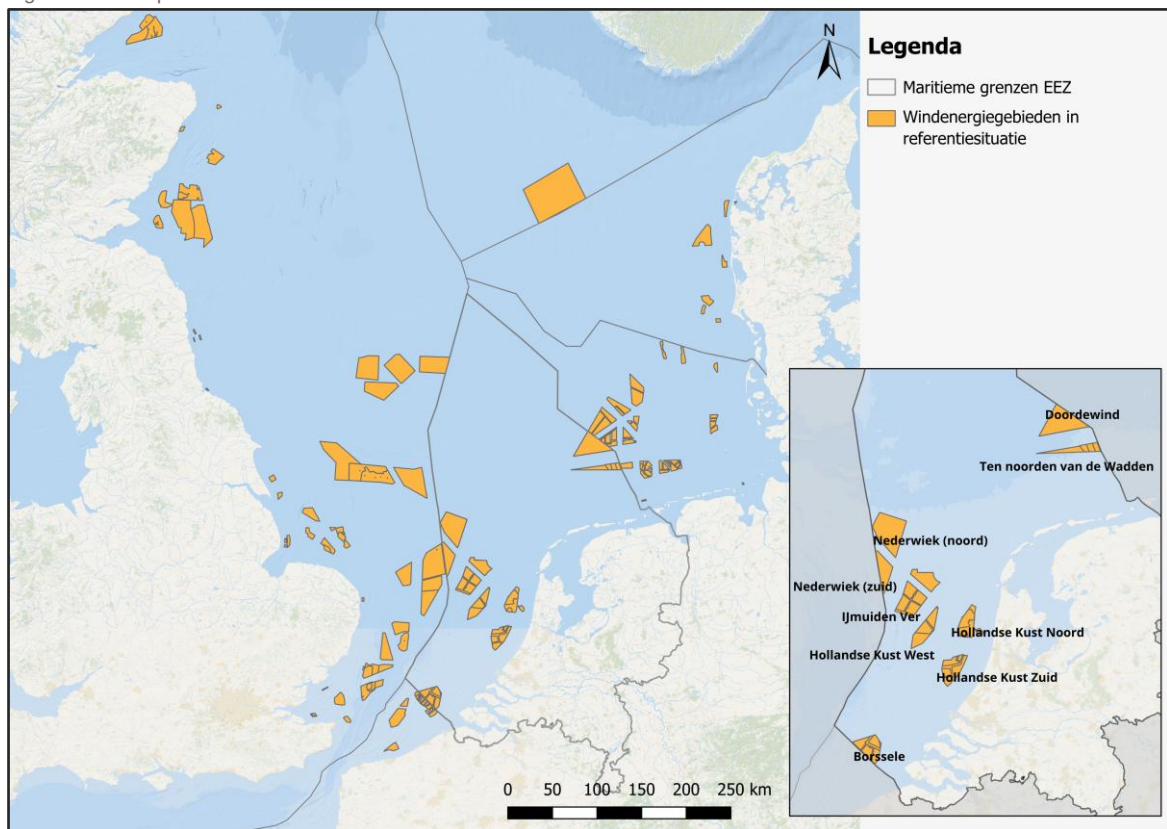
7.2 Windenergie

In de PH worden windenergiegebieden aangewezen waarbinnen windparken na 2031 worden gerealiseerd. Er wordt van uitgegaan dat op dat moment de Routekaart 21 GW al is gerealiseerd en dus onderdeel uitmaakt van de referentiesituatie. Een overzicht van de windparken waar het om gaat zijn opgenomen in Tabel 7.1 en Figuur 7.1.

Tabel 7.1 Windparken onderdeel van de referentiesituatie

Projecten	Capaciteit (GW)
Luchterduinen	0,129
Gemini Windpark	0,600
Borssele I, II, III, IV, V	1,502
Hollandse Kust (zuid) I, II, III, IV	1,520
Hollandse Kust (noord) V	0,760
Hollandse Kust (west) VI, VII	1,516
IJmuiden Ver I, II, III, IV	4,000
IJmuiden Ver (noord) V, VI	2,000
Nederwiek I, II, III	6,000
Hollandse Kust (west) VIII	0,700
Ten noorden van de Waddeneilanden	0,700
Doordewind I	2,000

Figuur 7.1 Windparken in referentiesituatie



De windparken IJmuiden Ver I t/m VI, Nederwiek I, II en III, Hollandse Kust west VIII, Ten Noorden van de Wadden en Doordewind I worden dus beschouwd als autonome ontwikkeling. Daarnaast zijn/worden er ook een aantal windparken gerealiseerd in de Britse en Duitse delen van de Noordzee. In de nabijheid van het zoekgebied van dit plan-MER liggen Deutsche Bucht, Veja Mate, BARD offshore 1.

7.3 Natura 2000- en KRM-gebieden

In de Noordzee liggen verschillende Natura 2000- en KRM-gebieden. Windparken op zee kunnen invloed hebben op de instandhoudingsdoelen voor Natura 2000-gebieden of de te beschermen natuurwaarden in KRM gebieden. De zoekgebieden voor windenergie uit de PH liggen niet direct binnen deze aangewezen natuurgebieden, maar de realisatie van windenergie kan wel een direct en indirect effect op de beschermde gebieden hebben. De zoekgebieden liggen immers nabij de Nederlandse N2000- en KRM-gebieden Oestergronden, Friese front en Klaverbank. Het effect van de windgebieden op de N2000- en KRM-gebieden en op de populaties van beschermde soorten wordt in het plan-MER en de Passende Beoordeling onderzocht.

De verschillende gebieden zoals weergegeven in Figuur 7.2 hebben aangewezen KRM-doelstellingen of Natura 2000-doelstellingen. Binnen de Natura 2000-doelstellingen wordt onderscheid gemaakt tussen Habitatrichtlijn- en Vogelrichtlijn-instandhoudingsdoelstellingen. Naast de al aangewezen natuurgebieden wordt er gekeken of er aanvullende bescherming nodig is voor de aanwezige natuurwaarden. Voor Doggersbank, Klaverbank en Centrale Oestergronden wordt bekeken of de gebieden kwalificeren onder

de Vogelrichtlijn³. Daarnaast is er voor de Zuidelijke Doggersbank ook een aanwijzing tot KRM-gebied in ontwerp. De Doggersbank is daarbij specifiek belangrijk voor de populaties van de alk en de zeekoet. Tot slot wordt er ambtelijk verder gewerkt aan het voorbereiden van de aanwijzing van Hollandse Kust, gelegen langs de kust tussen de Noordzeekustzone en Voordelta als Vogelrichtlijngebied. Dit gebied heeft momenteel geen formele bescherming. In dit plan-MER worden de hierboven genoemde gebieden behandeld alsof deze zijn aangewezen.

Figuur 7.2 Natura 2000- en KRM-gebieden, referentiesituatie



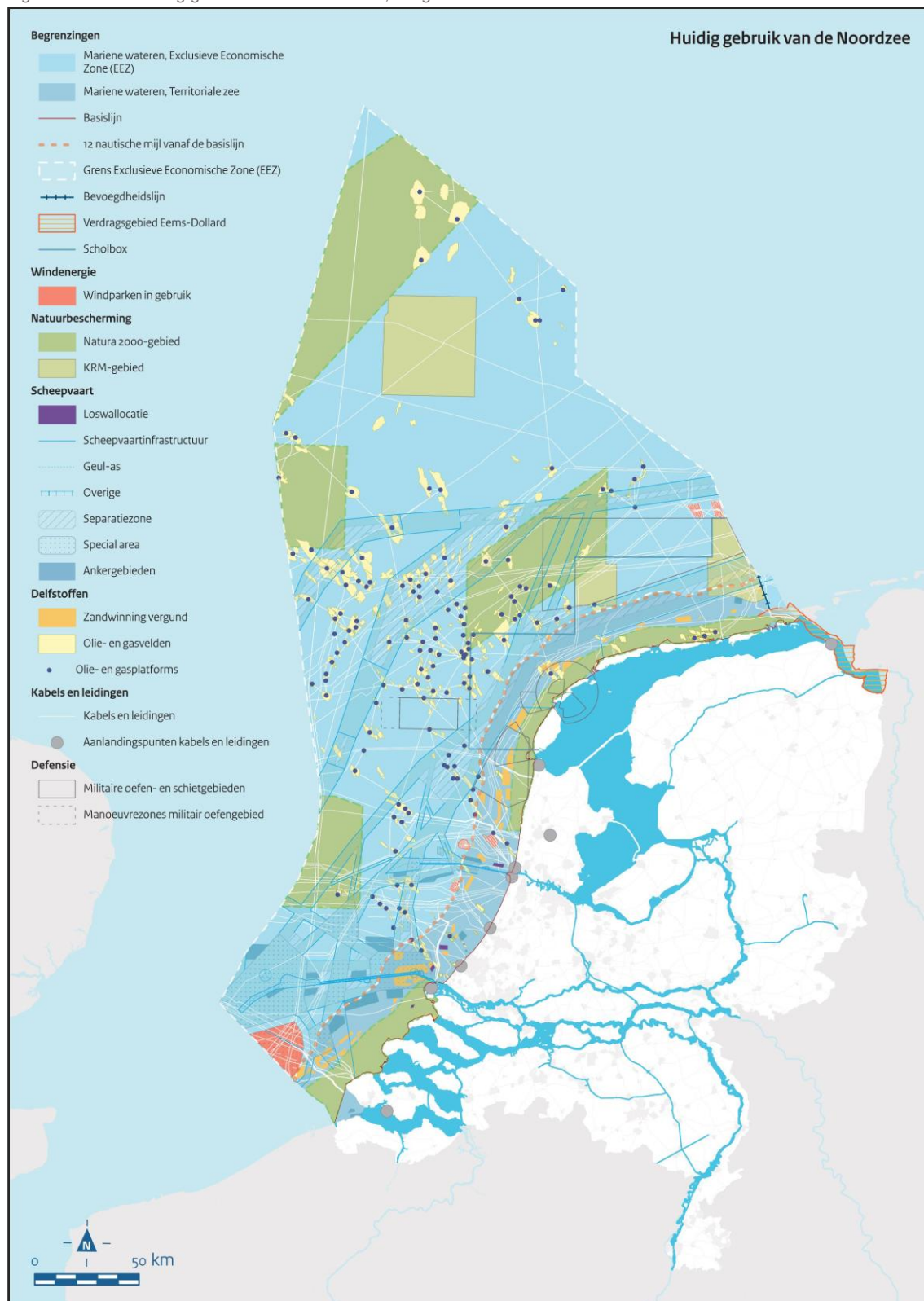
³ In Figuur 7.2 wordt naar deze gebieden verwezen als VR in ambtelijke voorbereiding.

7.4 Overige gebruik

De overige gebruiken van de Noordzee zijn onderdeel van de referentiesituatie van dit plan-MER. Deze zijn hieronder opgesomd en in Figuur 7.3 weergegeven:

- **Defensie:** In het Nederlandse deel van de Noordzee zijn meerdere gebieden aangewezen als militair oefengebied voor Defensie. Dit zijn bijvoorbeeld laagvlieggebieden, schietterreinen en munitiestortgebieden. Deze militaire gebieden zijn vermeden voor de zoekgebieden windenergie. Wel grenst gebied Lageland aan (laag)vlieggebieden;
- **Visserij:** Visserij vindt plaats op de hele Noordzee behalve waar dit niet toegestaan is. Bodemberoerende visserij is onderdeel van de referentiesituatie;
- **Mijnbouw:** Op de Noordzee bevindt zich een groot aantal platforms die worden gebruikt voor gas- en olieproductie. Richting 2050 is afbouw van het aantal olie- en gasplatforms voorzien, echter gezien geopolitieke ontwikkelingen is voor die tijd een remming van de afbouw voorzien en is het de verwachting dat ook winning van olie en gas door middel van nieuwe platforms of nieuwe locaties zal plaatsvinden. Daarnaast wordt verwacht dat CCS plaats vindt. Naast Porthos en Aramis kan dat ook op andere locaties plaats gaan vinden. Bij de ruimtelijke analyse ten behoeve van windenergie is rekening gehouden met mogelijke toekomstige mijnbouwlocaties;
- **Kabels en leidingen:** Op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) liggen veel kabels (energie en telecom) en leidingen (olie- en gas en waterstof en CO₂), die invloed hebben op de realisatie van windparken op zee. In de toekomst komen hier nog elektriciteitskabels en waterstofleidingen bij van de nog te realiseren windparken van de Routekaart 21 GW;
- **Scheepvaart (EEZ):** Voor de referentiesituatie wordt uitgegaan van de huidige scheepvaartroutes. Er vindt zowel routegebonden als niet routegebonden scheepvaart plaats. In windenergiegebieden kan doorvaart plaats vinden voor schepen met een lengte onder 46 meter. De locaties van doorvaartpassages worden bepaald gedurende het proces richting kavelbesluiten, in het plan-MER stadium zijn daar geen aannames voor te doen;
- **Scheepvaart (Duitsland):** Rekening is gehouden met een versmalling van de SN10 (route vanuit de Nederlandse EEZ naar het Kattegat) aan Duitse zijde. In Duitsland wordt overwogen de SN17 te sluiten, maar daar is nog geen besluit over genomen. Hierover vindt trilateraal overleg plaats tussen Duitsland, Denemarken en Nederland. De mogelijke sluiting van de SN17 wordt in dit plan-MER als onzekerheid behandeld en niet als autonome ontwikkeling.

Figuur 7.3 Kaart Huidig gebruik van de Noordzee, Programma Noordzee 2022 – 2027



7.5 Klimaatverandering als autonoom proces

Klimaatverandering kan feitelijk ook als een autonome ontwikkeling worden gezien, maar in tegenstelling tot de eerder geschetste ontwikkelingen is dit een proces met een langere tijdshorizon en is dit proces niet direct afhankelijk van besluitvorming en beleid. Hoewel beleid uiteraard van invloed is op het uiteindelijke tempo waarin klimaatverandering zich ontwikkelt, zal een beleid of besluit vandaag niet direct een effect hebben morgen. Daarom worden dergelijke ontwikkelingen *autonome processen* genoemd.

Klimaatverandering kan bijvoorbeeld leiden tot veranderingen in de fysische, chemische en ecologische parameters in de Noordzee. Het betreft onder andere veranderingen in de zeewatertemperatuur, de pH en de aanvoer van zoetwater met nutriënten. Deze veranderingen kunnen op zichzelf weer gevolgen hebben voor bijvoorbeeld de soortensamenstelling in de Noordzee. Voor dit plan-MER is niet voldoende informatie beschikbaar om hierover concrete uitspraken te doen. Daarnaast spelen de effecten van klimaatverandering over een langere looptijd dan de looptijd van de mogelijk te realiseren windparken binnen de ambitie van Wind op Zee en zijn de effecten van klimaatverandering waarschijnlijk sterk afhankelijk van de mate waarin de mensheid de uitstoot van broeikasgassen kan beperken.

Wel is in paragraaf 16.3 een beschrijving opgenomen van de mogelijke doorwerking van de gevolgen van klimaatverandering op de effectbeoordeling in dit plan-MER.

8 Ecologie

8.1 Inleiding

Het thema ecologie is uitgewerkt in meerdere aspecten, namelijk: vogels, vleermuizen, troebelheid en algengroei (ecosysteemeffecten), bodemfauna, vissen en zeezoogdieren. De effectbeschrijving en beoordeling wordt in de volgende paragrafen per aspect toegelicht. In dit hoofdstuk worden de verschillende deelaspecten binnen het thema ecologie beschouwd. Tegelijkertijd zit er een belangrijke samenhang tussen deze verschillende aspecten als onderdeel van het Noordzee-ecosysteem. Zo kunnen bijvoorbeeld veranderingen in de algengroei gevolgen hebben voor het hele lokale voedselweb. Waar mogelijk is deze samenhang beschreven bij de beschouwing van de aspecten.

Voor de effectbeoordeling van de ecologische aspecten is voor het merendeel van de aspecten gebruik gemaakt van de VECI-methode. Zie Kader 8.1 voor een beschrijving van deze methodiek.

Kader 8.1 VECI-methode

De VECI ('Verkenning Ecologische Cumulatieve Impact') is een verbijzondering van de methode die in het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) wordt gebruikt. Deze methode is speciaal ontwikkeld voor het doen van minder kwantitatieve uitspraken voor de langere termijn, op een hoger abstractieniveau, maar met inbegrip van het voorzorgbeginsel. De aanpak berust op dezelfde principes als het KEC, maar heeft een signalerend karakter (meer kwalitatief dan kwantitatief). Dit past beter bij de fase van planvorming zoals bij de Partiële Herziening en het detailniveau van het Plan-MER. Elementen van de VECI zijn:

- Expertanalyse van de meest recente dichtheidskaarten vogels, zeezoogdieren en mogelijke andere relevante soorten (o.a. vleermuizen) om te bepalen voor welke soorten het betreffende gebied relevant, c.q. van bijzondere waarde is;
- Inschatting toekomstige kritische soorten aan de hand van de Staat van Instandhouding, Acceptable Level of Impact (ALI) of andere ecologische drempelwaarde;
- Additionele zeezoogdierverstoringsdagen op basis van een indicatieve effectbepaling voor de nieuwe gebieden;
- Indicatie van mogelijke effecten/veranderingen op het ecosysteem op basis van een (globale) modellering van de effecten van de aanwezigheid van windturbines op hydrodynamische processen in de Noordzee

Beschermde gebieden: Passende Beoordeling

De effecten op beschermde gebieden (Natura-2000) worden beschouwd in de Passende Beoordeling. Deze is opgenomen als Bijlage 2. Uit de Passende beoordeling blijkt dat, als gevolg van indirecte externe effecten, gevolgen voor instandhoudingsdoelstellingen niet uit te sluiten zijn. Het gaat dan om de gevolgen van aanvaringsslachtoffers onder jan-van-gent, grote jager, kleine jager, drieteenmeeuw, zilverbmeeuw, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, grote stern en visdief/noordse stern, barrièrewerking (jan-van-gent, grote jager, drieteenmeeuw, zilverbmeeuw, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, grote stern, visdief, alk en zeekoet) en habitatverlies (jan-van-gent, noordse stormvogel, grote stern, alk en zeekoet) op de instandhoudingsdoelstellingen van 12 Natura 2000 gebieden. Ook zijn als gevolg van directe externe effecten gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen voor bruinvissen voor twee Natura 2000-gebieden niet op voorhand uit te sluiten. Het gaat om de gebieden Klaverbank en de Doggersbank. Daarnaast zijn, als gevolg van indirecte externe effecten tijdens de aanlegfase, gevolgen voor instandhoudingsdoelstellingen voor zeezoogdieren van 8 Natura 2000-gebieden niet op voorhand uit te sluiten. Daarom is het advies om enerzijds in te zetten op onderzoek en toepassing van mitigerende maatregelen en anderzijds op flexibiliteit in het vervolgtraject (Zie ook 8.2.4, 8.7.5 en 19.8). Effecten op de KRM wordt behandeld in paragraaf 8.8.

8.2 Vogels

8.2.1 Effectbeschrijving

Vogels kunnen op verschillende manieren effecten ondervinden van de aanwezigheid van windparken op zee. Voor de gebieden in dit plan-MER kan het gaan om effecten van aanvaringen, habitatverlies en barrièrewerking. Deze effecten treden alleen op in de gebruiksfase. Tijdens de aanleg van windparken kan verstoring van foeragerende vogels optreden. Dit zijn bijvoorbeeld effecten van het onderwatergeluid van de heiwerkzaamheden op duikende vogels. Deze effecten treden enkel op tijdens het duiken tijdens de aanleg en zullen dus geen continue drukfactor zijn en zijn daarom niet nader beschouwd in dit plan-MER. Niet voor alle vogelsoorten spelen deze effecten een even grote rol. Aan de hand van dichtheidskaarten (Waggitt et al. (2020), Van Donk (2024) en Gyimesi & Middenveld (2023)) heeft Waardenburg Ecology het belang van de onderzochte gebieden voor verschillende vogels inzichtelijk gemaakt (Bijlage 4). Vervolgens zijn de vogelsoorten geselecteerd waarvoor effecten te verwachten zijn en die dus worden meegenomen in het plan-MER. In onderstaande paragrafen worden eerst de mogelijke effecten op zeevogels toegelicht en vervolgens de mogelijke effecten op trekvogels.

Zeevogels

Zeevogels kunnen op drie manieren effecten ondervinden van de aanwezigheid van windparken op zee. Het gaat ten eerste om het effect van aanvaringen. Zeevogels gebruiken de zee als foerageergebied. Dit betekent dat de vogels niet in een rechte lijn vliegen tussen verschillende locaties maar willekeurige vliegbewegingen maken. Wanneer vogels door een windpark vliegen kunnen zij in aanvaring komen met een windturbine. Voor dit effect zijn alleen vogelsoorten meegenomen die door hun gemiddelde vlieghoogte als aanvaringsslachtoffer kunnen vallen. Het gaat onder andere om de soorten jan-van-gent, grote jager, kleine jager, drieteenmeeuw, zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, grote stern en visdief/noordse stern.

Ten tweede kunnen zeevogels windturbines vermijden bij het naderen van deze objecten. Daardoor ondervinden zij habitatverlies. Het gaat in dat geval om de soorten als jan-van-gent, noordse stormvogel, grote stern, alk en zeekoet.

Als laatste kunnen zeevogels ook effecten van barrièrewerking ervaren. Als vogels een barrière ervaren (in dit geval een windpark), leidt dit tot omvliegen of omzwemmen (wat meer energie kost) en mogelijk het niet bereiken van de eindbestemming. Het gaat primair om soorten waarvoor Natura-2000 gebieden zijn aangewezen (of daarvoor kwalificeren) en die barrièrewerking ondervinden omdat de verbinding tussen de gebieden door de aanwezigheid van het windpark wordt verbroken.

Trekvogels

Windturbines kunnen slachtoffers veroorzaken onder trekvogels tijdens de voor- en najaarstrek als gevolg van aanvaringen. De precieze routes die trekvogels tweemaal per jaar van broedgebied naar overwinteringsgebied (en omgekeerd) afleggen zijn niet bekend. Er is daarom aangenomen dat de vogels in een breed front over de Noordzee trekken. Voor enkele kritische en representatieve trekvogelsoorten is het effect van aanvaringen nader bekeken. Het gaat hierbij dan om de soorten kleine zwaan, rotgans, bergeend, kanoet, rosse grutto, wulp, zwarte stern en spreeuw. Er zijn vele soorten trekvogels die over de Noordzee migreren.

8.2.2 Effectbeoordeling zoekgebied 6/7

Zeevogels

Als gevolg van de noordelijke ligging is zoekgebied 6/7 van relatief groot belang voor soorten zeevogels die buiten het broedseizoen vanuit de broedkolonies in het noorden van het Verenigd Koninkrijk zich over de gehele Noordzee verspreiden. Het gaat dan onder andere om de voor windparken op zee gevoelige en op het Nederlands continentaal plat (NCP) (veel) voorkomende soorten jan-van-gent, grote jager, drieteenmeeuw, zeekoet en alk. In vergelijking met de gebieden Doordewind en Lagelandier zijn de dichtheden van drie soorten in zoekgebied 6/7 het hoogst, namelijk zeekoet, jan-van-gent (o.b.v. Van Donk et al., 2024) en grote jager (o.b.v. Waggit et al., 2020).

Voor effecten van aanvaringen is het aantal windturbines van belang (hoe minder windturbines, hoe kleiner het effect), de tiplaagte en de aanwezigheid van zoveel mogelijk ruimte tussen de windturbines. Daarnaast is het aantal aanvaringen ook afhankelijk van de aanwezigheid en dichtheid ter plaatse van specifieke vogelsoorten. Effecten kunnen daarom worden beperkt door in delen van het gebied waar de dichtheid van vogels relatief hoog is geen windturbines te plaatsen. Voor jan-van-gent en grote jager komt dat gebied met een hogere dichtheid globaal overeen met het middendeel waar het slibgehalte in de bodem hoger is. Drieteenmeeuwen worden vooral buiten het broedseizoen op het NCP gezien en lijken zich in bepaalde perioden van het jaar te concentreren in het gebied rond de Klaverbank. In de periode december – maart worden ze op het hele NCP gezien (Van Donk et al., 2024). Binnen zoekgebied 6/7 zijn er op basis van de analyses van Van Donk et al. (2024) voor deze soort geen delen die zich door hogere dichtheden onderscheiden.

Effecten van habitatverlies door mijding van het gebied (relevant voor jan-van-gent, alk en zeekoet) hangen af van de windturbinedichtheid (vooral langs de omtrek van een windpark) en zichtlijnen. Wanneer een open ruimte een windpark doorsnijdt kan het effect van habitatverlies door vermijding (deels) worden opgeheven.

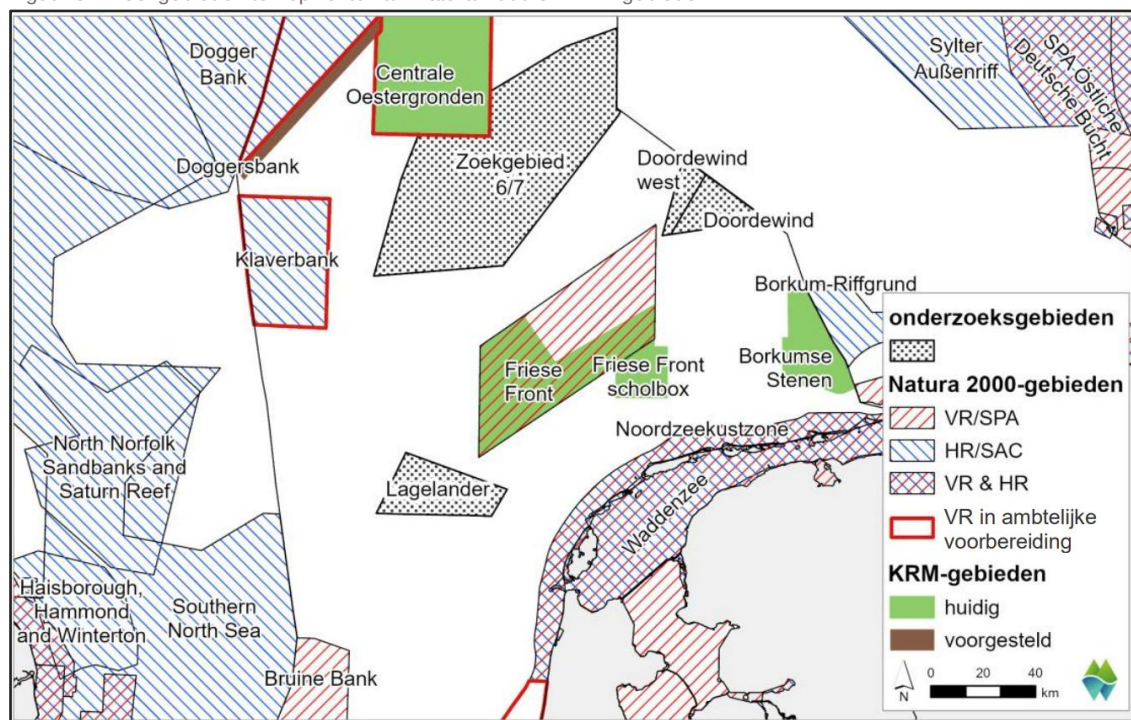
Kader 8.2 Onzekerheden verstoringsafstand zeekoet

De zeekoet (*Uria aalge*) is een vogel uit de familie van alken. De zeekoet is het gehele jaar op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) in min of meerdere mate aanwezig en is hier de talrijkste overwinterende vogel. De zeekoet is een belangrijke soort voor Natura 2000-gebieden op de Noordzee. De zeekoeten van het NCP zijn voornamelijk afkomstig van Britse kolonies, langs de Britse Oostkust, Shetland en Orkney. Zoekgebied 6/7 ligt midden in het overwinteringsgebied van de zeekoet. Zie Bijlage 4 voor een nadere beschrijving.

Van zeekoeten is bekend dat zij gevoelig zijn voor verstoring door objecten in het landschap (o.a. windturbines). Tot op heden werd altijd uitgegaan van een redelijk korte verstoringsafstand van 2 à 3 km voor deze soort. Recente onderzoeken laten verschillende grotere verstoringsafstanden zien, waarvan de meeste substantieel hoger zijn (10 km of meer). Tegelijk zijn er nog veel onzekerheden, is de verstoringsafstand afhankelijk van seizoen en locatie, en kan er mogelijk sprake van gewenning zijn. Om te bepalen in welke mate effecten op de populatie optreden door habitatverlies, zijn berekeningen op populatieniveau nodig. Deze berekeningen zijn in dit stadium niet gedaan. Aangezien de effectbepaling in dit stadium kwalitatief gebeurt en is bedoeld om varianten onderling te vergelijken, is het niet nodig al uitsluitsel te hebben over de verstoringsafstand. Aanbeveling is om de komende jaren meer kennis op te doen zodat richting kavelbesluiten kwantitatieve berekeningen kunnen worden gedaan. Hiervoor is nader onderzoek naar verstoringsafstanden op de Nederlandse Noordzee nodig. Aanvullend is het advies om in het vervolgproces flexibiliteit in te bouwen zodat nieuwe inzichten zijn te benutten bij de nadere uitwerking van de indeling van gebied 6/7. Voor de effecten van windparken in de gebieden 6/7, Doordewind en Lagelandier op het Friese Front en de Centrale Oestergronden zal nader onderzoek moeten worden gedaan naar verstoringsafstanden en mogelijkheden in de configuratie om verstoring te verminderen.

Zoekgebied 6/7 ligt enerzijds tussen de beschermde gebieden Doggersbank en Centrale Oestergronden en anderzijds tussen het Friese Front in en zou een barrière kunnen vormen voor vogelsoorten waarvoor deze gebieden als foerageergebied van belang zijn (zie ook Figuur 8.1).

Figuur 8.1 Zoekgebieden ten opzichte van Natura-2000 en KRM-gebieden



Door in het deel van zoekgebied 6/7 dat op de belangrijkste vlieg/zwemroute ligt geen windturbines te plaatsen kan barrièrewerking worden beperkt. Daarbij geldt dat hoe breder deze zone is, hoe beter dat is voor de soorten die een effect van barrièrewerking kunnen ondervinden. Ook hier is de aanwezigheid van open zichtlijnen van belang, en de aanwezigheid van een relatief brede invlieg- of inzwemopening. Het gebied met een verhoogde dichtheid van zeekoeten geeft een indicatie van het deel van zoekgebied 6/7 dat voor dit aspect van belang is.

In Tabel 8.1 en Tabel 8.2 zijn de beoordelingen voor de uitersten en de getrechterde varianten samengevat. In principe zullen de effecten van de variant met het grootste oppervlak open zone het kleinst zijn. Zo is voor de effecten van aanvaringen het aantal windturbines bepalend en is de grootst mogelijke, aaneengesloten oppervlakte zonder windturbines bepalend voor effecten van habitatverlies en barrièrewerking. Daarom wordt voor habitatverlies en aanvaringen het minste effect verwacht bij het *uiterste voor visserij* en geldt hoe groter de omvang van de open zone, hoe minder effect⁴. Omdat de aanwezigheid van zichtlijnen van noord-west naar zuid-oost en de breedte van de invlieg-/zwemopening aan de noord-westzijde van het gebied ook een rol spelen, kan in een enkel geval een variant met een kleinere oppervlakte van de open zone, maar met een grote opening aan de noordwestzijde en een

⁴ Als uit nader onderzoek blijkt dat de verstoringafstand voor zeekoeten groter is dan nu aangenomen, kan de beoordeling van het uiterste met het minste effect voor habitatverlies mogelijk veranderen. Dit heeft te maken met mogelijk gevolgen van het windpark op het voor zeekoeten gekwalificeerde gebied Centrale Oestergronden. Om dit gebied is nu een bufferzone van 3 km aangehouden, die wellicht te klein is als de verstoringafstand groter is dan nu is aangenomen. Als een grotere verstoringafstand wordt aangehouden heeft het uiterste voor natuur het minste effect.

doorlopende zichtlijn richting het zuidwesten voor de aspecten habitatverlies en barrièrewerking ook tot minder effecten leiden. Daarom wordt voor barrièrewerking het minste effect verwacht bij het *uiterste voor natuur*, en wordt bij de getrechterde varianten één van de varianten met een kleinere open zone toch gunstiger beoordeeld dan een variant met een iets grotere open zone.

Trekvogels

De precieze routes die trekvogels tweemaal per jaar van broedgebied naar overwinteringsgebied (en omgekeerd) afleggen zijn niet bekend. Er is daarom aangenomen dat de vogels in een breed front over de Noordzee trekken, behalve voor de vogels waar we wat van weten door middel van zenderonderzoek. Het betekent dat ervan moet worden uitgegaan dat de aanvaringskans voor iedere, in de Noordzee geplaatste windturbine (van gelijke afmetingen) gelijk is. Voor dit plan-MER zijn de effecten dus evenredig met het aantal geplaatste windturbines. Daarom wordt het minste effect verwacht bij het *uiterste voor visserij*, en geldt hoe groter de omvang van de open zone, des te minder effect.

Tabel 8.1 Effectbeoordeling uitersten aspect vogels zoekgebied 6/7

(deel)aspect	Uiterste met minste effect	Uiterste met meeste effect
Zeevogels		
• Aanvaringen	Visserij: beperkt negatief	Windenergie: sterk negatief
• Habitatverlies	Visserij: beperkt negatief	Windenergie: sterk negatief
• Barrièrewerking	Natuur: beperkt negatief	Windenergie: sterk negatief
Trekvogels		
• Aanvaringen	Visserij: enigszins negatief	Windenergie: negatief

Tabel 8.2 Effectbeoordeling getrechterde varianten aspect vogels zoekgebied 6/7

Groepen van getrechterde varianten	Basis open zone			Bredere open zone		Meest brede open zone		
	1	2	3	4	5	6	7	8
Zeevogels								
• Aanvaringen	Negatief	Negatief	Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Enigszins negatief	Enigszins negatief	Enigszins negatief
• Habitatverlies	Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Enigszins negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Enigszins negatief
• Barrièrewerking	Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Enigszins negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Enigszins negatief
Trekvogels								
• Aanvaringen	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Enigszins negatief	Enigszins negatief	Enigszins negatief	Enigszins negatief	Enigszins negatief

8.2.3 Effectbeoordeling Lagelanden en Doordewind

Lagelanden

Het gebied Lagelanden ligt te ver van de broedkolonies van de meeste zeevogelsoorten af om van enige betekenis tijdens het broedseizoen te zijn. In het gebied komt echter wel de drieteenmeeuw voor die op olie- en gasplatforms broedt. Op een aan de westrand van het Vogelrichtlijngebied Friese Front gelegen platform werden 314 bezette nesten geteld in juni 2023 (Boele et al., 2024). Het voortbestaan van deze

broedlocatie is echter afhankelijk van de aanwezigheid van, en de werkzaamheden op de platforms. De verhoogde dichtheid ter plekke van Lageland is daarom geen robuuste situatie en zal ook niet als zodanig worden beoordeeld. Buiten het broedseizoen is de dichtheid van zilvermeeuw, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, visdief/noordse stern en grote stern hoger in Lageland dan in Doordewind en zoekgebied 6/7. Ten opzichte van de rest van de Nederlandse Noordzee is het gebied niet van specifieke betekenis en worden buiten het broedseizoen de grootste dichtheden van deze soorten dichter bij de kust gezien. Uitzondering daarop is de grote mantelmeeuw die ook verder op zee in lage aantallen wordt gezien, omdat ze daar viskotters volgen om voedsel te verzamelen of rusten op offshore platforms (Vogel et al., 2024). Mede vanwege de beperkte omvang van Lageland zullen effecten als gevolg van aanvaringen, vermijding (habitatverlies) en barrièrewerking op vogelpopulaties waarschijnlijk beperkt zijn. Het gebied ligt nabij het Natura 2000-gebied Friese Front dat voor de zeekoet is aangewezen. Als in Lageland windturbines worden geplaatst, kan dat tot gevolg hebben dat het gebied (incl. een zone daaromheen) door zeekoeten deels wordt gemeden.

Doordewind

In Doordewind is de dichtheid van de kleine mantelmeeuw in het broedseizoen relatief hoog (Van Donk et al., 2024). De oorzaak hiervan is niet duidelijk, maar zou mogelijk het gevolg kunnen zijn de aanwezigheid van vissersschepen. In Doordewind vindt namelijk relatief intensieve boomkorvisserij plaats op schol en tong. De kleine mantelmeeuw kan effecten ondervinden als gevolg van aanvaringen waarbij het effect risico groter is naarmate er meer windturbines worden gerealiseerd. Daarnaast is het gebied in bepaalde maanden van het jaar ook van belang voor de zeekoet (Van Donk et al., 2024), onder andere vanwege de nabijheid van het Natura 2000-gebied Friese Front dat voor deze soort is aangewezen. Als in Doordewind windturbines worden geplaatst, kan dat tot gevolg hebben dat het gebied (incl. een zone daaromheen) door zeekoeten deels wordt gemeden. Daarbij geldt dat hoe groter het gebied waar windturbines worden geplaatst, hoe groter het effect. Barrièrewerking is in verband met de omvang en ligging van Doordewind niet van belang.

Tabel 8.3 Effectbeoordeling aspect vogels Lageland en Doordewind

Onderzochte gebieden	Beoordeling aanvaringen zeevogels	Beoordeling habitatverlies zeevogels	Aanvaringen trekvogels
Lageland (+2 GW)	Enigszins negatief	Enigszins negatief	Enigszins negatief
Doordewind (+2 GW)	Enigszins negatief	Enigszins negatief	Enigszins negatief
Doordewind (+4 GW)	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Enigszins negatief

8.2.4 Mitigerende maatregelen

Naast de belangrijkste maatregel die in bovenstaande paragrafen al is beschreven – het plaatsen van minder windturbines en het vergroten van de open zone door zoekgebied 6/7 – zijn ook andere maatregelen mogelijk om effecten op vogels te mitigeren:

- **Verminderen aanvaringsslachtoffers vogels:** tijdelijk stilzetten van turbines als er specifieke kritische soorten of trekvogels langskomen. Dit kan op verschillende manieren, zowel reactief (bij detectie) als proactief (op basis van voorspelling). Deze technieken worden in enkele bestaande vergunningen al voorgeschreven, en worden op land al toegepast. Ook kan tiplaagteverhoging

worden ingezet om aanvaringen te voorkomen. Hierbij wordt de afstand tussen het wateroppervlak en het laagste punt van een turbineblad vergroot.

- **Verminderen habitatverlies vogels:** voor het verminderen van habitatverlies moeten mitigerende maatregelen nog doorontwikkeld worden. Er zijn aanwijzingen dat afstand tussen windturbines, zichtlijnen en configuratie een rol spelen in de mate van habitatverlies. Onderzoek naar mogelijke mitigatie van deze effecten is gaande en is voor de komende jaren gepland.
- **Verminderen barrièrewerking:** voor het verminderen van barrièrewerking moeten mitigerende maatregelen nog doorontwikkeld worden. Te denken is aan het aanleggen van corridors en aanpassen van de configuratie van windparken. Onderzoek naar mogelijke mitigatie van deze effecten loopt en is voor de komende jaren gepland.
- **Verminderen aantrekkende werking van de windparken:** door de verlichting van de windparken kunnen vogels (vooral trekvogels) aangetrokken worden en kans lopen aanvaringslachtoffer te worden. Door de verlichting aan te passen, of enkel aan te zetten indien nodig, kan de aantrekkende werking worden gemitigeerd.
- **Verminderen effecten van impulsief onderwatergeluid:** er zijn verschillende mogelijkheden om de negatieve effecten van onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op duikende vogels. Door het opleggen van een geluidsnorm worden mitigerende maatregelen in bestaande aanlegprojecten al toegepast, zoals bellenschermen. Ook ander typen funderingsmethoden waarbij niet wordt geheid, maar waarbij geen of veel minder onderwatergeluid wordt geproduceerd zijn relevante mitigerende maatregelen. Momenteel vindt veel onderzoek plaats naar deze geluidsbeperkende funderingsmethoden.
- **Verminderen mogelijke effecten tijdens onderhoud in de windparken:** onderhoudsschepen hebben effect door onderwatergeluid of door visuele verstoring. Om dit te mitigeren is te denken aan de inzet van stillere (elektrische) schepen, langzamer varen, een geoptimaliseerd logistiek programma, ankerboeien en werken met ROV's (onderwaterrobots) en/of drones.

8.2.5 Leemten in kennis

De leemten in kennis voor het aspect vogels zijn hieronder samengevat:

Voor zowel trekvogels als zeevogels zijn er kennisleemten over aanvaringsrisico's, barrièrewerking en verstoring als gevolg van windparken. Hierbij ontbreekt algemene kennis over de effecten en ontbreekt soortspecifieke kennis;

- Validatie van modellen om aanvaringslachtoffers te voorspellen op zee ontbreekt;
- Een onzekerheid is de uitwijkingskans (avoidance rate) van vogels. Dit is de kans dat een vogel succesvol een windturbine weet te ontwijken. Aanvaringsmodellen zijn zeer gevoelig voor deze uitwijkingskans. Er zijn onduidelijkheden in het verschil van het vermogen van horizontale en verticale ontwijking tussen de vogels. Dit wordt ook gebruikt om nauwkeurigere inschattingen te maken van de impact van windparken op vogelpopulaties;
- Er is ook een onzekerheid in verschillen tussen ontwijking buiten een windpark (macro-avoidance) en daarbinnen (meso- en micro-avoidance). Dit zijn verschillen in gedrag van vogels bij het ontwijken van windturbines op verschillende niveaus. Macro-avoidance gaat over het ontwijken van het windpark in zijn geheel. Meso-avoidance betreft het ontwijken van individuele windturbines in het windpark. Micro-avoidance is het ontwijken op kleinste schaal, zoals de rotorbladen van de windturbines. Ook dit wordt gebruikt om inschattingen te maken voor vogelslachtoffers;
- Voor zeevogels is er een kennisleemte wat betreft mogelijke vermijdingseffecten (verstoringseffecten en verstoringafstanden van zeevogels);
- Er zijn kennisleemtes met betrekking tot de gevolgen van vermijding op de fitness van zeevogels;

- Het is nog onbekend in hoeverre zeevogels kunnen wennen aan de aanwezigheid van windturbines;
- Er is geen informatie over ruimtelijke differentiatie in trekintensiteit voor de meeste trekvogels die zijn meegenomen in dit plan-MER. Alleen voor kleine zwaan en rotgans zijn enkele zenderstudies beschikbaar zodat in beperkte mate de trekroutes in meer detail bekend zijn;
- Er zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd naar de aantrekkende werking van windturbineverlichting op nachtelijk trekkende landvogels. Deze onderzoeken hebben echter vooralsnog geen eenduidige conclusie opgeleverd over welk type het best gebruikt kan worden om aantrekking en/of verstoring door windturbines te verminderen;
- Er is nog onvoldoende bekend over de indirecte effecten van veranderingen in het ecosysteem op voedselbeschikbaarheid en -bereikbaarheid;
- Er is onzekerheid wat betreft de impact van onderwatergeluid op het gedrag van duikende vogels. Ook is het onduidelijk wat voor impact het heeft op de voedingsstrategie en overlevingskansen van duikende vogels. Onderwatergeluid kan namelijk een impact hebben op het energieverbruik, de energieopslag en de energie-efficiëntie.
- Er is een kennisleemte over de verspreiding en vogelconcentraties in het Noordelijk deel van de Noordzee. Op basis van huidige inzichten is het Friese Front aangewezen als VR-gebied. Voor de Centrale Oestergronden en de Klaverbank is daarnaast gebleken dat er op basis van waargenomen aantallen in de periode juni 2021 tot en met juli 2024, kwalificerende aantallen zeevogels, waaronder de zeekoet, voorkomen (Fijn et al., 2022). Uit resultaten van recenter onderzoek blijkt echter een andere en wellicht ook bredere verspreiding van vogelconcentraties in het noordelijk deel van de Nederlandse Noordzee. Het gaat daarbij met name om de soorten alk, zeekoet en grote mantelmeeuw (van Donk et al., 2024; Vogel et al., 2024). Genoemde onderzoeken geven daarbij echter geen eenduidig beeld. Momenteel wordt in opdracht van het ministerie van LNVN onderzocht of er sprake is van deelgebieden waar vogels min of meer consistent in ruimte en tijd gebruik van maken. De resultaten van dit onderzoek worden gebruikt bij de verdere besluitvorming over de aanwijzing van nieuwe VR-gebieden. De kans bestaat dat delen van zoekgebied 6/7 in aanmerking komen voor aanwijzing als VR-gebied. Dit geeft onzekerheid over de beschikbare ruimte voor windparken in zoekgebied 6/7. De geadviseerde aanpak in fases (zie ook paragraaf 19.8), waarbij na aanwijzing van Gebied 6/7 nader onderzoek dient te worden benut bij verdere gebiedsuitwerking, is dus van belang in deze context.

Omdat er nog verschillende kennisleemten zijn, vooral in relatie tot effecten op zeekoeten, wordt geadviseerd te werken met een gefaseerde aanpak. Daarmee kan in het vervolgtraject nader onderzoek worden gedaan en kunnen – indien nodig – maatregelen getroffen worden. Dit wordt nader toegelicht in paragraaf 19.8 (eindconclusies en aanbevelingen).

8.3 Vleermuizen

8.3.1 Effectbeschrijving

Waardenburg Ecology heeft de mogelijke effecten op vleermuissoorten onderzocht voor het plan-MER. Dit onderzoek is opgenomen Bijlage 4. Daaruit blijkt dat de meeste lokale vleermuissoorten zich meestal niet verder dan ongeveer 10 kilometer uit de kust begeven. Van een tweetal soorten, te weten de rosse vleermuis en de ruige dwergvleermuis is bekend dat een deel van de populatie in het voorjaar (maart – juni) en het najaar eind (augustus – oktober) tussen het Europese vaste land en het Verenigd Koninkrijk over de Noordzee trekt. Van deze soorten is de meeste activiteit boven de Noordzee geregistreerd van de

ruige dwergvleermuis (naar schatting zo'n 95%). Hoewel de aanwezigheid van vleermuizen in de onderzochte gebieden waarschijnlijk laag is, kan niet worden uitgesloten dat de ruige dwergvleermuis en de rosse vleermuis in de gebieden voorkomen (Bijlage 4). Daarom worden effecten voor deze twee soorten meegenomen in het plan-MER.

Aanlegfase

Tijdens de aanleg van windparken kan (licht)verstoring van migrerende vleermuizen optreden. Deze effecten zijn lokaal en tijdelijk van aard en zijn daarom niet nader beschouwd. Daarnaast zijn geen habitateffecten te verwachten en dit effect wordt daarom niet verder beoordeeld in het plan-MER.

Gebruiksfase

Op de locaties van de windenergiegebieden zijn enkel trekkende vleermuizen te verwachten. Eventuele effecten van windparken op de mogelijkheid overdag te rusten of lokaal te foerageren op bij de windturbines aanwezige insecten worden niet meegenomen in de beoordeling alhoewel dit tot extra aanvaringen kan leiden. Er is nog onvoldoende kennis over de aantrekkende werking van windturbines door deze aspecten om hier uitspraken over te doen. Ook barrièrewerking wordt niet meegenomen in de beoordeling. Aanvaringen kunnen wel optreden, de aantrekkende werking van de windturbines door eventuele verlichting of aanwezige insecten kunnen de kans op aanvaringen vergroten. In het plan-MER wordt daarom alleen gekeken naar aanvaringsslachtoffers als gevolg van het in gebruik zijn van de windturbines.

8.3.2 Effectbeoordeling zoekgebied 6/7

De ruige dwergvleermuis is verreweg de belangrijkste vleermuizensoort met een migratieroute over de Noordzee. Het is aannemelijk dat het windenergiegebied 6/7 vanwege de noordelijke ligging voor de migratie tussen het Europese vaste land en het Verenigd Koninkrijk van ondergeschikt belang is (Waardenburg Ecology, 2025). Deze aanname is echter op expert inschatting gebaseerd. Van dit deel van de Noordzee zijn namelijk geen gegevens over de aan- of afwezigheid van vleermuizen beschikbaar. Het is dan ook onbekend of de aanwezigheid van een windpark in het gebied een effect op de populatie kan hebben. Voor eventuele effecten van aanvaringen van vleermuizen met windturbines is het aantal windturbines bepalend voor de omvang van het effect. Hoe meer windturbines, hoe groter de mogelijke kans op aanvaringen en daarmee het potentieel aantal slachtoffers. Daarom leidt het *uiterste voor visserij* tot het minste effect en wordt enigszins negatief beoordeeld. Het *uiterste voor windenergie* leidt tot het meeste effect en wordt beperkt negatief beoordeeld. Het opgesteld vermogen in de getrechterde varianten is kleiner dan in het *uiterste voor visserij* en verschillen onderling niet genoeg om onderscheid aan te brengen in de effectbeoordeling. Deze scores daarom allemaal enigszins negatief.

Tabel 8.4 Effectbeoordeling aanvaringen vleermuizen zoekgebied 6/7

Uitersten	Beoordeling
Uiterste met minste effect: visserij	Enigszins negatief
Uiterste met meeste effect: windenergie	Beperkt negatief
Groepen van getrechterde varianten	
Meest brede open zone (18,5 – 19,5 GW)	Enigszins negatief
Bredere open zone (20 GW)	Enigszins negatief
Basis open zone (20,5 – 21,5 GW)	Enigszins negatief

8.3.3 Effectbeoordeling Lageland en Doordewind

Lageland en Doordewind liggen te ver van de kust om van betekenis te zijn voor foeragerende vleermuizen (Bijlage 4). Lageland en Doordewind kunnen wel van betekenis zijn voor migrerende vleermuizen (m.n. ruige dwergvleermuis) omdat het mogelijk op de trekroute tussen het Verenigd Koninkrijk en het Europese vasteland en de Baltische Staten en Scandinavië ligt. Het is aannemelijk dat Doordewind vanwege de noordelijke ligging voor de migratie (van m.n. de ruige dwergvleermuis) tussen het Europese vaste land en het Verenigd Koninkrijk van ondergeschikt belang is (Bijlage 4). Deze aanname is echter op expert inschatting gebaseerd. Van dit deel van de Noordzee zijn geen gegevens over de aan- of afwezigheid van vleermuizen beschikbaar.

Tabel 8.5 Effectbeoordeling aspect vleermuizen Lageland en Doordewind

Onderzochte gebieden	Beoordeling
Lageland (+2 GW)	Enigszins negatief
Doordewind (+2 GW)	Enigszins negatief
Doordewind (+4 GW)	Enigszins negatief

8.3.4 Mitigerende maatregelen

Een manier om sterfte van vleermuizen door windturbines te voorkomen is het toepassen van een stilstandvoorziening op specifieke momenten, waarvan bekend is dat er onder die omstandigheden relatief grotere kans is dat er aanvaringsslachtoffers vallen. Voor windturbineparken meer bij de kust blijkt dat de piek van de vleermuistrek 's nachts plaatsvindt tussen circa 25 augustus en 10 oktober, bij droog weer, hogere temperaturen en relatief windluwe omstandigheden (vleermuisonderzoek WOZEP). Hoe de vleermuistrek ter plekke van zoekgebied 6/7, Lageland en Doordewind is, zal nader onderzocht moeten worden om, indien nodig, tot een optimale stilstandvoorziening te komen. Daarnaast kan door het gebruik van geen of vleermuisvriendelijke verlichting de aantrekkende werking van verlichting van de windparken (en energieplatforms, zie hoofdstuk 14) worden verminderd.

8.3.5 Leemten in kennis

De leemten in kennis voor het aspect vleermuizen zijn hieronder samengevat:

- Onderzoek naar de aanwezigheid van vleermuizen op de Noordzee is vooralsnog beperkt tot het gebied ten westen van Nederland. Van andere delen van de Noordzee, zoals nabij zoekgebied 6/7, zijn zeer weinig gegevens over de aan- of afwezigheid van vleermuizen beschikbaar. Het is dan ook onbekend of de aanwezigheid van een windpark in dit gebied een effect op populaties van vleermuizen kan hebben;
- Het is onbekend of en hoe vleermuizen de gebieden ten noorden van de Waddenzee gebruiken voor migratie;
- Er is nog onvoldoende bekend over eventuele effecten van windparken op de mogelijkheid overdag te rusten of lokaal te foerageren op bij de windturbines aanwezige insecten en of dit leidt tot extra aanvaringen;
- Er is nog onvoldoende bekend over het gedrag van vleermuizen in windparken.

8.4 Troebelheid en algengroei (ecosysteemeffecten)

8.4.1 Effectbeschrijving

Het noordelijke en diepere deel van de Nederlandse Noordzee kent een temperatuurstratificatie in de zomerperiode. Dit betekent dat de warmere bovenlaag van de waterkolom 'drijft' op de koudere onderlaag. Hierdoor vindt er vrijwel geen uitwisseling plaats van bijvoorbeeld voedingsstoffen tussen de twee lagen. In de winter is het water in de hele kolom (van oppervlak tot op de bodem) volledig gemengd (dus geen stratificatie). Door de aanwezigheid van windturbines en de daardoor veroorzaakte veranderingen in de waterbeweging (wervelingen rond de funderingen) kan een verstoring van de stratificatie optreden ('destratificatie'). Deze destratificatie kan gevolgen hebben voor de beschikbaarheid van voedingsstoffen en de lichtomstandigheden in het water (in slibrijkere gebieden), en daarmee op de algenproductie. Ook in relatief slibrijke gebieden waar geen of een minder sterke stratificatie optreedt, kan de aanwezigheid van windturbines de helderheid van het water negatief beïnvloeden (meer of minder troebelheid). Afhankelijk van de omvang en locatie van het effect kan dit doorwerken naar hogere niveaus in de voedselketen (trofische niveaus), zowel in het water als op de bodem (dierlijk plankton, bodemfauna en vis). De effecten van destratificatie zijn alleen relevant in de gebruiksfase. De aanlegfase wordt in deze paragraaf daarom niet nader beschouwd. In het plan-MER zijn alleen de aspecten troebelheid en algengroei beschouwd als onderdeel van ecosysteem effecten. Reden hiervoor is dat dit factoren zijn waar op dit moment het meest over te zeggen is. Er zijn nog veel kennisleemten op het gebied van ecosysteemeffecten (zie ook paragraaf 8.4.5)

8.4.2 Effectbeoordeling zoekgebied 6/7

Zoekgebied 6/7 ligt in een deel van de Noordzee waar het water in de zomer niet volledig is gemengd. Het gebied is daarom gevoelig voor destratificatie-effecten als daar windturbines worden geplaatst. Modelberekeningen laten zien dat destratificatie ertoe kan leiden dat veranderingen in de beschikbaarheid van nutriënten optreden en dat het groeiseizoen voor fytoplankton later start (Bijlage 6). Uit de modelberekeningen blijkt dat de algengroei, gemiddeld over het hele zoekgebied 6/7, toeneemt. Deltares heeft vier scenario's onderzocht waarbij verschillende gebiedsindelingen van zoekgebied 6/7, Doordewind en Lagelander gecombineerd zijn beschouwd (Bijlage 6). In alle scenario's neemt de algengroei toe.

Dit kan gevolgen hebben voor het hele lokale voedselweb. Effecten op de troebelheid als gevolg van veranderingen in het slibgehalte in de bovenste waterlaag, en daarmee op de beschikbaarheid van licht en 'vangbaarheid' van prooien voor zichtjagers, zullen in het groeiseizoen waarschijnlijk beperkt zijn. Het opgewervelde slib (door de toegenomen waterbeweging) zal namelijk de bovenste waterlaag niet bereiken vanwege het niet geheel verdwijnen van de zomerstratificatie. In het winterseizoen neemt het slibgehalte in de bovenste waterlaag ten opzichte van de referentie met name in het westen van zoekgebied 6/7 toe. Wat dit betekent voor de troebelheid van het water (en daarmee voor de 'vangbaarheid' van prooien) is niet bekend.

Als een, zoals in het *uiterste voor visserij*, grote zone ter plekke van slibrijke bodem in zoekgebied 6/7 wordt vrijgehouden van windturbines en zo min mogelijk windturbines worden aangelegd, dan resulteert dat in het kleinste effect (t.o.v. andere uitersten) op de stratificatie en in een verdere reductie van de hoeveelheid gesuspendeerd materiaal (opgewerveld slib vanuit de zeebodem) in de bovenste waterlaag. Ook zijn effecten op de algengroei in het gebied kleiner dan wanneer het hele gebied wordt gevuld met windturbines. Over het hele zoekgebied 6/7 bezien, neemt de primaire productie in het *uiterste voor visserij* met 6,6% toe en in het *uiterste voor windenergie* met een vergelijkbare windturbinedichtheid met

14,2%. In zoekgebied 6/7 is verder het aantal windturbines per km² bepalender voor de effecten op algengroei dan de diameter van de funderingen (hoe dichterbij elkaar, hoe groter het effect). De modelberekeningen lenen zich niet voor het doen van uitspraken over de doorwerking van deze veranderingen in het voedselweb. Wat dit ecologisch betekent is dus niet duidelijk.

De berekende effecten van de uitersten en getrechterde varianten op de troebelheid (slibgehalte in bovenste waterlagen) of algengroei zijn niet goed te beoordelen, omdat onbekend is of en zo ja, hoe de effecten doorwerken (positief of negatief). Vanwege deze kennisleemte is iedere verandering in troebelheid of algengroei/algenbiomassa in meer of mindere mate negatief beoordeeld (Tabel 8.6).

Tabel 8.6 Effectbeoordeling aspect troebelheid en algengroei/algenbiomassa zoekgebied 6/7

Uitersten	Beoordeling troebelheid	Beoordeling algengroei/algenbiomassa
Uiterste met minste effect: visserij	Neutraal	Enigszins negatief
Uiterste met meeste effect: windenergie	Enigszins negatief	Beperkt negatief
Groepen van getrechterde varianten		
Meest brede open zone (18,5 – 19,5 GW)	Neutraal	Enigszins negatief
Bredere open zone (20 GW)	Neutraal	Enigszins negatief
Basis open zone (20,5 – 21,5 GW)	Neutraal	Enigszins negatief

8.4.3 Effectbeoordeling Lagelander en Doordewind

Het zeewater in Lagelander is jaarrond volledig gemengd en de bodem bevat weinig slib. Het plaatsen van windturbines in dit gebied zal daarom beperkte effecten hebben op de troebelheid in de waterkolom en de algengroei.

Het gebied Doordewind ligt in de Duitse Bocht, waar regelmatig sprake is van een (zwakke) temperatuurstratificatie in de zomer. De resultaten van de modelberekeningen (Deltares, 2024) laten zien dat de aanleg van extra windparken ten opzichte van de 2 GW van de Routekaart 21 GW tot een verdere reductie van de primaire productie zal leiden. Dit is een gevolg van de relatief slibrijke zeebodem in Doordewind én interactie met de windparken in de aangrenzende Duitse Noordzee. Uit de berekeningen blijkt dat dit niet, volgens verwachting, tot een lager chlorofyl gehalte (= proxy voor algenbiomassa) leidt, maar juist een verhoogd chlorofyl-gehalte. Dit zou een gevolg kunnen zijn van een verhoogde dichtheid van algensoorten die meer chlorofyl bevatten en daardoor beter zijn aangepast aan slechtere lichtomstandigheden. De omvang van dit effect lijkt vooral te worden bepaald door het aantal windturbines dat in het gebied wordt geplaatst, want uit de berekeningen blijkt dat het chlorofyl gehalte verder toeneemt als meer windturbines in het gebied worden geplaatst.

Tabel 8.7 Effectbeoordeling aspect troebelheid en algengroei/algenbiomassa Lagelander en Doordewind

Onderzochte gebieden	Beoordeling troebelheid	Beoordeling algengroei/biomassa
Lagelander (+2 GW)	Neutraal	Neutraal
Doordewind (+2 GW)	Beperkt negatief	Beperkt negatief
Doordewind (+4 GW)	Beperkt negatief	Beperkt negatief

8.4.4 Mitigerende maatregelen

Er zijn nog geen concrete mitigerende maatregelen te benoemen voor de effecten van troebelheid en algengroei. Mogelijk kan de vorm van windturbinepalen een mitigerend effect hebben, maar om hier uitspraken over te doen, is nader onderzoek nodig.

8.4.5 Leemten in kennis

De leemten in kennis voor het aspect troebelheid en algengroei zijn hieronder samengevat:

- De aanwezigheid van windturbines heeft effecten op stratificatie en daarmee op algengroei en troebelheid. Het modelleren hiervan staat nog in de beginfase van ontwikkeling. Fysische veranderingen als deze kunnen echter doorwerken in het voedselweb via voedselcycli en kunnen mogelijk een verandering in soortensamenstellingen van fauna tot gevolg hebben. Nader onderzoek hiernaar is belangrijk;
- De mate van doorvertaling van de mate van effecten op stratificatie, algengroei en troebelheid op de primaire productie en fytoplankton, al dan niet in combinatie met de aanwezigheid van hardsubstraat filterfeeders in het windpark, op de aanwezige ecologie in en rondom het park is nog onduidelijk. Nader onderzoek hiernaar is belangrijk.

8.5 Bodemfauna

8.5.1 Effectbeschrijving

Windparken op zee kunnen diverse effecten hebben op bodemfauna, ook wel benthos genoemd. Dit kan worden veroorzaakt door 1) directe verstoring en vernietiging tijdens de aanleg, en 2) langdurige habitatveranderingen door de permanente aanwezigheid van structuren tijdens de gebruiksfase van windparken⁵. De mate waarin hier sprake van is hangt af van factoren zoals de locatie van de windparken, het aantal windturbines, de specifieke soorten en gemeenschappen die aanwezig zijn en de aard van de bouw- en onderhoudsactiviteiten. Het Achtergronddocument ecologie, opgesteld door Waardenburg Ecology (Bijlage 4) geeft inzicht in de mogelijke effecten van de aanleg en het gebruik van windparken op zee op bodemfauna. Hieronder worden de belangrijkste bevindingen uit deze rapportage op benthos samengevat. De effecten van infieldkabels (vernietiging tijdens aanleg en EMV tijdens operationele fase) worden beschreven in paragraaf 8.5.4.

Aanlegfase

Tijdens de aanlegfase van windparken (incl. aanleg infieldkabels) kunnen bodembetroerende activiteiten zoals heien, het plaatsen van funderingen met bijbehorende erosiebescherming leiden tot verstoring en vernietiging van benthos. Voorbeelden van dergelijke effecten zijn:

- Organismen en hun habitats kunnen worden verstoord of vernietigd omdat ze bedolven worden onder sediment of de scour protection (erosiebescherming) rond de windturbines;
- Organismen en hun habitats kunnen worden verstoord of vernietigd omdat er op bepaalde locaties mogelijk sediment moet worden verwijderd of verplaatst;
- Verhoogde sedimentconcentraties in het water kunnen de voedselvoorziening van filtervoedende organismen verstoren;

⁵ Aangetaste habitats door permanente verandering in hydrografie (KRM-descriptor 7) wordt niet meegenomen omdat de data over dit onderwerp onvolledig is. Zie ook paragraaf 8.8.

- Heien en andere geluidsproducerende werkzaamheden kunnen verstoring in voedselopname veroorzaken bij sommige benthosoorten (er zijn nog kennisleemtes over de mate en impact op de fitness van de specifieke soorten door dit effect).

Daarbij zijn vooral de zeldzamere soort(groep)en die vanuit nationale en internationale beleidskaders een zekere status hebben relevant. Voor de onderzochte gebieden gaat het om de noordkromp (een schelpdier), gestekelde zandkokerwormriffen, schelpkokerwormriffen en gravende megafauna.

Gebruiksfasen

De permanente aanwezigheid van windturbines en erosiebescherming kan veranderingen teweegbrengen in de structuur en functie van het benthische ecosysteem. Het kan hierbij gaan om negatieve effecten en mogelijk positieve effecten.

Tijdens de operationele fase kunnen veranderingen in de omstandigheden voor bodemfauna optreden als gevolg van effecten op de algengroei. Een mogelijk competitievoordeel van andere, niet aan de lokale omstandigheden aangepaste soorten, kan het hele voedselweb en daarmee de samenstelling van de bodemgemeenschap verstoren, zowel in termen van diversiteit als biomassa. Dit is vooral relevant voor zeldzamere soorten in gestratificeerde gebieden, zoals de noordkromp. Het effect op algengroei is nader toegelicht in paragraaf 8.4.1 en wordt in deze paragraaf niet verder meegenomen.

Een ander effect betreft de plaatselijke verandering van substraat door aanwezigheid van funderingen en erosiebescherming. Dit kan nieuwe vestigingsplaatsen bieden voor soorten die normaal niet voorkomen in zacht substraatgebieden. Dit kan leiden tot verhoogde biodiversiteit rondom de windturbines, bijvoorbeeld door de vestiging van riffen van schelpkokerwormen of andere biogene rifvormers. Bovendien kunnen de structuren schuilplaatsen en voedselbronnen bieden voor verschillende soorten, wat kan resulteren in een verhoogde lokale biodiversiteit. Aan de andere kant kan dit hard substraat effect hebben op de bodemfaunasamenstelling. De aangroei van gebiedsvreemde soorten (exoten) op deze structuren (windturbinepalen) kan leiden tot lokale verstoring van het voedselweb. Daarnaast kunnen hard substraatsoorten eventueel gaan concurreren om voedsel met de van nature voorkomende zacht substraatsoorten.

8.5.2 Effectbeoordeling zoekgebied 6/7

Voor de effectbeoordeling voor benthos is voor de aanlegfase gekeken naar de mate waarin verstoring en vernietiging plaats vindt omdat dit bepalende factoren zijn. Voor de gebruiksfase is gekeken naar mogelijke habitatverandering als gevolg van permanente aanwezigheid van windparken. Hierdoor kunnen de leefomstandigheden voor benthos veranderen wat mogelijk doorwerking heeft op de soortensamenstelling en hogere trofische niveaus.

Aanlegfase

Zoekgebied 6/7 herbergt een zeer soortenrijke benthosgemeenschap. In met name het zuidoostelijke, centrale en centraal noordelijke deel van zoekgebied 6/7 komt de, voor Nederland zeldzame, noordkromp (een OSPAR-soort) in relatief hoge dichtheden voor. Verspreid over het gehele gebied komen ook soorten voor zoals de Noorse kreeft, slib-burchtenkreeft, harige molkreeft en kleine molkreeft. Er zijn enkele soorten die exclusief in het centrale en oostelijke deel van zoekgebied 6/7 voorkomen zoals de zee-egel *Brissopsis lyrifera*. Verstoring en vernietiging van benthos in de aanlegfase wordt voor soorten die in het hele zoekgebied 6/7 en daarbuiten voorkomen (zoals gravende megafauna) uitsluitend bepaald door het

aantal windturbines en dus van het totale opgestelde vermogen. Elke windturbine extra veroorzaakt namelijk meer vernietiging van benthos. Dit is waarschijnlijk een relatief beperkt, lokaal effect. In het diepere, slibrijke middendeel van zoekgebied 6/7 komen meer zeldzame soorten voor, waardoor de effecten van het plaatsen van windturbines (en kabels) in dit deel van zoekgebied 6/7 negatiever zijn. Het gaat o.a. om de noordkromp, een langzaam groeiende en langlevende soort. Gebiedsindelingen waarbij (een deel) van het slibrijke middendeel van zoekgebied 6/7 wordt benut voor windenergie worden daarom negatiever beoordeeld. Het *uiterste voor windenergie* leidt tot de meeste effecten omdat in dit uiterste de meeste windturbines staan. Dit wordt beperkt negatief beoordeeld. Het *uiterste voor visserij* (met de minste windturbines) leidt tot de minste effecten en wordt enigszins negatief beoordeeld. De basis open zone wordt ook beperkt negatief beoordeeld omdat in deze gebiedsindeling een deel van het middendeel van zoekgebied 6/7, waar meer zeldzame soorten voorkomen, wordt benut voor windenergie.

Gebruiksfase

De effecten van habitatverandering hangen af van twee factoren. Enerzijds het aantal windturbines en daarmee de oppervlakte van de erosiebescherming. Dit is waarschijnlijk een relatief beperkt, lokaal en mogelijk positief effect. Anderzijds hangt habitatverandering samen met indirecte effecten van destratificatie (dit effect wordt toegelicht in paragraaf 8.4.2). Of hiervan effecten zijn te verwachten en zo ja, wat de aard en omvang daarvan zal zijn, is niet te voorspellen. Effecten op de bodemdiergemeenschap zijn waarschijnlijk het kleinst als in de slibrijke zone in het midden van zoekgebied 6/7 geen windturbines worden geplaatst. Daar bevindt zich de meest waardevolle, biodiverse bodemdiergemeenschap met zeldzame soorten. Het *uiterste voor windenergie* leidt waarschijnlijk tot de meeste effecten omdat in dit uiterste de meeste windturbines worden gerealiseerd. Dit uiterste is echter niet beoordeeld omdat de indirecte effecten van destratificatie in het centrale gebied van zoekgebied 6/7 niet te voorspellen zijn op basis van de huidige kennis. Het *uiterste voor visserij* is het uiterste met het minste effect op vernietiging door de windturbinepalen en de erosiebescherming omdat in dit uiterste de minste windturbines worden gerealiseerd en het middendeel van het gebied wordt vrijgehouden van windturbines. Het *uiterste voor visserij* en de getrechterde varianten zijn neutraal beoordeeld omdat de effecten waarschijnlijk beperkt zijn.

Tabel 8.8 Effectbeoordeling aspect bodemfauna zoekgebied 6/7

Uitersten	Beoordeling verstoring en vernietiging	Beoordeling habitatverandering
Uiterste minste effect: visserij	Enigszins negatief	Neutraal
Uiterste meeste effect: windenergie	Beperkt negatief	n/a
Groepen van getrechterde varianten		
Meest brede open zone (18,5 – 19,5 GW)	Enigszins negatief	Neutraal
Bredere open zone (20 GW)	Beperkt negatief	Neutraal
Basis open zone (20,5 – 21,5 GW)	Beperkt negatief	Neutraal

8.5.3 Effectbeoordeling Lagelander en Doordewind

Aanlegfase

Lagelander heeft een zandige bodem met een gemiddelde soortenrijkdom. Het gebied is mogelijk van betekenis en geschikt voor de in het kader van OSPAR belangrijke habitats 'gestekelde zandkokerwormriffen' en 'schelpkokerwormriffen'. Het is echter niet bekend of er in Lagelander locaties

zijn waar riffen van deze soorten voorkomen. Het plaatsen van de windturbines zal niet leiden tot een impact op de populatie van bepaalde benthossoorten op de schaal van de Noordzee, mede gezien het feit dat hier geen destratificatie-effecten te verwachten zijn.

In windenergiegebied Lagelanders zijn de effecten van verstoring en vernietiging tijdens de aanleg als beperkt negatief beoordeeld vanwege het mogelijke risico op vernietiging van beschermde OSPAR-soorten en -habitats. Hoewel biogene riffen zoals die van de gestekelde zandkokerworm en schelpkokerworm mogelijk aanwezig zijn en zeldzaam zijn, blijft de kans op hun vernietiging relatief klein door het beperkte aantal windturbines ten opzichte van de oppervlakte van het onderzochte gebied. Verder is de samenstelling van de benthosgemeenschap in vergelijking met andere zandige gebieden van de Noordzee niet uniek en blijkt er tussen de windturbines voldoende habitat beschikbaar. Ook laten [monitoringsresultaten](#) van andere windparken zien dat de effecten op de benthosgemeenschap vaak marginaal en/of tijdelijk zijn, wat de algehele beoordeling minder negatief maakt.

Doordewind is geschikt als leefgebied voor platte oester(banken), maar deze soort komt daar nu waarschijnlijk niet voor. Negatieve effecten van windturbines op de vestigingsmogelijkheden voor deze soort zijn alleen te verwachten als gevolg van doorwerking van eventuele effecten op de troebelheid en algenbiomassa (zie paragraaf 8.4). In Doordewind zijn de effecten van verstoring en vernietiging tijdens de aanleg als enigszins negatief beoordeeld. Het aantal windturbines bepaalt de mate van verstoring en vernietiging van de lokale benthosgemeenschap die voornamelijk uit zacht substraatsoorten bestaat. De benthosgemeenschap in Doordewind heeft echter geen unieke soortensamenstelling of dichtheid vergeleken met andere, vergelijkbare gebieden op de Noordzee, waardoor de impact op de populatie van bepaalde benthossoorten op grotere schaal beperkt is.

Gebruiksfasen

De effecten van habitatverandering tijdens de permanente aanwezigheid van windturbines in Lagelanders zijn enigszins negatief beoordeeld. Dit is vanwege het zandige karakter van het gebied dat voornamelijk geschikt is voor zacht substraatsoorten. De installatie van windturbines verandert het habitat, waardoor minder ruimte overblijft voor soorten die afhankelijk zijn van zachtsubstraat en meer ruimte ontstaat voor soorten die aan hardsubstraat zijn gelieerd. De algehele impact op de benthosgemeenschap wordt minimaal geacht, omdat er voldoende habitat tussen de windturbines beschikbaar blijft. Daarnaast kan de verandering in dynamiek mogelijk vestigingskansen creëren voor biogene rifsoorten, zoals de gestekelde zandkokerworm en de schelpkokerworm. Echter, de effecten van een veranderende dynamiek zijn nog niet volledig bekend en het kan niet worden aangenomen dat deze veranderingen gunstig zijn voor de hervestiging van deze biogene rifsoorten.

Doordewind heeft een relatief slibrijke bodem. De aanwezigheid van windturbines heeft lokaal veranderingen in de waterbeweging tot gevolg, wat in slibbige (laagdynamische) bodems een grotere impact kan hebben dan in zandige bodems. Het effect op slibbige bodems is nog onduidelijk. Onduidelijk is in hoeverre habitatverandering als gevolg van het plaatsen van de windturbines en bijbehorende erosiebescherming in Doordewind doorwerkt in de slibbige zachtsubstraatzones tussen de windturbines en daarmee dus hoe groot de impact is op de lokale benthosgemeenschap. Dit effect is daarom niet verder beoordeeld voor Doordewind.

Tabel 8.9 Effectbeoordeling aspect bodemfauna Lageland en Doordewind

Onderzochte gebieden	Beoordeling verstoring en vernietiging	Beoordeling habitatverandering
Lageland (+2 GW)	Beperkt negatief	Enigszins negatief
Doordewind (+2 GW)	Enigszins negatief	n/a
Doordewind (+4 GW)	Enigszins negatief	n/a

8.5.4 Effectbeoordeling infield kabels

De effecten van infield kabels kunnen optreden in de aanlegfase, de gebruiksfase en de verwijderingsfase. Bij de aanleg van infieldkabels zal er vernietiging van de daar aanwezige bodemfauna optreden. Daarnaast zal er door de aanleg vertroebeling ontstaan. Dit kan tot tijdelijke verstoring leiden van organismen en hun habitats tijdens de werkzaamheden en een periode erna vanwege mogelijke effecten van opgewerveld fijn bodemmateriaal. De effecten zullen naar verwachting de grootste impact hebben in gebieden met zeldzame en/of soortenrijke benthosgemeenschappen en biogene riffen. Dat geldt met name voor de slibrijke bodem in het midden- en noordoostelijke deel van zoekgebied 6/7. Voor Doordewind geldt dat er slibrijke bodems aanwezig zijn, maar het gebied is minder soortenrijk dan zoekgebied 6/7. Lageland heeft geen unieke benthosgemeenschap in vergelijking met andere zandige gebieden van de Noordzee, naar verwachting zijn de effecten daar beperkt.

Tijdens de gebruiksfase kunnen er mogelijk effecten optreden door de elektromagnetische velden. Er is nog veel onbekend over de invloed van EMV op bodemfauna. De effecten van EMV op bodemfauna is daarom geïdentificeerd als een leemte in kennis.

8.5.5 Mitigerende maatregelen

De effecten op bodemfauna in zoekgebied 6/7 kunnen beperkt worden door zo veel mogelijk het centrale deel van zoekgebied 6/7 te vermijden. De negatieve effecten van ruimtebeslag op bodemfauna kunnen daarnaast worden beperkt door te kiezen voor een funderingstype met een zo beperkt mogelijke omvang. Bij de aanleg van de infieldkabels kan een aanlegmethode worden gekozen met een zo klein mogelijk effect. Ook diepere begraving van de infieldkabels kan de effecten van de elektromagnetische straling verminderen.

8.5.6 Leemten in kennis

De leemten in kennis voor het aspect bodemfauna zijn hieronder samengevat:

- Geluid en trillingen in de aanlegfase van windparken kunnen effect hebben op aanwezige benthos soorten en gemeenschappen. Naar deze effecten is beperkt onderzoek uitgevoerd. Omdat er nog veel onbekend is over het effect van geluid en trillingen op benthos is dit als kennisleemte gedefinieerd;
- Lageland is mogelijk van betekenis en geschikt voor de in het kader van OSPAR belangrijke habitats 'gestekelde zandkokerwormriffen' en 'schelpkokerwormriffen'. Het is echter niet bekend of er in Lageland locaties zijn waar riffen van deze soorten voorkomen;
- Effecten van EMV op bodemfauna;
- Als gevolg van het afsluiten van gebieden voor de ontwikkeling van windparken zal de visserij zich mogelijk moeten verplaatsen. Door verplaatsing kan de visserijintensiteit lokaal (binnen het windpark) afnemen en een positief effect voor bodemfauna sorteren, terwijl visserijintensiteit

tegelijkertijd elders lokaal kan toenemen, wat aldaar kan zorgen voor een toename van effecten op vissen en bodemleven. Wat de netto-effecten zijn en hoe deze mogelijk doorwerken in het ecosysteem en de voedselketen is niet te zeggen, omdat het moeilijk te voorspellen is in welke mate en waarheen de visserij zich kan en zal verplaatsen. In het kader van onderzoeksprogramma MONS (zie H20) wordt een model ontwikkeld om verplaatsing en verdringing van visserij als gevolg van ruimtelijke beperkingen in de toekomst meer precies in te kunnen schatten.

8.6 Vissen

De effecten op vissen zijn beoordeeld in het rapport van Waardenburg Ecology en samengevat in Bijlage 5. De beoordelingen uit deze rapporten zijn in dit plan-MER overgenomen.

8.6.1 Effectbeschrijving

Vissen kunnen zowel tijdens de aanleg door verstoring en vernietiging als in de operationele fase door habitatverandering en elektromagnetische velden effecten van windparken op zee ondervinden. De aanleg kan tijdelijk tot effecten op het gedrag of het gehoor van vissen leiden door de productie van onderwatergeluid tijdens het heien van de windturbinefunderingen. Daarnaast kan tijdens de werkzaamheden voor de aanleg van kabels binnen het windpark vertroebeling optreden, zeker in de slibrijkere gebieden zoals zoekgebied 6/7 en Doordewind. Dit leidt tijdelijk tot een verminderde 'vangbaarheid' van prooien voor op zicht jagende soorten. In gebieden waar de stratificatie wordt beïnvloed zouden mogelijke effecten op het voedselweb ook kunnen doorwerken naar vissen, waaronder voor foeragerende vogels relevante prooi-soorten (sprot, zandspiering, jonge haring). Ter plaatse van de windturbines en de erosie bescherming van de funderingen op de zeebodem kan de verandering van het substraat en eventuele aangroei van soorten van hard substraat, inclusief rifvormende soorten een aantrekkende werking hebben op o.a. kabeljauw. Rond de binnen het windpark aanwezige elektriciteitskabels ontstaan elektromagnetische velden die mogelijk tot effecten op daarvoor gevoelige vissoorten kunnen leiden (waaronder haaien en roggen). Het is onbekend in hoeverre de door de draaiende windturbines gegenereerde trillingen effecten op vissen veroorzaken. Als zij al ontstaan, betreft het naar alle waarschijnlijkheid echter zeer lokale effecten. De effectbeoordeling is gebaseerd op het achtergronddocument ecologie (Bijlage 4) en de rode draad (Bijlage 5). De effecten van infieldkabels (vernietiging en EMV) staan in paragraaf 8.6.4.

Aanlegfase

Verstoring en vernietiging van vissen en hun habitat tijdens de aanlegfase kunnen verschillende oorzaken hebben, zoals bodemberoering, vernietiging van structuren en geluid. Deze effecten worden nader toegelicht.

Bodemberoering

De aanleg van windturbines veroorzaakt bodemberoering, wat lokaal tot langdurige vertroebeling kan leiden, vooral in slibrijke gebieden. Dit vermindert het foerageersucces van vissoorten die op zicht jagen, waardoor het gebied tijdens de bouw minder geschikt wordt als habitat en verstoring optreedt.

Vernietiging van structuren

De bouw van windturbines en infieldkabels kan leiden tot de vernietiging van habitat voor vissoorten. Het plaatsen van windturbines of erosiebescherming kan structuren beschadigen waar viseieren of larven aan vastzitten, waardoor deze worden vernietigd.

Geluid

Tijdens het funderen van windturbines kunnen verstorende en vernietigende effecten optreden door impulsgeluid en trillingen van aanleg- en transportschepen. Harde impulsgeluiden, zoals die tijdens heiwerkzaamheden onder water ontstaan, kunnen bij vissen letale schade veroorzaken aan de zwemblaas of andere organen. Daarnaast kan het impulsgeluid van het funderen vissen verstoren door effecten op hun paai- en foerageergedrag. Continu geluid, zoals trillingen door scheepsgeluid van aanleg- en transportschepen kan ook deze verstoring veroorzaken.

Gebruiksfase

Verstoring en vernietiging van vissen en hun habitat tijdens de gebruiksfase kunnen verschillende oorzaken hebben, zoals onderwatergeluid en effecten van habitatverandering door de permanente aanwezigheid van windturbines.

Onderwatergeluid

Ook in de gebruiksfase ervaren vissen verstoring door onderwatergeluid. Dit betreft continu geluid van trillende windturbines en onderhoudsschepen. Vissen kunnen dezelfde verstorende effecten ondervinden door continu geluid als tijdens de aanlegfase. De omvang van het effect van onderwatergeluid van draaiende windturbines en onderhoudsschepen op vissen is echter nog onduidelijk. Vanwege deze kennisleemten wordt dit effect niet verder beoordeeld.

Effecten van habitatverandering door de permanente aanwezigheid van windturbines

De bouw van windturbines en de aangebrachte erosiebescherming veranderen de bodemstructuur. Ter plaatse van de windturbines en erosiebescherming verdwijnt het zachte substraat, samen met de bijbehorende fauna. De drie gebieden die in dit Plan-MER worden beschouwd hebben een slibbig en/of zandige bodem en dus soorten die aan zacht substraat gerelateerd zijn. De habitatgeschiktheid voor deze soorten kan veranderen door de toevoeging van hard substraat, zoals monopiles en erosiebescherming.

Windturbinefunderingen met erosiebescherming kunnen echter ook positieve effecten hebben voor bepaalde soorten. Bepaalde soorten vissen profiteren van de windturbines door deze te gebruiken als schuilplaats, foerageergebied en kraamkamer.

8.6.2 Effectbeoordeling zoekgebied 6/7

De effecten op vissen zijn beoordeeld in het rapport van Waardenburg Ecology en samengevat in Bijlage 5. De beoordelingen uit deze rapporten zijn in dit plan-MER overgenomen. Dit geldt voor zowel de effectbeoordeling van zoekgebied 6/7 als Doordewind en Lageland.

Aanlegfase

De mate van verstoring en vernietiging van vissen door aanleg van windturbines wordt bepaald door het aantal opgestelde windturbines. Zoekgebied 6/7 is voor zover nu bekend niet van specifieke betekenis als paai- of leefgebied voor bepaalde, vanuit diverse beleidskaders relevant geachte vissoorten (inclusief pelagische prooi-soorten voor vogels), te weten trekvis (Natura 2000, KRM), kabeljauw en kraakbeenvissen (OSPAR) en prooivissen (KRM). Vanwege de grote omvang van zoekgebied 6/7 kan een aanzienlijk deel van een bepaalde vissoort hier nog steeds voorkomen, wat betekent dat er wel effecten te verwachten zijn. Echter leiden deze effecten naar verwachting niet tot populatie-effecten op Noordzeeniveau.

Onderwatergeluid, als gevolg van heien tijdens aanleg, kan voor letale en versturende effecten zorgen. Ook de aanleg- en transportschepen kunnen voor verstoring zorgen. Hierbij geldt hoe meer windturbines hoe meer heigeluid en hoe meer schepen hoe meer effect. Er zal echter niet overal in zoekgebied 6/7 tegelijkertijd geheid worden. Hierdoor is er nog wel wat rustiger leefgebied over. Ook zullen naar verwachting mitigerende maatregelen worden voorgeschreven om effecten op andere, gevoeligere soorten te voorkomen, waardoor er naar verwachting geen effecten op populatieniveau zullen optreden.

De effectbeoordeling voor verstoring en vernietiging in de aanlegfase is opgenomen in Tabel 8.10. De beoordeling van de uitersten en getrechterde varianten is in alle gevallen enigszins negatief en daarmee niet onderscheidend. Hoewel het aantal windturbines in de uitersten en getrechterde varianten verschilt, leidt dit niet tot een dermate grote verandering in de omvang van het effect dat onderscheid is aan te brengen in de beoordeling. Reden hiervoor is dat ten opzichte van het totale leefgebied de effecten beperkt zijn.

Gebruiksfase

De effecten voor vissen van habitatverandering worden enerzijds bepaald door het aantal windturbines en daarmee van de oppervlakte toegevoegd hard substraat (monopiles en erosiebescherming). Anderzijds worden de effecten bepaald door (indirecte) effecten van destratificatie (verandering dynamiek, beschikbaarheid voedsel). Er is nog veel onbekend over de effecten van habitatverandering als gevolg van de aanwezigheid van windturbines in gebieden met een slibbige bodem, zoals zoekgebied 6/7. Het is daarom niet goed mogelijk om eventuele effecten van habitatverandering op vissen kwalitatief te beoordelen. In het algemeen leiden meer windturbines tot een grotere impact.

Geluidstrillingen als gevolg van het windpark kunnen verstorend zijn voor vissen. Ook het continu onderwatergeluid door onderhoudsschepen kan verstorend werken. Het is nog onbekend hoeveel onderwatergeluid de windturbines veroorzaken. Ook is onbekend welk type onderhoudsschepen worden gebruikt in zoekgebied 6/7 en wat voor effecten dit geluid van onderhoudsschepen heeft op vissen. Hiervoor is moeilijk in te schatten hoe groot het effect op de verschillende vissoorten zal zijn. Naar verwachting zijn er geen effecten op populatieniveau.

Voor de gebruiksfase is daarom geen effectbeoordeling opgenomen in Tabel 8.10.

Tabel 8.10 Effectbeoordeling aspect vissen zoekgebied 6/7

Uitersten	Beoordeling verstoring en vernietiging in aanlegfase
Uiterste met minste effect: visserij	Enigszins negatief
Uiterste met meeste effect: windenergie	Enigszins negatief
Groepen van getrechterde varianten	
Meest brede open zone (18,5 – 19,5 GW)	Enigszins negatief
Bredere open zone (20 GW)	Enigszins negatief
Basis open zone (20,5 – 21,5 GW)	Enigszins negatief

8.6.3 Effectbeoordeling Lageland en Doordewind

Aanlegfase

In Lageland en Doordewind spelen dezelfde effecten als in zoekgebied 6/7, alleen in mindere mate omdat minder opgesteld vermogen is voorzien in de gebieden. Ook in Lageland en Doordewind zijn er vissen die gevoelig zijn voor verstoring en vernietiging en onderwatergeluid als gevolg van het plaatsen van windturbines. Lageland en Doordewind zijn voor zover bekend niet van bijzondere betekenis voor bepaalde als relevant beschouwde vissoorten. Permanente effecten van vernietiging en verstoring worden daarom verwacht lokaal en zeer beperkt te zijn. Eventuele directe en indirecte effecten worden uitsluitend bepaald door het aantal windturbines.

Gebruiksfase

Lageland wordt gekenmerkt door een zandige bodem (zacht substraat). Het toevoegen van windturbines leidt tot een afname van zacht substraat in het gebied en een toename van hard substraat. Hierdoor is er minder habitat voor zacht substraatsoorten en meer habitat voor aan hardsubstraat gelieerde soorten. Zo maakt bijvoorbeeld zandspiering gebruik van zandige bodems zoals in Lageland om te paaien (ze zetten hun eieren af in het zand) en graven zich in om te schuilen. Het effect op vissen binnen het plangebied is naar verwachting minimaal omdat er voldoende habitat beschikbaar blijft tussen de windturbines om de gemeenschap intact te houden. Daarnaast kunnen verschillende soorten juist positieve effecten ondervinden van het aanwezige hardsubstraat. De effecten zijn daarom voor Lageland neutraal beoordeeld.

Voor Doordewind geldt dat de troebelheid toeneemt door de plaatsing van windturbines (zie paragraaf 8.4). Een toename aan troebelheid kan negatieve effecten hebben op zichtjagers. Daarom is het effect op habitatverandering in Doordewind enigszins negatief beoordeeld.

Daarnaast kan verstoring plaatsvinden door geluidstrillingen van windturbines en continu onderwatergeluid van onderhoudsschepen. Het is nog onbekend hoeveel onderwatergeluid de windturbines veroorzaken. Ook is onbekend welk type onderhoudsschepen worden gebruikt en wat dit onderwatergeluid van onderhoudsschepen voor effecten heeft op vissen. Hierdoor is moeilijk in te schatten hoe groot het effect op de verschillende vissoorten zal zijn. Naar verwachting zijn er geen effecten op populatieniveau.

Tabel 8.11 Effectbeoordeling aspect vissen in Lageland en Doordewind

Onderzochte gebieden	Beoordeling verstoring in vernietiging in aanlegfase	Beoordeling habitatverandering
Lageland (+2 GW)	Enigszins negatief	Neutraal
Doordewind (+2 GW)	Enigszins negatief	Enigszins negatief
Doordewind (+4 GW)	Enigszins negatief	Enigszins negatief

8.6.4 Effectbeoordeling infieldkabels

De effecten van infieldkabels op vissen kunnen optreden in zowel de aanleg- als de gebruiksfase. In de aanlegfase kan het leggen van de kabels verstrend werken en zorgen voor vernietiging en verstoring van habitat door de legwerkzaamheden zelf en door trillingen van legschepen. Het aanleggen van de kabels leidt tot vertroebeling in met name slibrijke gebieden zoals het middendeel van zoekgebied 6/7 en Doordewind. vertroebeling kan voor vissoorten die (deels) op zicht jagen leiden tot een (tijdelijk) verminderd foerageersucces. Daarnaast vindt verstoring plaats door continu geluid van aanlegschepen wat een effect kan hebben op het paai- en foeragegedrag en ander gedrag van vissen. Tijdens het

leggen van de infieldkabels is dit gebied daardoor minder geschikt habitat voor deze soorten en leidt dit tot verstoring.

Infield kabels hebben daarnaast een elektromagnetisch veld (EMV) wat tot effecten kan leiden in de gebruiksfase. De sterkte van dit EMV is onder andere afhankelijk van het spanningsniveau van de kabels. Er is bekend dat bepaalde soorten gevoelig zijn voor EMV, met name roggen, haaien, en bepaalde trekvisen. De effecten op trekvisen zullen beperkt zijn gezien de ligging van de onderzochte gebieden ver weg van de kust. Uitzondering daarop is mogelijk Lageland. Omdat Lageland dicht bij de kust ligt, kunnen trekvisen het gebied mogelijk bereiken. Er zijn nog zeer veel kennisleemtes met betrekking tot het effect van elektromagnetische velden op visen. Daarom is het effect van elektromagnetische velden niet nader beoordeeld en gedefinieerd als kennisleemte.

8.6.5 Mitigerende maatregelen

Om effecten op visen te mitigeren kunnen de volgende maatregelen worden toegepast:

- Heigelluid reduceren door gebruik te maken van geluidsreducerende technieken of bellenschermen, of andere manieren van funderen (trillen, soil fluidisation, etc.) of gravity based fundaties;
- Voorafgaand aan de werkzaamheden gevoelige visen uit het gebied weggagen, bijvoorbeeld door gebruik te maken van ADD's (acoustic deterrent devices). De effectiviteit van ADD's wordt nog onderzocht. Toepassen van ADD's bij windpark Borssele (als onderdeel van het APELAFICO-project) toont vooralsnog niet aan dat ADD's effect hebben op de aanwezigheid en het gedrag van visen (Pondera, 2024). Daarnaast kan een soft- en slow-start worden toegepast. Hierdoor neemt de hardheid van het heigelluid en de heigelluid-intensiteit langzaam toe, waardoor visen de kans krijgen om weg te zwemmen;
- Gebruik maken van geluidsarme aanleg-, transport- en onderhoudsschepen en aanpassen van de logistieke werkwijze zodat er zo min mogelijk wordt gevaren, langzamer wordt gevaren, gebruik gemaakt wordt van ankerboeien;
- Aanlegmethoden gebruiken waarbij weinig vertroebeling plaatsvindt;
- Verminderen van effecten van elektromagnetische straling door configuratie van de infieldkabels (plaatsing van kabels t.o.v. elkaar en t.o.v. de meest voorkomende migratierichtingen) en het diep begraven van de infieldkabels;
- Vermijden van migratieroutes en riffen/kraamkamers bij de plaatsing en configuratie van de kabels;
- Vermindering van elektromagnetische straling door aanpassing van kabeldesign en draaiing (Gili et al., 2023).

8.6.6 Leemten in kennis

De leemten in kennis voor het aspect visen zijn hieronder samengevat:

- Er is nog veel onbekend over het effect van elektromagnetische velden (EMV) op visen. Haaien en roggen zijn gevoelig voor EMV. Ook trekvisen en andere soorten visen kunnen gevoelig zijn voor EMV. EMV zijn mogelijk van invloed op het natuurlijke gedrag van visen. Potentiële effecten zijn: 1) verstoring van de reproductie (ontwikkeling embryo's en paargedrag, in ieder geval bij haaien en roggen), 2) verandering gedrag, 3) effect op migratie (trekvisen) en 4) mogelijke verstoring van predator-prooi relaties (Hermans et al., 2024). Onduidelijk is vooralsnog hoe (en of) deze effecten doorwerken op populatieniveau en voor welke specifieke soorten deze relevant zijn. Dit zijn nog kennisleemtes;
- Over de verspreiding van vissoorten over de Noordzee is weinig detailkennis beschikbaar. Hierdoor kan moeilijk onderscheid gemaakt worden tussen geschikte en zeer geschikte gebieden voor

bepaalde vissoorten. Zowel kraakbeenvissen, kabeljauw en pelagische prooivissen zijn wijdverspreid over de gehele Noordzee, maar van deze soorten is niet bekend welke aantallen waar en wanneer voorkomen. Specifiek voor pelagische prooivissen zijn tot nog toe geen studies gedaan naar de impact van windparken op zee en de verspreiding van de soortgroep. Onduidelijk is dus of deze groep zich aangetrokken voelt tot windparken of juist niet. Dit zijn nog kennisleemtes. Nader onderzoek is nodig om de effecten op vissen in meer detail uit te werken;

- Er is geen data beschikbaar over de migratieroutes van trekvis in de Noordzee. Daarom wordt in het plan-MER aangenomen dat trekvis incidenteel in de onderzochte gebieden kunnen voorkomen;
- Er is nog niet veel bekend over het onderwatergeluid van de aanleg van windparken, draaiende windturbines en onderhoudsschepen, en de effecten daarvan op vissen (zowel op adulte individuen als effecten op paaigronden of op vissenlarven). Metingen in bestaande windparken lijken geen significante effecten op de vispopulaties in windparken aan te tonen. Wel worden rondom de funderingen van windturbines meer en andere vissoorten aangetroffen dan op andere plekken, in het bijzonder rondom de stortsteen die gebruikt wordt om erosie tegen te gaan. De effecten van onderwatergeluid op vissen is nog een kennisleemte.
- Als gevolg van het afsluiten van gebieden voor de ontwikkeling van windparken zal de visserij zich moeten verplaatsen. Door verplaatsing kan de visserijintensiteit elders lokaal toenemen, wat indirect kan zorgen voor een toename van effecten van visserij op vissen en bodemleven, maar mogelijk ook verder in het ecosysteem en de voedselketen.

8.7 Zeezoogdieren

8.7.1 Effectbeschrijving

Zeezoogdieren kunnen op verschillende manieren effecten ondervinden van de aanleg van windparken. Dit zijn gevolgen door geluid, zowel van heien als aanwezigheid van schepen en mogelijk windturbines. Daarnaast kan habitatverandering een effect hebben op zeezoogdieren. Hieronder wordt hier nader op ingegaan per fase. De effecten van infieldkabels (EMV) worden beschreven in paragraaf 8.7.4.

Aanlegfase Impulsgeluid

Tot nu toe worden bij de aanleg van windturbines op de Noordzee heihamers gebruikt voor het in de zeebodem verankeren van de funderingen. Daarbij wordt veel geluid geproduceerd dat onderwater tot effecten op zeezoogdieren leidt. Daarbij kunnen tijdelijke of permanente effecten op het gehoor optreden of kunnen dieren in hun normale gedrag worden verstoord. Deze verstoring heeft gevolgen voor de *fitness* van verstoorde dieren als ze tijdelijk niet of minder kunnen foerageren. Als hierdoor effecten op de overleving of reproductie ontstaan, kan dit gevolgen voor de populatie hebben. In Nederland wordt er daarom een limiet gesteld aan de hoeveelheid geluid die tijdens heien mag worden geproduceerd.

Voor het bepalen van de effecten op zeezoogdieren zijn als uitgangspunten gehanteerd:

- Referentiescenario volgens KEC 5.0 (= Routekaart 21 GW), *i.e.* geluidnorm SELss (750m) = 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ voor de IJmuiden Ver kavels, Nederwiek noord en zuid, Doordewind, Hollandse Kust (west) VIII en Ten noorden van de Waddeneilanden; en voor de andere gebieden conform de kavelbesluiten
- Voor de gebieden van de PH Doordewind + Doordewind (west), Lageland en zoekgebied 6/7 wordt uitgegaan van een geluidnorm van SELss (750m) = 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$;

Voor de gebieden van de PH zijn niet beschouwd:

- Effecten van geofysische surveys voorafgaand aan de bouw van het windpark en de ruiming van eventueel aanwezige UXO's (Unexploded Ordnance)⁶;
- Effecten van aanleg van funderingen voor TenneT-platforms en platforms voor waterstofelektrolyse.

Onderwatergeluid van schepen

Tijdens de aanleg van windparken kan verstoring door continu geluid optreden zoals trillingen door scheepsgeluid van aanleg- en transportschepen (van zowel het windpark als de infieldkabels). De aard van dit geluid is anders dan het geluid van heihamers (continu in plaats van impulsief) en het geluidsniveau is veel lager. Tevens zijn de frequenties anders. Ook het geluid van onder andere sonars, ankerkettingen, het neerlaten van de poten van jack-up schepen kan verstorend zijn. In een recente Duitse review-studie van Bellmann et al. (2023) wordt geconcludeerd dat windpark gerelateerde scheepvaart mogelijk tot een toename van het onderwatergeluid in het windpark kan leiden, maar dat de toename daarbuiten zeer beperkt is, zeker voor windparken nabij scheepsroutes. Recent beschikbaar gekomen resultaten van onderzoek laten zien dat bruinvissen gebieden met intensieve scheepvaart mijden (Pigeault et al., 2024). Onderzoek in de Borssele windparken heeft echter laten zien dat bruinvissen operationele windparken niet mijden, maar het is niet bekend of er andere, niet duidelijke zichtbare effecten optreden. Mogelijke effecten van scheepvaartgeluid in de operationele fase worden nader onderzocht in het kader van het InterReg project DEMASK. Zodra er vanuit dat project meer duidelijkheid is over de aard en omvang van de mogelijke effecten op zeezoogdieren, kunnen daar in het vervolgproces (en in een volgende update van het KEC) uitspraken over worden gedaan. Vooralsnog wordt het effect van scheepvaart tijdens de aanleg als kennisleemte gedefinieerd en niet verder meegenomen in de effectbeoordeling.

Gebruiksfase

Continu geluid

In de operationele fase van een windpark wordt ook geluid geproduceerd door draaiende windturbines en onderhoudsschepen. De aard van dit geluid is anders dan het geluid van heihamers (continu in plaats van impulsief) en het geluidsniveau is veel lager. Het is nog niet duidelijk of, en zo ja in hoeverre dit geluid tot effecten op populaties van zeezoogdieren kan leiden. In het DEMASK-project wordt nader onderzoek gedaan naar het in kaart brengen van het onderwatergeluid in en rond operationele windparken. Het effect van continu geluid van schepen en draaiende windturbines wordt als kennisleemte gedefinieerd en niet verder meegenomen in de effectbeoordeling.

Verandering van habitat

Door de aanwezigheid van windturbines treden wervelingen rond de funderingen op, wat een verandering van de waterbeweging tot gevolg heeft. Hierdoor kan een verstoring van de stratificatie (destratificatie) optreden (zie ook paragraaf 8.4). Deze destratificatie kan gevolgen hebben voor de beschikbaarheid van voedingsstoffen en de lichtomstandigheden in het water (in slibrijkere gebieden), en daarmee op de algenproductie. Daarnaast leidt het toevoegen van hard substraat (windturbines en erosiebescherming) tot een verandering van de lokale habitat en soortengemeenschap. Afhankelijk van de omvang en locatie van het effect kan dit doorwerken naar hogere trofische niveaus, zowel in het water als op de bodem (dierlijk plankton, bodemfauna en vis) en uiteindelijk doorwerken naar zeezoogdieren.

⁶ Reden is dat in deze fase nog onduidelijk is of dit aan de orde is en in welke mate. Het effect van deze activiteiten wordt in een project-MER voor de kavelbesluiten (of vergunningaanvragen) beschouwd.

Over de effecten van continu geluid en habitatverandering in de operationele fase van windparken kunnen nog geen definitieve uitspraken worden gedaan. Binnen het Wozep-programma en onderzoek binnen bestaande en nog te bouwen nationale en internationale windparken zal hier de komende jaren meer informatie over beschikbaar komen. Daarom worden deze effecten als kennisleemte gedefinieerd en niet verder meegenomen in de effectbeoordeling.

8.7.2 Effectinschatting en -beoordeling zoekgebied 6/7

Aanlegfase

Op grond van de KEC 5.0-uitgangspunten is een indicatieve inschatting gemaakt van de effecten van windparken in zoekgebied 6/7 tijdens de aanlegfase en de operationele fase voor de uitersten en de getrechterde varianten. Voor het berekenen van de effecten van het met een impactthamer berekenen van de effecten op zeezoogdieren zijn in het KEC 5.0 gelijke uitgangspunten gehanteerd als in het KEC 4.0, m.u.v. het feit dat voor het berekenen van de effecten op de bruinvispopulatie andere, meer realistische demografische parameters zijn gebruikt.

Effecten op gewone en grijze zeehonden zijn verwaarloosbaar, omdat zeehonden niet of nauwelijks in zoekgebied 6/7 voorkomen. Het gebied ligt namelijk zo ver van de ligplaatsen af dat gewone zeehonden op hun foerageertochten het gebied niet zullen aandoen. Wel zouden tussen het Verenigd Koninkrijk en de Waddenzee migrerende grijze zeehonden in het gebied kunnen voorkomen. De gemiddelde dichtheid is echter nog steeds heel laag. Het aantal door geluid verstoorde zeehonden tijdens de aanleg zal daarom een beperkte bijdrage leveren aan mogelijke effecten op de populatie.

Effecten van het tijdens de aanleg van windparken geproduceerde onderwatergeluid zijn uitgedrukt in het aantal bruinvisverstoringsdagen. Dit is het aantal verstoorde bruinvissen tijdens het heien van een windturbinefundering vermenigvuldigd met het aantal windturbinefunderingen. Voor het KEC 5.0 is berekend dat na realisatie van de windparken van de Routekaart 21 GW er van een budget van 2,3 miljoen bruinvisverstoringsdagen ongeveer 1,7 miljoen zijn gebruikt. Dat betekent dat er nog ongeveer 0,6 miljoen bruinvisverstoringsdagen over zijn voor de verdere uitrol van wind op zee. Ervanuit gaande dat dezelfde ecologische norm wordt gehandhaafd en dezelfde uitgangspunten voor de berekeningen worden gehanteerd als voor het KEC 5.0.

Het aantal van 0,6 miljoen bruinvisverstoringsdagen wordt met de aanleg van windturbines in zoekgebied 6/7 zowel in de uitersten als in de getrechterde varianten met respectievelijk 2,3 tot 3,3 miljoen (uitersten) en ca. 1 tot 1,3 miljoen bruinvisverstoringsdagen (getrechterde varianten) overschreden. Bij aanleg van windenergie in zoekgebied 6/7 gecumuleerd met de windparken van de Routekaart 21 GW zou dat kunnen leiden tot een afname van het aantal bruinvissen op het NCP met ongeveer 9 – 11% voor de uitersten en 7 – 8% voor de getrechterde varianten. Dit betekent dat de ecologische norm wordt overschreden en significant negatieve effecten op de populatie dus niet zijn uit te sluiten. Hierbij wordt aangetekend:

- Bij de berekeningen zijn *worst case* uitgangspunten voor heigeluid gehanteerd. Voor zoekgebied 6/7 wordt vanwege de grote waterdiepte waarschijnlijk een overschatting van de verstoringsafstanden gemaakt (Bijlage 7);
- Er is in de berekeningen geen rekening gehouden met tussentijds herstel van de bruinvispopulatie vanwege onzekerheden over te kiezen parameters;
- Er is nog geen rekening gehouden met cumulatie van effecten van geofysische surveys, het ruimen van UXO's, scheepvaartgeluid etc.;

- Verder zijn er diverse alternatieve technieken voor de installatie van monopalen in ontwikkeling waardoor de hoeveelheid geproduceerd onderwatergeluid substantieel kan afnemen (o.a. heihamer met PULSE-systeem, trilhamer, jetting);
- Bij gebruik van alternatieve funderingstypen, zoals drijvende windturbines of 'gravity based' funderingen wordt nauwelijks of in elk geval veel minder geluid geproduceerd. Het is echter onbekend of van dergelijke funderingen in de toekomst op het NCP ook gebruik zal of kan worden gemaakt.

Zoals hierboven toegelicht is het aantal windturbines bepalend voor het aantal bruinvisverstoringdagen en daarmee voor de effectbeoordeling van zeezoogdieren. Van alle uitersten heeft het *uiterste voor windenergie* daarom het meeste effect heeft op zeezoogdieren en het *uiterste voor visserij* het minste effect, omdat hier de minste aantallen windturbines worden geplaatst. Het aantal bruinvisverstoringdagen voor de getrechterde varianten is lager dan het aantal in de uitersten. Het verschil in bruinvisverstoringdagen is echter niet zo groot dat de effectbeoordeling van het *uiterste voor visserij* onderscheidend is in vergelijking met de getrechterde varianten.

Tabel 8.12 Effectinschatting en -beoordeling aspect zeezoogdieren zoekgebied 6/7

Uitersten	Bruinvisverstoringdagen (in miljoenen)	Beoordeling bruinvissen	Beoordeling zeehonden
Uiterste met minste effect: visserij	2,3	Beperkt negatief	Neutraal
Uiterste met meeste effect: windenergie	3,3	Negatief	Neutraal
Groepen van getrechterde varianten			
Meest brede open zone (18,5 – 19,5 GW)	1,6 – 1,7	Beperkt negatief	Neutraal
Bredere open zone (20 GW)	1,8	Beperkt negatief	Neutraal
Basis open zone (20,5 – 21,5 GW)	1,8 – 1,9	Beperkt negatief	Neutraal

8.7.3 Effectinschatting en -beoordeling Lageland en Doordewind

Aanlegfase

Uit de indicatieve berekeningen voor 2 GW extra opgesteld vermogen in Lageland blijkt dat door de aanleg ongeveer 11% van het budget aan bruinvisverstoringdagen wordt gebruikt die na realisatie van de windparken van de Routekaart 21 GW nog over is. De aanleg van 2 GW in Lageland leidt naar schatting tot ongeveer 66 duizend bruinvisverstoringdagen.

Uit de indicatieve berekeningen voor 2 en 4 GW extra opgesteld vermogen in Doordewind blijkt dat door de aanleg van windturbines respectievelijk ongeveer 17% en 33% van het budget aan bruinvisverstoringdagen wordt gebruikt. De aanleg van 2 GW in Doordewind leidt naar schatting tot ongeveer 99 duizend bruinvisverstoringdagen. Voor de aanleg van 4 GW is dat het dubbele.

Effecten op gewone en grijze zeehonden zijn verwaarloosbaar, omdat zeehonden niet of nauwelijks in Doordewind voorkomen. Het gebied ligt namelijk zo ver van de ligplaatsen af dat gewone zeehonden op hun foerageertochten het gebied niet zullen aandoen. Incidenteel zouden tussen het Verenigd Koninkrijk en de Waddenzee migrerende zeehonden in het gebied kunnen voorkomen. Het betreft daarbij vooral grijze zeehonden. De gemiddelde dichtheid is echter nog steeds heel laag. Het aantal door geluid verstoorde zeehonden tijdens de aanleg zal daarom een beperkte bijdrage leveren aan mogelijke effecten

op de populatie. Omdat Lagelander dicht bij de kust ligt dan Doordewind, is er een kans dat zeehonden het gebied tijdens foerageertochten (incidenteel) aandoen. Ook is de kans groter dat grijze zeehonden het gebied doorkruisen tijdens de migratie tussen het Verenigd Koninkrijk en Nederland of *vice versa*. Daarom is Lagelander enigszins negatief beoordeeld.

Tabel 8.13 Effectbeoordeling aspect zeezoogdieren Lagelander en Doordewind

Onderzochte gebieden	Bruinvisverstoringsdagen (in miljoenen)	Beoordeling zeezoogdieren	Beoordeling zeehonden
Lagelander (+2 GW)	0,066	Enigszins negatief	Enigszins negatief
Doordewind (+2 GW)	0,099	Enigszins negatief	Neutraal
Doordewind (+4 GW)	0,199	Enigszins negatief	Neutraal

8.7.4 Effectbeoordeling infieldkabels

Het is niet waarschijnlijk dat zeehonden effecten ondervinden van EMV, aangezien zij niet over ampullen van Lorenzini of andere elektroreceptoren beschikken waardoor zeehonden EMV kunnen waarnemen (Hermans et al., 2024). Voor bruinvissen is niet uit te sluiten dat zij magnetische velden kunnen waarnemen vanwege de aanwezigheid van structuren in de tong en onderkaak die vergelijkbaar zijn met elektroreceptoren in sommige vissoorten (Klinowska, 1990). Dit hoeft echter niet te betekenen dat EMV ook kunnen worden waargenomen en zo ja, of dat tot een effect op het gedrag leidt. Omdat de exacte effecten van de aanwezigheid van elektriciteitskabels binnen de windparken of langs de kabeltracés op het gedrag van zeezoogdieren (m.n. bruinvis) niet goed bekend zijn, is dit een leemte in kennis.

8.7.5 Mitigerende maatregelen

De volgende mitigerende maatregelen kunnen de genomen worden om de effecten op zeezoogdieren minder negatief te maken.

- Geluidlimiet tijdens heien: in Nederland wordt een limiet gesteld aan de hoeveelheid geluid die tijdens heien mag worden geproduceerd. Voor de gebieden van de PH wordt uitgegaan van een geluidnorm van SEL_{ss} (750m) = 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$. Er zijn alternatieve technieken in ontwikkeling die minder onderwatergeluid produceren, zoals heihammers met PULSE-systeem, trilhamers, en jetting. Het gebruik van deze technieken kan de hoeveelheid geluid tijdens de installatie van monopalen aanzienlijk verminderen;
- Gebruik maken van geluidsarme aanleg-, transport- en onderhoudsschepen en aanpassen van de logistieke werkwijze zodat er zo min mogelijk wordt gevaren, langzamer wordt gevaren en gebruik wordt gemaakt van ankerboeien;
- Aanleg niet tijdens gevoelige perioden voor de bruinvis.

8.7.6 Leemten in kennis

De leemten in kennis voor het aspect zeezoogdieren zijn hieronder samengevat:

- De modellering van het onderwatergeluidniveau door heien in relatie tot de afstand van de heillocatie kent nog onzekerheden, vooral waar het de hogere frequenties van het afgestraalde geluid betreft. Modellering van het onderwatergeluid door het trillen van funderingen is nog niet goed mogelijk vanwege het ontbreken van meetgegevens voor het valideren van de modelresultaten, maar de kennis op dit gebied neemt naar verwachting snel toe. Ook voor het onderwatergeluid door geofysische surveys en UXO ruiming is de modellering door een gebrek

aan meetgegevens slechts beperkt gevalideerd en daardoor onzeker. In de update van het KEC 5.0 zal nader worden onderzocht hoe de cumulatieve effecten van verschillende vormen van onderwatergeluid, ondanks het gebrek aan meetgegevens, kunnen worden beoordeeld.

- In het KEC 5.0 is uitgegaan van een worst case geluidsdosis-effectrelatie. In de berekeningen voor het KEC worden nu onrealistisch grote effectafstanden voorspeld, vooral waar het effecten van niet-gemitigeerd heigeluid betreft. De keuze voor een andere relatie kan echter nog niet worden onderbouwd. Ook is in de berekeningen nog geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid van de blootgestelde dieren als gevolg van de frequentie. Het is aannemelijk dat het toepassen van een met de frequentiegevoeligheid van het gehoor van de dieren gewogen SEL-waarde een betere voorspelling geeft van de gedragsreactie.
- De doorvertaling van effecten op het gedrag door geluidverstoring naar overlevingskansen en voortplantingssucces (vital rates) en daarmee naar effecten op de populatie kent nog grote onzekerheden. Validatie van de gebruikte aannames is lastig vanwege een gebrek aan gegevens. In de update van het KEC 5.0 vormt de verdere ontwikkeling en validatie van de beschikbare populatiemodellen dan ook een belangrijk aandachtspunt.
- Voor het kwantificeren van het aantal verstoorde bruinvissen is gebruik gemaakt van een kaart die een schatting geeft van de gemiddelde zomerdichtheid van bruinvissen op de Zuidelijke Noordzee in de periode 2016-2019. Noordzeebrede gegevens over seizoens-afhankelijke verschillen in de verspreiding zijn niet beschikbaar. Verder is nog vrijwel niets bekend over eventuele seizoens-afhankelijke migratiepatronen, locatietrouw en mogelijke sexe- en leeftijd-specifieke variatie hierin. Onderzoek met gezenderde dieren geeft hier meer inzicht in, zoals is gebleken uit resultaten van onderzoek in Deense wateren. Voor het Nederlandse deel van de Noordzee worden de mogelijkheden momenteel onderzocht. Het zal echter nog meerdere jaren duren voordat dit voldoende representatieve resultaten oplevert. Hierdoor blijft het lastig een nauwkeurigere schatting te maken van het aantal dieren dat in verschillende tijden van het jaar worden beïnvloed.
- Voor de effecten van scheepvaartgeluid en draaiende windturbines op zeezoogdieren zijn ook nog kennisleemtes. Onderzoek in de Borssele windparken heeft echter laten zien dat bruinvissen operationele windparken niet mijden, maar het is niet bekend of er andere effecten kunnen optreden die niet in dit onderzoek zijn meegenomen. In het DEMASK-project wordt nader onderzoek gedaan naar het in kaart brengen van het onderwatergeluid in en rond operationele windparken.
- Op grond van beschikbare literatuur kan niet worden geconcludeerd of en in hoeverre het foerageergedrag en/of andere vormen van gedrag van bruinvissen op locaties dicht bij EMV worden beïnvloed. Ook kunnen op grond van beschikbare wetenschappelijke studies geen conclusies worden getrokken over eventuele effecten van EMV rond gelijkstroom exportkabels of (wisselstroom) in-field kabels, die weliswaar een zwakker EMV genereren, maar die meestal niet of minder diep worden ingegraven. De exacte effecten van de aanwezigheid van elektriciteitskabels binnen de windparken of langs de kabeltracés op het gedrag van zeezoogdieren (m.n. bruinvis) zijn dus niet goed bekend.

8.8 KRM-descriptoren en -gebieden

De Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) verplicht de EU-lidstaten te bepalen wat in hun mariene wateren een goede milieutoestand is en de nodige maatregelen te treffen om deze per 2020 bereikt te hebben en vervolgens te behouden (zie paragraaf 3.2.4 voor uitgebreide beschrijving van de KRM). Dit wordt gedaan via de KRM-descriptoren en door KRM-gebieden aan te wijzen.

De KRM-gebieden op de Noordzee zijn: [Friese Front](#), [Centrale Oestergronden](#) en [Borkumse Stenen](#). In de toekomst zal ook de zuidelijke [Doggersbank](#) als KRM-gebied aangewezen worden. Belangrijk bij de KRM-gebieden is de bescherming en het herstel van het zeebodemecosysteem. Er worden geen windparken gebouwd direct in de KRM-gebieden. Er zal geen sprake zijn van directe aantasting van het zeebodemecosysteem. De KRM-gebieden worden daarom verder in dit hoofdstuk niet behandeld.

In onderstaande tabel zijn de relevante KRM-descriptoren opgenomen, worden mogelijke effecten op hoofdlijnen beschreven en wordt verwezen naar desbetreffende hoofdstukken in dit plan-MER en/of achtergronddocumenten voor een nadere toelichting. Een meer uitgebreidere beschrijving van de effecten op de afzonderlijke indicatoren van de verschillende descriptoren is te vinden in Bijlage 3.

Tabel 8.14 Overzicht relevante KRM-descriptoren en effectbeschrijving

Doel	Effect	Verwijzing/bron
D1 Biodiversiteit: Zeezoogdieren	Tijdens de aanleg van windparken wordt onderwatergeluid geproduceerd. Dit veroorzaakt verstoring van zeezoogdieren (zie ook D11). In de operationele fase kunnen, naast effecten van verstoring door onderwatergeluid effecten op de voedselbeschikbaarheid optreden. Ook kunnen indirecte effecten op de kwaliteit van het totale leefgebied optreden via effecten op de productiviteit. De aard en omvang van deze effecten zijn onbekend (zie ook D4).	Paragraaf 8.7 en achtergronddocument zeezoogdieren (Bijlage 7)
D1 Biodiversiteit: Zeevogels	In de operationele fase kunnen effecten optreden vanwege aanvaringen met de windturbines, habitatverlies door mijding van het windpark en barrièrewerking. Daarnaast kunnen effecten op de voedselbeschikbaarheid optreden door (lokale) habitatveranderingen. Indirecte effecten op de kwaliteit van het totale leefgebied via effecten op de productiviteit e.d. zijn onbekend (zie ook D4), Mogelijke doorwerking van effecten van onderwatergeluid tijdens de aanleg is onbekend (zie ook D11).	Paragraaf 0, achtergronddocument ecologie (Bijlage 4), Rode draad ecologie (Bijlage 5)
D1 Biodiversiteit: Vissen	Tijdens de aanleg van windparken kan verstoring door onderwatergeluid en vernietiging van habitat tot effecten op vissen leiden. In de operationele fase kunnen effecten optreden door habitatverandering, veranderingen in productiviteit (zie ook D4) en EMV (zie ook D11). Over aard en omvang van deze effecten bestaan veel kennisleemten.	Paragraaf 8.6, Passende beoordeling bij dit Plan-MER (Bijlage 2), achtergronddocument ecologie (Bijlage 4), Rode draad ecologie (Bijlage 5)
D 1 Biodiversiteit: Koppotigen (inktvissen)	Effecten van de aanleg en aanwezigheid van windparken op inktvissen zijn grotendeels onbekend. De turbinefunderingen en erosiebescherming bieden mogelijk gunstig substraat voor het afzetten van eieren.	Achtergronddocument ecologie (Bijlage 4)
D1C6: Pelagische habitats	Descriptor komt voort uit OSPAR en heeft betrekking op het functioneren en de samenstelling van pelagische habitats (fyto- en zoöplankton) in de Internationale Noordzee (zie ook D4) Over mogelijke effecten van de ontwikkeling van offshore wind in de Noordzee op de productiviteit van fytoplankton is informatie beschikbaar uit resultaten van modelonderzoek (zie ook D4C1 en D4C2). Deze effecten hangen samen met veranderingen in de lokale waterbeweging door de aanwezigheid van windparken. De modelberekeningen lenen zich niet voor het doen van uitspraken over de doorwerking van deze veranderingen naar hogere trofische niveaus, waaronder het zoöplankton.	Paragraaf 8.4, Achtergrondrapport Impact of offshore wind development on the North Sea ecosystem (Bijlage 6), Rode draad ecologie (Bijlage 5)
D2 Niet-inheemse soorten (D2C1)	Introductie van funderingen en andere fysieke structuren van gebiedsvreemd materiaal op de bodem kan leiden tot introductie van exoten. Deze zitten inheemse soorten vermoedelijk niet in de weg, omdat deze niet op dergelijke substraat voorkomen. De harde structuren kunnen echter wel <i>stepping stones</i> zijn voor verdere verspreiding. Aquacultuur als vorm van medegebruik kan een kans op introductie op exoten met zich meebrengen.	Achtergronddocument ecologie (Bijlage 4)

D3 Commercieel geëxploiteerde vis, schaal- en schelpdieren	Hoewel commerciële vissoorten, schaal- en schelpdieren in de zoekgebieden voorkomen, zijn effecten op deze groep soorten niet expliciet onderzocht binnen de scope van de PH PNZ. Enerzijds omdat duurzaam beheer van deze meestal talrijke en wijdverspreide soorten toebehoort aan het Gemeenschappelijk Visserijbeleid. Anderzijds zijn er nog kennisleemtes over welke paaigronden mogelijk overlappen met de windparken en kunnen hier nog geen uitspraken over worden gedaan.	
D4 Voedselwebben	Bij deze descriptor gaat het (tot nu toe) om de diversiteit van-, het evenwicht tussen-, de grootteverdeling binnen- en de productiviteit van een drietal belangrijke componenten van het mariene voedselweb: fytoplankton, zoöplankton en vissen. De aanwezigheid van windparken kan hier effecten op hebben door beïnvloeding van de productiviteit en samenstelling van het fytoplankton (zie ook D1C6) en door het aanbrengen van hardsubstraat en kabels (EMV). Daarnaast kunnen veranderingen in de visgemeenschap optreden als binnen de windparken niet wordt gevist.	Paragraaf 8.4, achtergronddocument ecologie (Bijlage 4), Rode draad ecologie (Bijlage 5), Impact of offshore wind farms on the North Sea ecosystem (Bijlage 6)
D5 Eutrofiëring	De descriptor D5 Eutrofiëring heeft betrekking op concentraties van de nutriënten N en P in het water (D5C1), concentraties chlorofyl-a (D5C2) en zuurstofconcentraties bij de zeebodem (D5C5). Windparken hebben geen invloed op de nutriëntenconcentraties, maar kunnen door effecten op de zomerstratificatie wel effecten hebben op de beschikbaarheid van nutriënten en daardoor op de chlorofyl-a concentratie en mogelijk ook op de zuurstofconcentratie bij de bodem.	Paragraaf 8.4, Rode draad ecologie (Bijlage 5), Impact of offshore wind farms on the North Sea ecosystem (Bijlage 6)
D6 Zeebodintegriteit	De descriptor D6 'Zeebodintegriteit' heeft betrekking op het voorkomen van onevenredige aantasting van de benthische ecosystemen. Door de aanleg van windparken treedt een beperkt verlies van oppervlak zeebodem op door het plaatsen van de funderingen met bijbehorende erosiebescherming en de aanleg van kabels. Daarnaast treedt habitatverandering op door de aanwezigheid van hardsubstraat wat, mogelijk in combinatie met een verandering in de lokale waterbeweging via effecten op de productiviteit, tot verschuivingen in het voedselweb kan leiden (zie ook D4).	Paragraaf 8.5 en 8.6, achtergronddocument ecologie (Bijlage 4), Impact of offshore wind farms on the North Sea ecosystem (Bijlage 6), Rode draad ecologie (Bijlage 5)
D7 Hydrografische eigenschappen	De descriptor D7 'Hydrografische eigenschappen' heeft betrekking op eventuele schade aan mariene ecosystemen door een permanente verandering van de hydrografische eigenschappen. In de diepere delen van de Noordzee is het water in de zomer niet volledig gemengd. Dergelijke gebieden, w.o. zoekgebied 6/7, zijn gevoelig voor destratificatie-effecten als daar winturbines worden geplaatst. Dit is het gevolg van de lokale veranderingen in de waterbeweging (turbulentie) rond de turbinefunderingen. Dit leidt tot veranderingen in de algengroei en troebelheid en kan (onbekende) gevolgen voor het hele voedselweb hebben. De mate waarin dergelijke doorwerking kan plaatsvinden is onduidelijk. Het modelleren hiervan staat nog in de beginfase van ontwikkeling. In niet-gestratificeerde delen van de Noordzee, waar zoekgebied Lagelander ligt, zijn dergelijke effecten niet te verwachten.	Impact of offshore wind farms on the North Sea ecosystem (Bijlage 6), Rode draad ecologie (Bijlage 5)
D8 Verontreinigende stoffen	Tijdens het gebruik en onderhoud van het windpark is er kans op emissies van stoffen. Met name van corrosiebeschermings-systemen (epoxy coatings, opofferingsmetalen) en SF ₆ ⁷ . Het RIVM ⁸ heeft de effecten van deze stoffen bij wind op zee onderzocht. Uit onderzoek blijkt dat zeker is dat het gebruik van specifieke metalen om de turbine te beschermen geen schadelijke effecten kan hebben voor mens en milieu. <i>Wordt niet onderzocht binnen de scope van de PH PNZ.</i>	
D9 Verontreinigingen in visserijproducten + D9C1	<i>Wordt niet onderzocht omdat binnen de scope van de PH PNZ geen wezenlijke effecten worden verwacht.</i>	

⁷ RIVM (2021). Inzicht in emissies van chemische stoffen bij windturbines op zee

⁸ RIVM (2023). Beoordeling mogelijke risico's van chemische stoffen en plastic deeltjes van windturbines op zee.

D10 Zwerfvuil	<i>Wordt niet onderzocht omdat binnen de scope van de PH PNZ geen wezenlijke effecten worden verwacht, met uitzondering van D10C2 Microafval omdat - hoewel door slijtage van de rotorbladen microplastics in het water terecht kunnen komen - er nog te veel kennisleemtes zijn om hier nadere uitspraken over te kunnen doen.</i>	
D11 Toevoer van energie: Onderwatergeluid	Descriptor D11 'Toevoer van energie' heeft vooral betrekking op Onderwatergeluid, maar daar zijn indicatoren voor warmte en elektromagnetische velden (EMV) aan toegevoegd. Bij de aanleg van windparken wordt impulsief onderwatergeluid geproduceerd (D11C1), wat tot tijdelijke verstoring van zeezoogdieren (m.n. bruinvissen) kan leiden met mogelijke gevolgen voor de populatie (zie D1C2 & D1C4). In de operationele fase neemt de hoeveelheid continu geluid toe. Het is niet bekend wat de effecten hiervan op het zeeleven zijn (D1C2 & D1C4). Effecten van door (ingegraven) kabels gegenereerde warmte zijn als verwaarloosbaar ingeschat. Over de effecten van EMV rond de kabels op de populaties van hiervoor gevoelige soorten bestaan nog kennisleemten (D1 & C4).	Paragraaf 8.6 en 8.7, achtergronddocument ecologie (Bijlage 4), Achtergronddocument zeezoogdieren (Bijlage 7), Rode draad ecologie (Bijlage 5) Paragraaf 15, Quickscan Waterstof (Bijlage 15)

9 Scheepvaart

Voor het inschatten en beoordelen van effecten op scheepvaart is gekeken naar twee aspecten: de bereikbaarheid voor scheepvaart, voor zowel routegebonden verkeer als niet routegebonden verkeer, en naar effecten op de scheepvaartveiligheid. De effectbeschrijving- en beoordeling zijn gebaseerd op onderzoek van Arcadis (Bijlage 8) en MARIN (Bijlage 9). In het onderzoek van Arcadis is gebruik gemaakt van het MARIN-onderzoek en van de bevindingen van een tweetal expertsessies. Het aspect scheepvaartveiligheid wordt toegelicht en beoordeeld in paragraaf 9.1 en het aspect scheepvaartbereikbaarheid wordt toegelicht en beoordeeld in paragraaf 9.2.

Kader 9.1 Scheepvaartrouten netwerk

Scheepvaart op de Noordzee vindt in de situatie zonder windparken vrij plaats tenzij er sprake is van routeringsmaatregelen of obstakels (zoals windparken en platforms). Zodra windturbines worden gerealiseerd levert dit beperkingen op voor de (niet routegebonden) scheepvaart, die verder doorwerken dan alleen bij de locatie zelf. Vaarroutes worden bijvoorbeeld minder logisch, wat zou kunnen leiden tot andere verkeersstromen omdat schepen om windparken heen moeten varen, waar voorheen vrije doorvaart mogelijk was. Het is dus nodig om bij de effectbeoordeling eerst het gehele scheepvaartnetwerk te beschouwen, en daarna de meer lokale effecten bij de verschillende beschouwde gebieden voor windenergie.

Beschouwde uitersten en varianten in beoordeling

In de effectbeoordeling is als worst case (uiterste met de meeste effecten op scheepvaart) uitgegaan van de inrichting zoals bij het *uiterste voor windenergie*, dat wil zeggen het volledig invullen van zoekgebied 6/7 met windturbines. Alleen bij het berekenen van de kansen op incidenten heeft MARIN rekening gehouden met ~49 GW geïnstalleerd vermogen. Dat is meer dan bij het *uiterste voor windenergie*, omdat MARIN met een eigen grid voor windturbines heeft gewerkt. Dat betekent dat bij de berekeningen van de incidenten bij dit uiterste enige overschatting heeft plaats gevonden. Voor inzicht in de situatie met de minste effecten is uitgegaan van de *uiterste combinatievariant met de minste windenergie*. Reden is dat voorafgaand aan de effectbepalingen niet bekend was of een open zone door zoekgebied 6/7 meer of minder veiligheidsrisico's zou hebben. Aan de hand van de modelberekeningen aan bovengenoemde twee uitersten is geconcludeerd dat bij het *uiterste voor windenergie* de meeste risico's en bij de uiterste combinatievariant met de minste windturbines en de grootste open zone de minste risico's worden verwacht. Hetzelfde geldt voor de verwachte gevolgen voor de bereikbaarheid. Daarom zijn deze uitersten beschouwd voor scheepvaart.

Verder zijn de beoordeelde varianten iets afwijkend van de getrechterde varianten in dit plan-MER (zie Figuur 9.1). Reden is dat het scheepvaartveiligheidsonderzoek al eerder is uitgevoerd, voorafgaand aan de trechtering van zoekgebied 6/7, om eerst te bekijken wat de gevolgen van een open zone door zoekgebied 6/7 zouden zijn. De getrechterde varianten zijn later ontwikkeld en wijken slechts beperkt af van de MARIN-varianten (zie Figuur 9.1 voor MARIN-varianten). Voor de effectbeoordeling is daarom aangesloten bij de best passende varianten uit de rapporten van MARIN.

9.1 Scheepvaartveiligheid

9.1.1 Effectbeschrijving

Mogelijke effecten

In algemene zin vormen de nieuwe windturbines extra objecten op zee, die potentieel leiden tot incidenten. In alle gevallen zullen aan te wijzen windenergiegebieden daarmee negatieve gevolgen hebben voor de

scheepvaartveiligheid. Er zijn drie typen incidenten mogelijk: Schip-schip incidenten, schip-platform incidenten en schip-turbine incidenten. De kans hierop is berekend met het MARIN-model. Het gehanteerde model doet geen uitspraken over de gevolgen van incidenten en alle typen incidenten tellen mee in de kansberekeningen. De gevolgen kunnen echter variëren van een geringe beschadiging van schip of windturbine tot een incident met meerdere dodelijke slachtoffers, ernstige milieuschade en/of hoge financiële schade. Om meer over de daadwerkelijke risico's te zeggen is het nodig daar meer zicht op te krijgen (kennisleemte).

Kader 9.2 Toename scheepvaartverkeer als gevolg van aanleg en onderhoud windparken

Voor de aanleg en onderhoud van een windpark op zee zal aanvullend scheepvaartverkeer optreden. Dit is vanwege onzekerheden nu nog niet meegenomen in de modellen. Zo is het nog enigszins onduidelijk hoe werkverkeer zich gaat ontwikkelen bij de grootschalige uitrol van windenergie verder op zee. Andere onzekerheden zijn onder andere de gevolgeffekten van een aanvaring of een aandrijving van een windturbine, effecten van windparken op het gedrag van bemanning (human factors) en effectiviteit van mitigerende maatregelen.

Aanpak effectinschatting en -beoordeling

Om kwantitatieve uitspraken te kunnen doen over scheepvaartveiligheid zijn modelberekeningen gemaakt voor de kans op scheepvaartincidenten (Bijlage 9). Hiervoor is gebruik gemaakt van het kwantitatief model SAMSON. Vervolgens zijn de modelresultaten aangevuld met *expert judgement*. Beide bevindingen, en de beoordelingen van de ingeschatte effecten, zijn in het achtergrondrapport van Arcadis (Bijlage 8) beschreven.

De kans op scheepvaartincidenten is berekend per windenergiegebied (Lageland, Doordewind, zoekgebied 6/7 en de gebieden in de referentie) en cumulatief voor de beschouwde gebieden in dit plan-MER. Omdat de beschouwde gebieden sterk in omvang verschillen, is ook een relatieve vergelijking gemaakt van de kans op aanvaringen/-drijvingen per individuele windturbine. Daarmee wordt inzichtelijk gemaakt hoe de effecten per gebied zich verhouden en hoe de aanvaringskans moet worden gezien in het licht van andere windparken op zee die al onderdeel zijn in de referentiesituatie

Onderzochte varianten

De modelberekeningen voor zoekgebied 6/7 zijn gedaan voor:

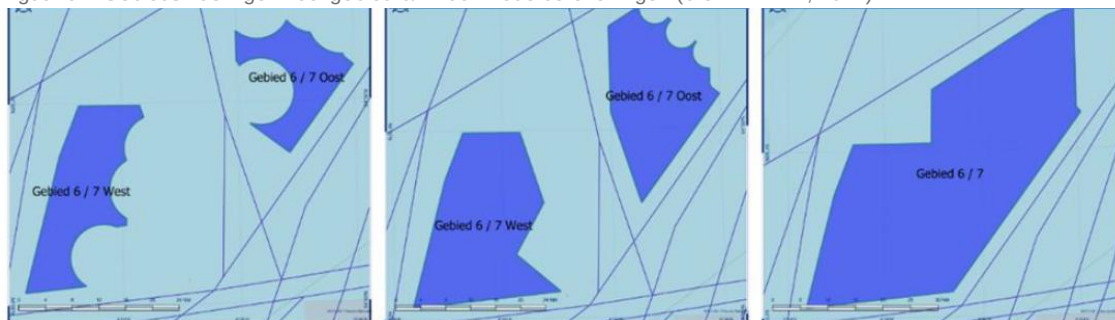
1. **Uiterste voor windenergie.** Dit is het uiterste met een geheel "gesloten gebied", zoals het in het MARIN-onderzoek is onderzocht, alleen in dit geval met 49 GW aan windenergie-vermogen⁹ (figuur 9.1, rechts);
2. **Uiterste combinatievariant met minste windenergie.** Dit is de combinatie van alle uitersten resulterend in een maximale open zone. Deze variant komt qua ruimtelijke indeling overeen met de uiterste combinatievariant met het minste windenergie, maar dan met 13 GW¹⁰. Deze variant lijkt vanuit het perspectief van scheepvaart bovendien op de getrechterde variant met de meest brede open zone (nr. 8 in Bijlage 1). De onderzochte variant voor de modelberekening is weergegeven in figuur 9.1 (links);

⁹ In de MARIN-studie heeft MARIN een eigen "grid" met windturbines gebruikt waardoor in de berekeningen van meer windturbines is uitgegaan, daardoor komen in deze studie voor overeenkomstige gebiedsindelingen de hoeveelheden geïnstalleerd vermogen aan windenergie hoger uit dan de berekeningen voor Afry die voor de overige effectinschattingen zijn gehanteerd. Het aantal scheepvaart-incidenten geeft dus een *worse case* situatie weer met meer turbines.

¹⁰ In de MARIN-studie heeft MARIN een eigen "grid" met windturbines gebruikt waardoor in de berekeningen van andere aantallen windturbines is uitgegaan. Zie voetnoot 9 hierboven.

3. **Smalle open zone.** Effecten zijn berekend voor een gebiedsindeling met een smalle open zone, die vanuit het perspectief van scheepvaart lijkt op de getrechterde varianten waarbij de zuidoosthoek van de open zone gesloten is (nr. 1, 3, 5 en 7 in Bijlage 1). De onderzochte variant voor de modelberekening is weergegeven in figuur 9.1 (midden).

Figuur 9.1 Gebiedsindelingen zoekgebied 6/7 voor modelberekeningen (bron: MARIN, 2024)



In de effectbeoordeling wordt nader ingegaan op de uitersten en de getrechterde varianten. De effecten zijn kwalitatief beoordeeld op basis van expert judgement en de inschattingen van effecten van bovenstaande uitersten en varianten.

9.1.2 Effectinschatting en -beoordeling

Bij de effectinschatting- en beoordeling van scheepvaartveiligheid wordt eerst ingegaan op het cumulatieve effect in zoekgebied 6/7, Lageland en Doordewind. Vervolgens worden, om de effecten in de context te plaatsen van de gehele Noordzee, de relatieve effecten per windturbine bekeken in de beschouwde gebieden en de referentie. Vervolgens wordt ingegaan op een belangrijk vraagstuk in de ruimtelijke analyse, namelijk wat het voor scheepvaartveiligheid betekent als door het gebied een open zone wordt vrijgehouden van windparken. Vervolgens worden per individueel gebied de effecten van windparken besproken en wordt een beoordeling gegeven.

Cumulatieve effecten en context in noordelijke Noordzee

In Tabel 9.1 zijn de cumulatieve effecten weergegeven en beoordeeld. Aan de hand van de uitkomsten wordt geconcludeerd dat de windparken nauwelijks tot geen invloed hebben op het totaal aantal schip-schip ongevallen en schip-platform ongevallen. De windparken hebben volgens dit model vooral invloed op het aantal schip-windturbine aanvaringen en aandrijvingen. Bij de effectinschatting en -beoordeling van de individuele windenergiegebieden wordt voor het aspect scheepvaartveiligheid daarom alleen verder ingegaan op de schip-windturbine incidenten. In Tabel 9.1 is te zien dat, afhankelijk van de invulling van zoekgebied 6/7 het aantal modelmatig berekende totaal aantal incidenten toeneemt van 2,468 per jaar (referentie) naar 2,582 - 2,752 per jaar, de toename is 0,114 - 0,257 incidenten per jaar. Daarbij wordt de bovenkant van de bandbreedte bepaald door het uiterste voor windenergie (49 GW) en de onderkant van de bandbreedte door de uiterste combinatievariant met het minste windenergie (13 GW). Het aantal windturbines is hierbij sterk bepalend voor het berekende aantal incidenten.

Tabel 9.1 Inschatting en beoordeling cumulatieve effecten scheepvaartveiligheid

Gebieden meegenomen in cumulatieve vergelijking	Type incident	Aantal berekende incidenten per jaar NL EEZ	Kwalitatieve beoordeling t.o.v. referentiesituatie
Referentie	Schip-schip	1,644	n.v.t.
	Schip-platform	0,291	
	Schip-turbine	0,534	
	Totaal	2,468	
- Referentie - Zoekgebied 6/7 (49 GW) - Doordewind (+4 GW) - Lagelander (2 GW)	Schip-schip	1,676	Neutraal
	Schip-platform	0,291	Neutraal
	Schip-turbine	0,758	Sterk negatief
	Totaal	2,725 Verskil met referentie: 0,257	Negatief
- Referentie - Zoekgebied 6/7 (26 GW) - Doordewind (+4 GW) - Lagelander (2 GW)	Schip-schip	1,646	Neutraal
	Schip-platform	0,294	Neutraal
	Schip-turbine	0,691	Negatief
	Totaal	2,631 verschil met referentie: 0,163	Beperkt negatief
- Referentie - Zoekgebied 6/7 (13 GW) - Doordewind (+4 GW) - Lagelander (2 GW)	Schip-schip	1,646	Neutraal
	Schip-platform	0,294	Neutraal
	Schip-turbine	0,642	Negatief
	Totaal	2,582 verschil met referentie: 0,114	Enigszins negatief¹¹

Het totale effect wordt sterk bepaald door het aantal incidenten (scheepsongevallen) voor zoekgebied 6/7. Dit is veruit het hoogst in vergelijking met de andere beoogde windenergiegebieden en alle bestaande windparken. Dit komt door de relatief grote omvang van zoekgebied 6/7 in vergelijking met de andere gebieden. Daarbij wordt tegelijk opgemerkt dat bij aanwijzing van zoekgebied 6/7 met open zone ongeveer 100% meer windturbinecapaciteit kan worden gerealiseerd ten opzichte van de referentie, terwijl het aantal incidenten met schip-turbine aanvaringen/aandrijvingen met minder dan 20% toeneemt. Met andere woorden: het opgesteld vermogen neemt veel sterker toe dan het aantal incidenten.

Omdat de verschillende windenergiegebieden sterk in omvang verschillen, is een relatieve vergelijking gemaakt van de kans op een aanvaring/aandrijving per individuele windturbine (Arcadis, 2025). Deze kans is voor alle individuele windenergiegebieden inzichtelijk gemaakt in Figuur 9.2. Op basis van deze vergelijking zijn de volgende conclusies getrokken:

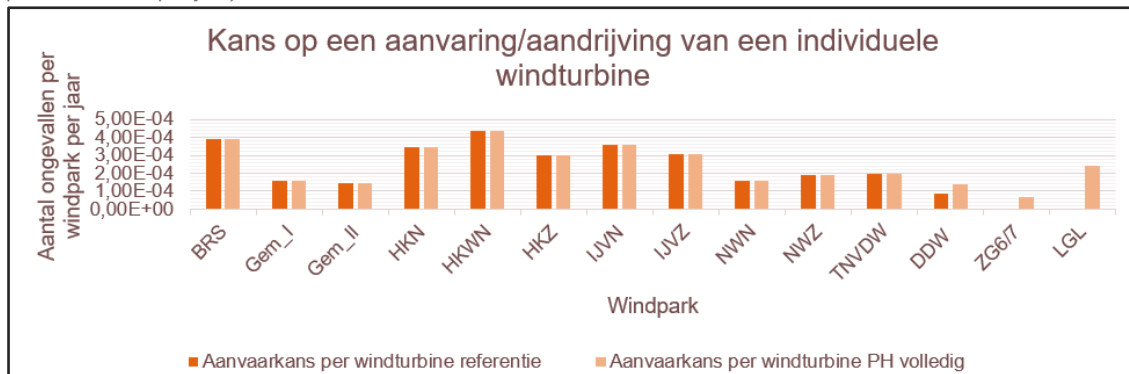
- Zoekgebied 6/7 scoort per individuele windturbine het laagst in vergelijking met de reeds bestaande windparken, de al aangewezen windenergiegebieden en de andere gebieden die in het kader van de PH worden beschouwd. Ervan uitgaande dat de windenergie-opgave behaald wordt, is het dus relatief gunstig voor de scheepvaartveiligheid om zoekgebied 6/7 te benutten voor windturbines;
- Doordewind en Doordewind (west) kennen eveneens een zeer lage kans op aanvaringen/aandrijvingen per windturbine en het is in vergelijking met andere gebieden ook relatief gunstig om dit zoekgebied te benutten voor windturbines.

¹¹ Hoewel 2 GW in Lagelander is beoordeeld als beperkt negatief (zie Tabel 9.4), is deze cumulatieve beoordeling enigszins negatief. Reden hiervoor is dat het overgrote deel van het opgestelde vermogen in deze vergelijking is voorzien in zoekgebied 6/7 en Doordewind. Deze gebieden zijn beide als enigszins negatief beoordeeld (zie Tabel 9.2 en Tabel 9.4) en daarom is ook de cumulatieve beoordeling enigszins negatief.

- Lagelanders heeft een relatief hoge kans op aanvaringen/aandrijvingen per windturbine, ongeveer vergelijkbaar met het gemiddelde van de windenergiegebieden in de referentiesituatie. Daarmee is het in relatieve zin (per windturbine of GW) in relatief opzicht ongunstig om Lagelanders te benutten voor windenergie, in vergelijking met zoekgebied 6/7 en Doordewind.

Bij de effectinschatting en -beoordeling wordt nader ingegaan op de relatieve beoordeling per uiterste en getrechterde varianten.

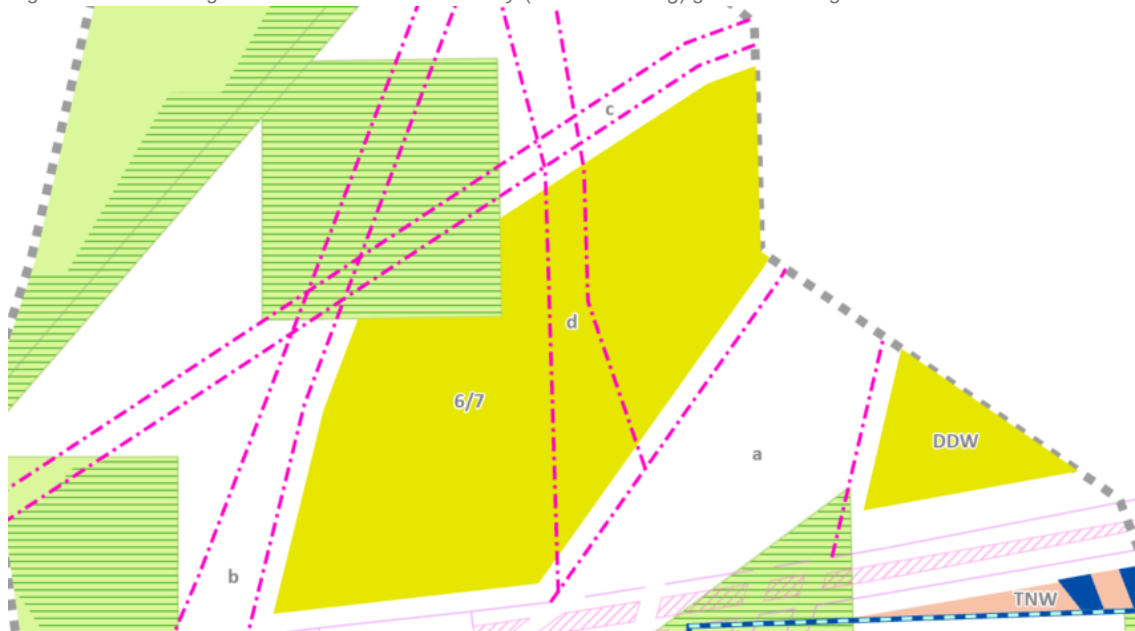
Figuur 9.2 Gemiddelde aanvaar/aandrijffrequentie van een individuele windturbine in een windpark (in aantal ongevallen per windturbine per jaar), bron: Arcadis 2025



Open zone door zoekgebied 6/7

Het toepassen van een open zone in zoekgebied 6/7 is onderzocht voor scheepvaartveiligheid en -bereikbaarheid. Het berekende aantal incidenten bij een gesloten zoekgebied 6/7 is 0,1658 per jaar (zie Tabel 9.2). Bij een gebiedsindeling met een open zone varieert dit aantal van 0,0522 (uiterste combinatievariant minste windenergie) tot 0,1009 (smalle open zone). Hieruit is af te leiden dat het instellen van een open zone gunstig is voor scheepvaartveiligheid. Dat komt met name doordat er bij een volledige invulling van zoekgebied 6/7 aanzienlijk meer windturbines zijn en omdat er in dat geval meer windturbines langs scheepvaartroutes staan. Scheepvaartveiligheid wordt daarom minder negatief beoordeeld in varianten met een open zone. Deze conclusie wordt onderschreven door experts, die daarbij adviseren dat een open zone voldoende ruimte moet bieden voor een veilige *clearway*. Dit advies is benut bij de convergerende stap naar de getrechterde varianten. In paragraaf 9.2 is te zien dat in vergelijking met het gesloten gebied een open zone door zoekgebied 6/7 ook gunstig is voor de bereikbaarheid.

Figuur 9.3 Afbakening minimale ruimte voor *clearway* ('d' in afbeelding) gehanteerd in getrechterde varianten



Getrechterde varianten zoekgebied 6/7

Samenvatting effectinschatting en -beoordeling zoekgebied 6/7

De getrechterde varianten, die variëren in de omvang van de open zone, kennen beperkte verschillen qua scheepvaartveiligheid. Een grotere open zone vergroot in enkele varianten de afstand tussen de vaarbaan en toekomstige windparken en dat geeft meer ruimte om op grotere afstand van windturbines te varen, en is dus veiliger. Een bredere open zone dan de basis open zone is gunstiger maar volgens experts niet noodzakelijk voor een veilige *clearway*, omdat de vaarbaan in alle getrechterde varianten al voldoende breed is. Ook voor het niet routegebonden verkeer is een iets bredere open zone gunstig. De verschillen tussen de getrechterde varianten zijn beperkt en hebben slechts geringe invloed op de beoordeling van de scheepvaartveiligheid.

De effectinschatting en -beoordeling is opgenomen in Tabel 9.2 en de overwegingen per uiterste en getrechterde variant worden onder de tabel nader toegelicht. Daarnaast is in Tabel 9.3 een relatieve effectbeoordeling per windturbine opgenomen.

Tabel 9.2 Effectinschatting en -beoordeling aspect scheepvaartveiligheid zoekgebied 6/7

Varianten	Aantal aanvaringen/-drijvingen windturbines per jaar	Gemiddeld aantal incidenten per jaar per windturbine	Beoordeling absolute effect
Referentiesituatie	0,5249-(NL EEZ)	2,78E-04	n.v.t.
Uiterste voor windenergie (variant MARIN – gesloten gebied, 49 GW)	+ 0,1658	6,79E-05	Negatief
Smalle open zone (variant MARIN, 26 GW)	+ 0,1009	7,99E-05	Beperkt negatief
Uiterste combinatievariant minste windenergie (variant	+ 0,0522	7,76E-05	Enigszins negatief

MARIN – maximale open zone (13 GW)			
Basis open zone (ca. 20,5 – 21,5 GW)	Niet berekend	Niet berekend, naar verwachting ongeveer gelijk aan variant MARIN smalle open zone*	Beperkt negatief
Meest brede open zone (ca. 18,5 – 19,5 GW)	Niet berekend	Niet berekend, naar verwachting ongeveer gelijk aan variant MARIN maximale open zone*	Enigszins negatief

*o.b.v. huidige beschikbare informatie en expert judgement

Tabel 9.3 Relatieve effectbeoordeling aspect scheepvaartveiligheid zoekgebied 6/7

Varianten	Relatieve beoordeling
Uiterste voor windenergie (variant MARIN – gesloten gebied ,49 GW)	Sterk positief
Smalle open zone (variant MARIN, 26 GW)	Sterk positief
Uiterste combinatievariant minste windenergie (variant MARIN – maximale open zone (13 GW)	Sterk positief
Basis open zone (ca. 20,5 – 21,5 GW)	Niet berekend
Meest brede open zone (ca. 18,5 – 19,5 GW)	Niet berekend

Uiterste voor windenergie (variant MARIN – gesloten gebied ,49 GW)

Uit de kwantitatieve berekeningen blijkt een toename van 0,1658 aanvaringen/-drijvingen met windturbines per jaar ten opzichte van de referentiesituatie. De beoordeling is negatief vanwege de volgende redenen:

- Er ontstaan lange contourlijnen langs de (drukke) scheepvaartroute ten zuiden en ten zuidoosten van zoekgebied 6/7;
- Door de grootte van het gebied ontstaat verdrukking van zowel route- als niet routegebonden verkeer naar omliggende scheepvaartroutes die daardoor enigszins drukker worden, waarbij de intensiteiten relatief beperkt zijn;
- Bestemmingsverkeer in het windpark legt lange afstanden af binnen het windpark langs windturbines;
- De grootte van het gebied kan mogelijk SAR-operaties bemoeilijken.

Dit uiterste is ook relatief (per windturbine) beoordeeld ten opzichte van andere windparken op de Noordzee en scoort op dit punt sterk positief. Dit komt doordat de gemiddelde aanvaar- en aandrijfkans veel lager is dan voor windparken die in de referentiesituatie zijn meegenomen. De totale hoeveelheid windturbines in zoekgebied 6/7 in combinatie met het aantal geplaatste windturbines direct langs (drukke) vaarroute, maakt dat de aanvaringskans per windturbine relatief gering is. De aanvaringskans van windturbines binnenin het windpark is namelijk heel erg klein. In een groot windpark zijn er relatief meer windturbines binnen het windpark, dan aan de randen langs de vaarroute, waardoor kans op aanvaring per windturbine kleiner is. Ook zijn de scheepvaartintensiteiten ten noorden van het scheepvaartstelsel en de route naar de SN10 beduidend lager dan ten zuiden daarvan.

Smalle open zone (variant MARIN, 26 GW)

Uit de kwantitatieve berekeningen blijkt een toename van 0,1009 aanvaringen/-drijvingen met windturbines per jaar ten opzichte van de referentiesituatie. De aanvaringskans is lager dan in het *uiterste voor windenergie*. De beoordeling is daarmee beperkt negatief vanwege de volgende redenen:

- Er ontstaan redelijk lange contourlijnen langs (drukke) scheepvaartroutes;
- Door de grootte van het gebied ontstaat enige verdrukking van met name niet routegebonden verkeer naar omliggende scheepvaartroutes;
- Bestemmingsverkeer in het windpark legt redelijk lange afstanden af in het windpark langs windturbines;
- De grootte van het gebied kan mogelijk SAR-operaties enigszins bemoeilijken.

Deze variant is ook relatief (per windturbine) beoordeeld en scoort op dit punt sterk positief. Dit komt doordat de gemiddelde aanvaar- en aandrijfkans veel lager is dan van de referentiesituatie door de totale hoeveelheid windturbines in combinatie met het aantal geplaatste windturbines direct langs (drukke) vaartroutes. Contouren langs scheepvaartroutes/*clearway* worden weliswaar langer door een open zone door zoekgebied 6/7, maar de contouren aan de zuidoost zijde van zoekgebied 6/7 worden korter. Juist aan de zuidoost zijde zijn de grootste scheepvaartveiligheidsrisico's voorspeld. Daarom zijn er bij het open houden van een open zone door zoekgebied 6/7 minder risico's.

Uiterste combinatievariant minste windenergie (variant MARIN – maximale open zone, 13 GW)

Uit de kwantitatieve berekeningen blijkt een toename van 0,0522 aanvaringen/-drijvingen met windturbines per jaar ten opzichte van de referentiesituatie. De beoordeling luidt enigszins negatief vanwege de volgende redenen:

- De lengte van contourlijnen langs (drukke) scheepvaartroutes is redelijk beperkt;
- Verdrukking van met name niet routegebonden verkeer naar omliggende scheepvaartroutes is redelijk beperkt;
- Bestemmingsverkeer in windpark legt redelijk lange afstanden af in het windpark langs windturbines.

Deze variant is ook relatief (per windturbine) beoordeeld en scoort op dit punt sterk positief vanwege de lagere gemiddelde aanvaar- en aandrijfkans dan van de referentiesituatie. Dit komt door de totale hoeveelheid windturbines in combinatie met het aantal geplaatste windturbines direct langs (drukke) Vaartroutes. De zuidoosthoek van de open zone wordt in deze variant vrijgehouden van windturbines. Juist aan de zuidoost zijde van zoekgebied 6/7 zijn de grootste scheepvaartveiligheidsrisico's voorspeld.

Basis open zone

In essentie is deze variant (20,5 - 21,5 GW) vanuit het perspectief van scheepvaart vergelijkbaar met de 26 GW variant uit MARIN (2024). Dit omdat contouren langs de vaarbanen vergelijkbaar zijn. Het is daarom te verwachten dat het absoluut aantal ongevallen ongeveer gelijk is. De beoordeling voor het absoluut aantal ongevallen kan dus als vergelijkbaar worden gezien en worden overgenomen voor de getrechterde variant. Omdat er voor de getrechterde varianten geen kwantitatieve berekeningen beschikbaar zijn is het relatieve effect niet beoordeeld.

Meest brede open zone

In essentie is deze getrechterde variant vanuit het perspectief van scheepvaart vergelijkbaar met de 13 GW variant uit MARIN (2024) met het verschil dat de benodigde contouren rondom mijnbouwplatformen kleiner zijn gekozen. Dit heeft naar verwachting weinig invloed op het totaal aantal ongevallen.

Lagelander en Doordewind

De effectinschatting en -beoordeling voor Lagelander en Doordewind is opgenomen in Tabel 9.4. Ook voor windenergiegebied Doordewind is het aanvaar- en aandrijfrisico relatief laag. Het aantal schip-turbine

aanvaringen/aandrijvingen neemt bij dit windenergiegebied (bij variant +4 GW) met circa 8% toe, terwijl de windturbinecapaciteit met bijna 20% toeneemt. Voor windenergiegebied Lageland (2 GW) is het relatieve verschil minder groot. Met dit windenergiegebied is het aantal GW op de Noordzee met 9% te vergroten, terwijl het aantal schip-turbine incidenten met circa 5% toeneemt. De effectinschatting en -beoordeling worden nader toegelicht in onderstaande paragrafen. Voor Doordewind +4GW geldt in de tweede kolom van Tabel 9.4 een bandbreedte min./max. vanwege variërende intensiteiten als wel/geen route mogelijk maken door zoekgebied 6/7 wordt gerealiseerd.

Tabel 9.4 Effectinschatting en -beoordeling aspect scheepvaartveiligheid Lageland en Doordewind

Onderzochte gebieden	Aantal aanvaringen/-drijvingen windturbines per jaar	Gem. aantal incidenten per jaar per windturbine	Beoordeling absolute effect
Referentiesituatie	0,5249-(NL EEZ)	2,78E-04	n.v.t.
Lageland (+2 GW)	+ 0,0243	2,43E-04	Beperkt negatief
Doordewind (+4 GW)	+ 0,0410 - 0,0412	1,37E-04	Enigszins negatief
Doordewind (+2 GW)	Niet berekend	Niet berekend	Enigszins negatief

Tabel 9.5 Relatieve effectbeoordeling aspect scheepvaartveiligheid Lageland en Doordewind

Onderzochte gebieden	Aantal aanvaringen/-drijvingen windturbines per jaar
Lageland (+2 GW)	Neutraal
Doordewind (+4 GW)	Beperkt positief
Doordewind (+2 GW)	Niet berekend

Lageland

Uit de kwantitatieve berekeningen blijkt een toename van 0,0243 aanvaringen/-drijvingen met windturbines per jaar ten opzichte van de referentiesituatie. Uit de expertsessie komt naar voren dat er echter extra risico's worden voorzien bij Lageland, die niet in de modelberekeningen zijn verdisconteerd. Deze risico's zijn meegenomen in de effectbeoordeling en leiden tot een beperkt negatieve beoordeling vanwege de volgende redenen:

- Het gebied ligt ingesloten tussen drukke vaarroutes en nabij kruispunten;
- Dit gebied drukt een deel van het aanwezig niet routegebonden scheepvaartverkeer in het gebied richting omliggende (erg) drukke vaarroutes;
- Gebied heeft ook andere nautische functies zoals voor uitwijken/-driften. Op het zuidelijk deel van de Noordzee - waar dit gebied onderdeel van uitmaakt – is hiervoor echter al steeds minder ruimte voor;
- Vanwege bovenstaande punten (volgend uit *expert judgement* sessie) is de beoordeling negatiever dan wanneer alleen naar de incidentkans zou worden gekeken.

Deze variant is ook relatief (per windturbine) beoordeeld en scoort op dit punt neutraal omdat de gemiddelde aanvaar- en aandrijfkans ongeveer gelijk is met die van windparken in de referentiesituatie. Hierdoor wordt de scheepvaartveiligheid bij windparken in Lageland relatief (per windturbine) ongunstiger beoordeeld dan Doordewind en zoekgebied 6/7 (zie ook Figuur 9.2).

Doordewind (+4 GW)

Uit de kwantitatieve berekeningen blijkt een toename van 0,0243 aanvaringen/-drijvingen met windturbines per jaar ten opzichte van de referentiesituatie. Dit is vertaald in een enigszins negatieve beoordeling vanwege de volgende redenen:

- Het gebied ligt deels langs drukke vaarroutes;
- Verdrukking van met name niet routegebonden verkeer naar omliggende scheepvaartroutes is redelijk beperkt;
- Goede overgang naar de Duitse windparken, hetgeen de veiligheid bevordert.

De beoordeling van het relatieve effect (per windturbine) voor deze variant is positief omdat de gemiddelde aanvaar- en aandrijfkans beduidend lager is dan die van de referentiesituatie in combinatie met het aantal geplaatste windturbines direct langs (drukke) vaarroutes.

Doordewind (+2 GW)

Voor deze variant zijn geen kwantitatieve berekeningen uitgevoerd. De beoordeling is enigszins negatief vanwege de volgende redenen:

- Omdat de contouren niet veel korter zijn bij +2 GW in vergelijking met de invulling van +4 GW in totaal, is ongeveer hetzelfde aantal ongevallen te verwachten;
- Kans dat scheepvaart in een muur van windturbines loopt aan de grens bij Duitsland. Dit verhoogt de kans op ongevallen, waardoor deze variant in de basis iets slechter scoort in vergelijking met de variant Doordewind +4 GW. Dit wordt echter niet voldoende geacht om de score aan te passen binnen de zevenpuntenschaal. Wel geeft dit aan dat het gunstiger is om Doordewind (west) te benutten voor windturbines, omdat daarmee een vloeiende lijn van windturbines ontstaat;
- Verdrukking van met name niet routegebonden verkeer naar omliggende scheepvaartroutes is redelijk beperkt.

De beoordeling van het relatieve effect (per windturbine) voor deze variant is positief omdat de gemiddelde aanvaar- en aandrijfkans naar verwachting beduidend lager is dan die van de referentiesituatie (en lager dan bij de +4 GW variant) vanwege het lagere aantal windturbines direct langs (drukke) vaarroutes.

9.2 Scheepvaartbereikbaarheid

9.2.1 Effectbeschrijving

De plaatsing van windturbines kan effecten hebben op de bereikbaarheid van scheepvaart omdat schepen mogelijk een andere route (moeten) gaan varen. Het effect op bereikbaarheid wordt kwalitatief beschouwd voor niet routegebonden verkeer en routegebonden verkeer.

9.2.2 Effectinschatting en -beoordeling

Bij de effectinschatting en -beoordeling van scheepvaartbereikbaarheid wordt eerst ingegaan op het cumulatieve effect in zoekgebied 6/7, Lageland en Doordewind (zie Tabel 9.6). Vervolgens wordt per individueel gebied een beoordeling gegeven (zie Tabel 9.7 en Tabel 9.8).

Cumulatieve effecten

De windparken Lageland en Doordewind worden tussen bestaande vaarttrajecten geplaatst en hebben geen verdere consequenties voor de routing van de routegebonden scheepvaart. Dit is echter anders bij zoekgebied 6/7 in het geval dit geheel zou worden benut voor windparken. Het scheepvaartverkeer naar het noorden zou dan het gebied niet meer kunnen doorkruisen en zal derhalve aan de oost- of aan de westkant het windpark moeten passeren. Het is daarom de bedoeling om *clearways* in te stellen ten westen, ten noorden en oosten van het gebied. Aanvullend geldt voor de getrechterde varianten dat in het

midden van zoekgebied 6/7 een zone vrij van windparken wordt gehouden (open zone), die ruimte biedt voor een toekomstige *clearway* door het gebied. De locatie van deze open zone komt vrijwel overeen met waar in de huidige situatie (referentie) ook al routegebonden schepen varen.

Zonder een open zone, in het *uiterste voor windenergie*, zal voor wat betreft de routegebonden scheepvaart een herverdeling plaats vinden van schepen aan de oost- en westzijde van zoekgebied 6/7, in de SN10 en de beoogde *clearway* ten westen van zoekgebied 6/7. Deze situatie kan voor een beperkt aantal schepen tot een omweg leiden. Aanvullend zijn er ook minder route-alternatieven in relatie tot de verbinding met Noorwegen. Dit geldt voor een beperkt aantal schepen op deze vaarroutes. In de getrechterde varianten voor zoekgebied 6/7 - *met open zone* - zal niet of nauwelijks sprake zijn van een omweg voor schepen, omdat de betreffende schepen (4 á 5 schepen per dag) door zoekgebied 6/7 heen kunnen varen. Ook zal hierbij het aantal route-alternatieven naar Noorwegen nauwelijks afnemen.

Voor niet routegebonden verkeer (recreatie, visserij, etc.) worden, als gevolg van het realiseren van windparken de keuzemogelijkheden ten aanzien van te nemen routes beperkt, met name bij het grote zoekgebied 6/7 bij het *uiterste voor windenergie* zonder open zone. Met een open zone gelden deze beperkingen in mindere mate, maar zijn ze nog wel aanwezig, aangezien nog steeds een groot deel van het gebied wordt ingevuld met windturbines en daarmee niet meer vrij toegankelijk is. De windparken Lagelander en Doordewind zijn veel kleiner in vergelijking met zoekgebied 6/7 en hebben daarmee ook kleinere effecten ten aanzien van niet routegebonden scheepvaart.

Tabel 9.6 Beoordeling cumulatieve effecten scheepvaartbereikbaarheid

Gebieden meegenomen in cumulatieve vergelijking	Routegebonden	Niet routegebonden
- Referentie - Zoekgebied 6/7 (49 GW) - Doordewind (+4 GW) - Lagelander (2 GW)	Negatief	Negatief
- Referentie - Zoekgebied 6/7 (26 GW) - Doordewind (+4 GW) - Lagelander (2 GW)	Enigszins negatief	Beperkt negatief
- Referentie - Zoekgebied 6/7 (13 GW) - Doordewind (+4 GW) - Lagelander (2 GW)	Enigszins negatief	Beperkt negatief

Zoekgebied 6/7

De effectbeoordeling is opgenomen in Tabel 9.7 en de overwegingen per variant worden onder de tabel nader toegelicht.

Tabel 9.7 Effectbeoordeling aspect bereikbaarheid scheepvaart zoekgebied 6/7

Uitersten	Beoordeling bereikbaarheid: routegebonden	Beoordeling bereikbaarheid: niet routegebonden
Uiterste voor windenergie (variant MARIN – gesloten gebied ,49 GW)	Negatief	Negatief
Smalle open zone (variant MARIN, 26 GW)	Enigszins negatief	Beperkt negatief

Uiterste combinatievariant minste windenergie (variant MARIN – maximale open zone ,13 GW)	Enigszins negatief	Enigszins negatief
Groepen van getrechterde varianten		
Basis open zone (ca. 20,5 – 21,5 GW)	Enigszins negatief	Beperkt negatief
Meest brede open zone (ca. 18,5 – 19,5 GW)	Enigszins negatief	Enigszins negatief

Uiterste voor windenergie (variant MARIN – gesloten gebied ,49 GW)

Het effect van windturbines op de bereikbaarheid van routegebonden verkeer wordt negatief beoordeeld omdat:

- Er een route vervalt met Noorwegen/Rusland en het aantal alternatieve routes is beperkt. Dit geldt nog meer voor schepen met restricties aan lading en/of diepgang;
- Zorgt voor enigszins beperkt omvaren op de alternatieve routes.

Voor niet route gebonden verkeer is de beoordeling beperkt negatief vanwege:

- Door de gebiedsgrootte zijn er veel minder route-keuzes en nemen vaarafstanden fors toe op zowel noord/zuid als oost/west relaties;
- Ondanks de beperkte aanwezigheid van dit type verkeer in het gebied zijn de effecten substantieel, gezien bovengenoemde.

Smalle open zone (variant MARIN, 26 GW)

Het effect van windturbines op de bereikbaarheid van routegebonden verkeer wordt enigszins negatief beoordeeld omdat:

- Faciliteert alle scheepvaartroutes;
- Schepen varen op de route door de open zone iets meer gebundeld wat kan zorgen voor (zeer) beperkt omvaren.

Voor niet route gebonden verkeer is de beoordeling beperkt negatief vanwege:

- Het aantal betrokken schepen is beperkt en de open zone faciliteert de belangrijkste lijnen noord/zuid en oost/west;
- Door de omvang van het gebied is er sprake van behoorlijke omvaarafstanden.

Uiterste combinatievariant minste windenergie (variant MARIN – maximale open zone ,13 GW)

De variant met een bredere open zone is voor het effect op bereikbaarheid voor routegebonden verkeer niet onderscheidend. Ook in deze variant worden alle scheepvaartroutes gefaciliteerd en varen schepen op de route door de open zone iets meer gebundeld wat kan zorgen voor (zeer) beperkt omvaren.

Voor niet routegebonden verkeer is de beoordeling enigszins negatief vanwege:

- Het aantal betrokken schepen is beperkt en de open zone faciliteert de belangrijkste lijnen noord/zuid en oost/west;
- Door de omvang van de gebieden is er sprake van enigszins beperkte omvaarafstanden.

Basis open zone

In essentie is deze variant (21,5 GW) vanuit het perspectief van scheepvaart vergelijkbaar met de 26 GW variant (smalle open zone), waarbij vooral windturbinecapaciteit is vervallen in het midden van het windturbinegebieden. Voor bereikbaarheid van zowel routegebonden als niet routegebonden verkeer is de situatie daarmee gelijkwaardig.

Meest brede open zone

In essentie is deze variant (18,5 GW) vanuit het perspectief van scheepvaart vergelijkbaar met de 13 GW variant (uiterste combinatievariant minste windenergie) met het verschil dat de benodigde contouren rondom de platformen kleiner zijn gekozen. Dit heeft verder geen effect op de routing, waardoor deze varianten voor de bereikbaarheid voor zowel routegebonden als niet routegebonden verkeer vergelijkbaar zijn.

Lagelander en Doordewind

De effectbeoordeling voor Lagelander en Doordewind is opgenomen in Tabel 9.8. De windparken Lagelander en Doordewind worden voorzien tussen bestaande vaartrajecten en hebben daarom geen verdere consequenties voor de routing van de routegebonden scheepvaart. Voor niet routegebonden verkeer (recreatie, visserij, etc.) worden ten gevolge van windparken de keuzemogelijkheden ten aanzien van te nemen routes enigszins beperkt. Onder de tabel wordt de beoordeling per gebied nader toegelicht.

Tabel 9.8 Effectbeoordeling aspect bereikbaarheid scheepvaart Lagelander en Doordewind

Onderzochte gebieden	Beoordeling routegebonden verkeer	Beoordeling niet routegebonden verkeer
Lagelander (+2 GW)	Neutraal	Enigszins negatief
Doordewind (+4 GW)	Neutraal	Enigszins negatief
Doordewind (+2 GW)	Neutraal	Enigszins negatief

Lagelander

Het effect op bereikbaarheid voor routegebonden verkeer wordt neutraal beoordeeld. Het gebied doorkruist geen scheepvaartroutes en er is nauwelijks tot geen routegebonden verkeer. Voor niet routegebonden verkeer wordt het effect op bereikbaarheid enigszins negatief beoordeeld, omdat:

- Vanwege het aantal platforms in en rond het gebied (werkverkeer) is iets meer drukte te verwachten aan routegebonden verkeer, maar deze kunnen vaak wel doorkruisen als het bestemmingsverkeer betreft;
- Het gebied doorkruist met name enige oost/west relaties en zorgt voor enig omvaren, afhankelijk van de uiteindelijke grootte van het gebied.

Doordewind

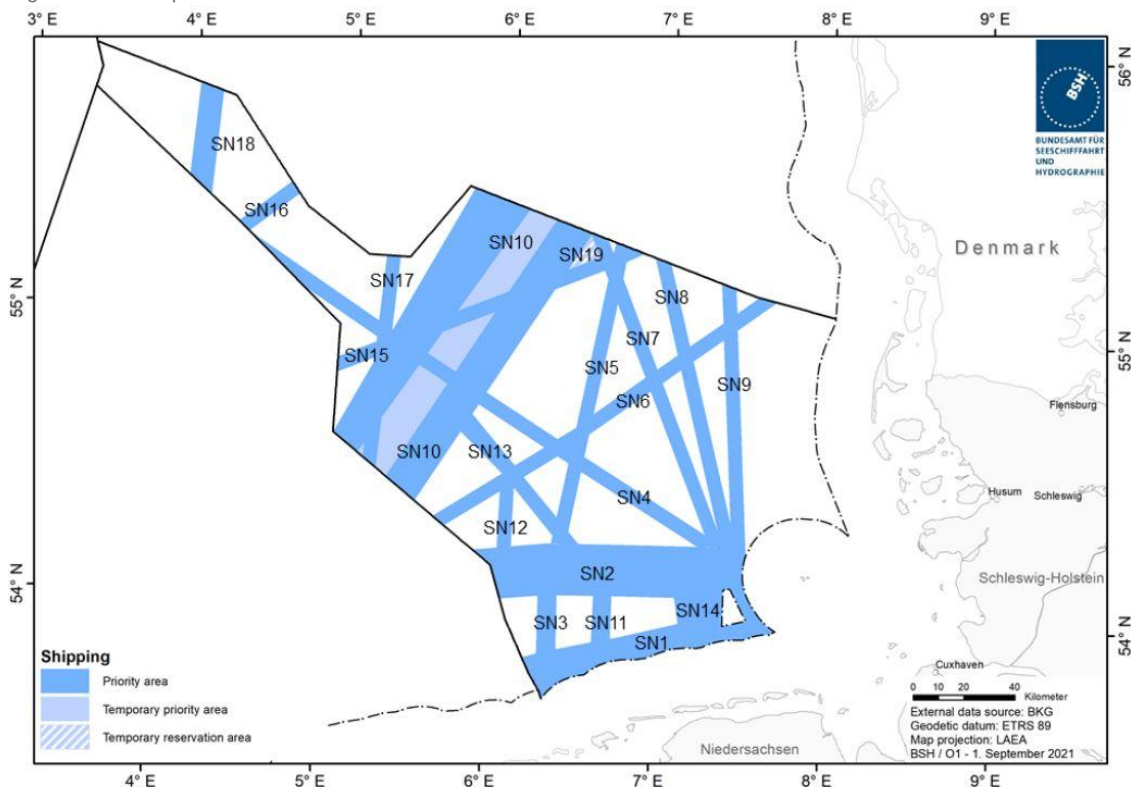
Ook voor Doordewind wordt het effect op bereikbaarheid voor routegebonden verkeer neutraal beoordeeld. Dit geldt voor beide varianten van Doordewind (+2 en +4 GW). Het gebied doorkruist geen scheepvaartroutes en er is nauwelijks tot geen routegebonden scheepvaart in het gebied.

De scheepvaartbereikbaarheid voor niet routegebonden scheepvaart wordt enigszins negatief beoordeeld voor beide varianten van Doordewind (+2 en +4 GW). Het aantal betrokken schepen is beperkt en de open zone faciliteert de belangrijkste lijnen noord/zuid en oost/west. Daarnaast is er door de omvang van het gebied sprake van omvaren, maar slechts in beperkte mate.

9.3 Onzekerheid sluiting SN17 op Duitse EEZ

De SN17 is een scheepvaartroute binnen de Duitse exclusieve economische zone (EEZ). Duitsland is voornemens deze scheepvaartroute mogelijk te sluiten in verband met de aanleg van windturbines. Wanneer de SN17 wordt gesloten, leidt dit tot een intensivering van het scheepvaartverkeer op bepaalde routes binnen de Nederlandse EEZ. MARIN heeft onderzoek gedaan in internationale context naar de gevolgen van een mogelijke sluiting van de SN17.

Figuur 9.4 Scheepvaartroutes binnen de Duitse EEZ



In relatie tot het voornemen in dit plan-MER leidt het sluiten van scheepvaartroute SN17 niet tot een andere relatieve beoordeling van de veiligheid van de varianten. Ook zijn er geen belangrijke gevolgen voor de overall scheepvaartveiligheid en -bereikbaarheid. Wel zien experts bij sluiting van de SN17 noodzaak voor een open zone door zoekgebied 6/7. Bij sluiting van de SN17 zal namelijk een zeer beperkt deel van de scheepvaart zich herverdelen op de Nederlandse EEZ, waarbij de volgende gemiddelde intensiteiten worden verwacht op enkele verbindingen:

- In plaats van 4-5 schepen per dag varen er 8-10 schepen per dag door een open zone in zoekgebied 6/7;
- In plaats van 13-14 schepen per dag varen er 17-18 schepen per dag ten westen langs zoekgebied 6/7;
- In plaats van 42-43 schepen per dag varen er 34-35 schepen per dag ten westen langs Doordewind;
- In plaats van 2-8 schepen per dag varen er 3-10 schepen op de oost-/westelijk gelegen corridor IJmuiden-Newcastle in het zuidelijk deel van de Noordzee.

In Tabel 9.9 is de effectbeoordeling opgenomen voor scheepvaartveiligheid- en bereikbaarheid voor zowel het scenario waarbij de SN17 wordt gesloten als het scenario waarbij de SN17 open blijft. In essentie heeft de sluiting van SN17 vooral een effect op de bereikbaarheid en dan met name ten aanzien van de noordelijke bestemmingen voor het routegebonden verkeer. In tabel 9.9 is te zien dat de beoordelingen voor routegebonden verkeer steeds één stap ongunstiger zijn bij sluiting van de SN17, als dezelfde uitersten/varianten vergeleken worden. Tijdens de expertsessie is aangegeven dat een route door zoekgebied 6/7 als randvoorwaarde wordt gezien wanneer SN17 wordt gesloten. Het totaal aantal berekende incidenten in de tabel (kolom 5) betreft het totaal van schip-schip, schip-platform en schip-turbine incidenten.

Tabel 9.9 Gevoeligheidsanalyse mogelijke sluiting scheepvaartroute SN17

		Bereikbaarheid		Veiligheid	
		Routegebonden	Niet routegebonden	Totaal aantal berekende incidenten per jaar NL EEZ	Kwalitatieve beoordeling t.o.v. referentiesituatie
Referentie		Neutraal	Neutraal	2,468	Neutraal
Open SN17	6/7 Uiterste voor windenergie, MARIN variant gesloten gebied (49GW)	Negatief	Negatief	2,725	Negatief
	6/7 met smalle open zone MARIN onderzoek (26GW)	Enigszins negatief	Beperkt negatief	2,631	Beperkt negatief
	6/7 Uiterste combinatievariant minste windenergie (MARIN variant maximale open zone 13GW)	Enigszins negatief	Enigszins negatief	2,582	Enigszins negatief
Gesloten SN17	6/7 Uiterste voor windenergie (MARIN variant gesloten gebied, 49GW)	Sterk negatief	Negatief	Niet onderzocht	
	6/7 MARIN variant (26GW)	Beperkt negatief	Beperkt negatief	2,671	Beperkt negatief
	6/7 Uiterste combinatievariant minste windenergie (MARIN variant maximale open zone, 13GW)	Beperkt negatief	Enigszins negatief	2,618	Enigszins negatief

9.4 Mitigerende maatregelen t.a.v. scheepvaartveiligheid

Er zijn een aantal ruimtelijke maatregelen die de scheepvaartveiligheid bevorderen. Het gaat om:

- **Ruimere afstand tot kruisingen:** lokaal is meer ruimte nodig dan de gebruikelijke 2 NM afstand tussen windparken en scheepvaartroutes, zoals vastgesteld in het afwegingskader veilige afstanden tussen scheepvaartroutes en windparken. Dat geldt met name rond drukke TSS-kruisingen in relatie tot veilige uitwijkmanoeuvres. Schepen moeten kruisend verkeer achterlangs

kunnen passeren zonder de kans om vervolgens in een windpark terecht te komen. Dit geldt voor de uiterste zuidwesthoek van zoekgebied 6/7 (o.b.v. expert judgement). Door bij zoekgebied 6/7 de hoek van het toekomstige kavel in het zuidwesten van het gebied af te schuinen, komt dit de scheepvaartveiligheid ten goede. Het gaat om circa 1 NM extra ruimte op de betreffende hoek;

- **Routeringsmaatregelen:** vanwege de veranderende verkeerssituatie (door het realiseren van windparken) kunnen routeringsmaatregelen de scheepvaartveiligheid verbeteren. Specifiek gaat het om een aanpassing van de nautische inrichting bij de kruising Botney-gronden.
- **AIS-basestation, radar en VHF-antenne:** Sinds 1 januari 2005 zijn alle zeevaartschepen boven de 300 GT wettelijk verplicht om een AIS-transponder (Automatic Identification System) aan boord te hebben. Die transponder zendt de positie van het schip continu uit. In de buurt varende schepen kunnen deze signalen met hun eigen AIS ontvangen waarmee de positie, koers en snelheid van het andere schip bekend wordt. Op de TenneT-platforms in de verschillende gebieden kan een AIS-base station worden geïnstalleerd. Deze ontvangt AIS-data in een bepaald bereik en kan daarmee onder andere het scheepvaartverkeer monitoren. Ook wordt voor elk windpark een dekkend radarbeeld gegenereerd, in ieder geval voor een zone van minimaal 2 NM om het windpark heen en voor de doorvaartpassage en de *clearway*. Indien nodig kan ook een VHF-installatie (very high frequency) in het park geplaatst worden, zodat de Kustwacht met de scheepvaart kan communiceren.
- **Vessel Traffic Management/Monitoring (VTMon):** Vessel traffic management/monitoring is een vorm van verkeersbegeleiding waarbij de VTMon-operator het verkeer monitort vanuit een helicopterview en communicatie start met schepen als wordt opgemerkt dat een onveilige situatie bestaat of dreigt te ontstaan. Binnen het MOSWOZ-programma is VTMon een van de thema's. Begin 2023 is een eerste onderzoek afgerond naar de mogelijke inrichting van VTMon. Het streven is dat de kustwacht in 2025 start met de VTMon taak.
- **Aanvullende markering en identificatie windturbines in windparken:** De experts zijn het er ook over eens dat goede verlichting, markering en identificatie van windturbines een preventieve werking heeft op aanvaringen met windturbines met name voor werkvaart, visserij en recreatievaart in de situatie met doorvaart. Het gebruik van de juiste verlichting, markering en identificatie van de windturbines is, sinds de kavelbesluiten voor windenergiegebied Hollandse Kust (west), vast onderdeel van het kavelbesluit. Ook bestaan hiervoor IALA-richtlijnen⁸².
- **Emergency Response Towing Vessel (ERTV):** Uit de effectbeoordeling in de voorgaande paragrafen blijkt dat aandrijven een aanzienlijk deel vormt van de risico's. Een aandrijving door een storing in de voortstuwing van een schip kan worden voorkomen. Opties hiervoor zijn het voor anker gaan van het schip, of het verhelpen van de storing. In de berekeningen wordt rekening gehouden met die opties. Een derde mogelijkheid om een aandrijving te voorkomen na een storing is het vroegtijdig opvangen van een driftend schip met een sleepboot. Een sleepboot van de Nederlandse overheid (ERTV) wordt in dit geval naar een drifter gestuurd zodra er een melding binnenkomt bij de Kustwacht. Een sleepboot kan een aandrijving voorkomen als de sleepboot op tijd bij het driftende schip kan komen. ERTV's hebben weinig effect voor schepen die dichtbij windparken een stuurfout maken of technisch falen. ERTV's kunnen wel effectief zijn om te verhinderen dat een schip verder een windpark in drijft. Er is meer onderzoek nodig om de effectiviteit van deze maatregel te kunnen bepalen. Het gebruik van ERTV's is de duurste mitigerende maatregel. Binnen het MOSWOZ-programma wordt gekeken naar de inzet en effectiviteit van een ERTV. Zo zou een towing assistance team de effectiviteit van de ERTV in bepaalde gevallen kunnen vergroten.
- **Extra SAR-capaciteit:** Extra SAR (*Search and Rescue*) capaciteit zal met name impact hebben op de gevolgen van ongevallen voor de bemanningen van schepen en werknemers in de windparken.

In een ander rapport van MARIN (2019) is er gekeken naar alle typen scheepvaart, waaronder ook recreatievaart, omdat die groep vaak het minst zelfredzaam is ten opzichte van de andere scheepvaart. Dichtbij de kust is de SAR-capaciteit goed voorzien, maar voor windparken verder op zee gelegen zijn mogelijk extra voorzieningen nodig. De aanvaartijden vanaf land worden dan beperkend. Dit is onder andere op te lossen door SAR-capaciteit te realiseren aan boord van ERTV's of aan boord van andere schepen zoals een Kustwacht multipurpose vaartuig (MPV) in het gebied. Binnen het MOSWOZ-programma wordt onderzoek gedaan naar SAR-operaties ver op zee.

9.5 Leemten in kennis

- In de modelberekeningen t.a.v. scheepvaartveiligheid is gekeken naar de kans op incidenten maar niet naar de gevolgen voor incidenten. Om meer over de daadwerkelijke risico's te zeggen is het nodig daar meer zich op te krijgen

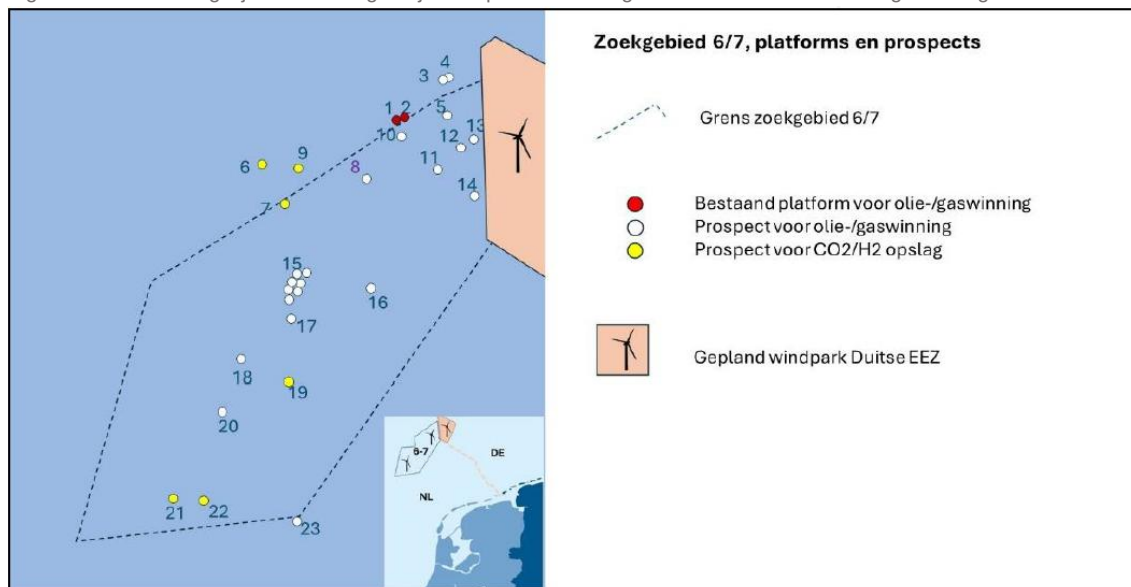
10 Mijnbouwactiviteiten

10.1 Effectbeschrijving

10.1.1 Mogelijke effecten

In en nabij de te onderzoeken gebieden voor windenergie liggen meer dan 50 bestaande en mogelijke toekomstige mijnbouwplatforms (hierna naar verwezen als platforms) voor olie- en gasproductie en CO₂- en H₂-opslag. Veel van deze platforms maken gebruik van helikopters voor transport van en naar het platform. In Figuur 10.1 is te zien welke bestaande en welke mogelijke toekomstige platforms beschouwd zijn in de effectbeoordelingen voor zoekgebied 6/7. In Figuur 10.4 en 10.5 zijn de platforms binnen Lageland en Doordewind opgenomen.

Figuur 10.1 Kaart mogelijke toekomstige mijnbouwplatforms meegenomen in effectbeoordelingen zoekgebied 6/7



Bron: TO70, 2024

Om veilig te kunnen vliegen van en naar platforms is ruimte nodig die vrij is van obstakels. Wanneer windturbines worden geplaatst in de nabijheid van platforms kan dit een effect hebben op de bereikbaarheid van die platforms per helikopter. Een te sterk gereduceerde bereikbaarheid kan gevolgen hebben voor de mate waarin de exploitatie rendabel is. De benodigde mate van bereikbaarheid verschilt sterk, afhankelijk van het soort platform en de levensfase van de ontwikkeling. Daarover zijn op voorhand moeilijk uitspraken te doen, en het is zonder specifieke analyse van ieder afzonderlijk platform niet goed in te schatten wat de ernst is van een verminderde bereikbaarheid. Daarnaast is er nog onzekerheid of mogelijke toekomstige platforms ook daadwerkelijk tot ontwikkeling komen. Daarom zijn in deze effectbepaling alleen de effecten op de helikopterbereikbaarheid ingeschat, en is geen beoordelingsschaal toegepast.

Toelichting methode van effectbepaling

To70 heeft een bereikbaarheidsanalyse uitgevoerd om voor zoekgebied 6/7 het effect op helikopterbereikbaarheid kwantitatief in te schatten (Bijlage 10). Voor de andere beschouwde gebieden is dit alleen kwalitatief gedaan. Bij Lageland is de reden daarvoor dat er geen 2 GW-kavel was te

identificeren. Bij Doordewind is de reden daarvoor dat kwantitatieve bereikbaarheidsanalyses reeds onderdeel uitmaken van de uitwerking van de Routekaart 21 GW (de referentiesituatie).

Het uitgevoerde onderzoek voor zoekgebied 6/7 is een indicatieve bereikbaarheidsanalyse. De effectbepalingen kunnen alleen gebruikt worden als een *relatieve* inschatting van het effect van de verschillende varianten op de bereikbaarheid van de *portfolio* van platforms. Voor het bepalen van de bereikbaarheid van individuele platforms en van de optimale vorm van de obstakelvrije ruimte bij een platform is meer gedetailleerd onderzoek nodig. Aanvullend is ten aanzien van een aantal onzekerheden specifiek vervolgonderzoek nodig. De belangrijkste onzekerheden en de invloed daarvan op de effectbeoordeling worden besproken in paragraaf 10.2 Effectinschatting en -beoordeling.

Stappen en beschouwde factoren bij de bereikbaarheidsanalyse voor zoekgebied 6/7

In de analyse wordt *bereikbaarheid* van een platform gedefinieerd als: “het percentage van de tijd dat de helikopter veilig kan landen op en opstijgen van het platform binnen het tijdvenster dat wordt gebruikt voor helikopteroperaties”. De *inzetbaarheid* van vliegprocedures wordt gedefinieerd als: “het percentage van de tijd dat de weersomstandigheden voldoen aan de eisen voor de vliegprocedure, binnen het tijdvenster dat wordt gebruikt voor helikopteroperaties.

De bereikbaarheidsanalyse beschouwt drie factoren die de helikopterbereikbaarheid kunnen beïnvloeden:

- Het type vliegprocedure;
- De weersomstandigheden tijdens de vlucht;
- De beschikbare ruimte om de procedures te kunnen vliegen.

De bereikbaarheidsanalyse is gedaan in de volgende stappen:

- **Stap 1. Voorwaarden per vliegprocedure.** Voor ieder van de verschillende vliegprocedures is vastgesteld onder welke weersomstandigheden de procedures mogen worden uitgevoerd, en wat de eisen zijn aan de beschikbare obstakelvrije ruimte. Bij de weersomstandigheden is bij voorbeeld de hoogte van het wolkendeck belangrijk. Bij laaghangende bewolking kunnen sommige vliegprocedures niet gebruikt worden.
- **Stap 2. Inzetbaarheid per procedure.** De weersstatistieken voor zoekgebied 6/7 zijn gebruikt om in te schatten welk deel van de tijd wordt voldaan aan de vereiste weersomstandigheden van iedere procedure. Dat bepaalt de inzetbaarheid van iedere procedure.
- **Stap 3. Toepasbare procedures per platform.** Voor iedere variant en voor ieder van de mogelijke toekomstige platforms is de ruimte die vrij is van windturbines en andere obstakels bepaald. Deze ruimte is vergeleken met de nodige obstakelvrije ruimte voor iedere procedure. Op basis daarvan is ingeschat welke procedures veilig toepasbaar zijn in die beschikbare ruimte.
- **Stap 4. Bereikbaarheid per platform.** Vervolgens is bekeken welke van de toepasbare procedures de hoogste inzetbaarheid heeft. De inzetbaarheid van deze procedure is maatgevend voor de bereikbaarheid van het platform.

De resultaten van stappen 1 en 2 worden hieronder besproken. De uitkomsten van stappen 3 en 4 zijn weergegeven in de effectbeoordeling.

Stap 1. Typen vliegprocedures en daaraan gerelateerde voorwaarden

Bij de bereikbaarheidsanalyse is gekeken naar de toepasbaarheid van de volgende vier aanvliegprocedures en de corresponderende afvliegprocedures:

- **Airborne Radar Approach (ARA).** Dit is een veel gebruikte procedure die wordt gevlogen op instrumenten en die daardoor kan worden toegepast bij verminderde zichtomstandigheden. ARA heeft daarom een hogere inzetbaarheid dan procedures die normaal zicht vereisen. Om een ARA veilig uit te kunnen voeren onder uiteenlopende windrichtingen is echter veel obstakelvrije ruimte nodig;
- **Point-in-Space (PinS).** Ook deze procedure kan worden toegepast bij verminderde zichtomstandigheden. De PinS-procedure maakt gebruik van satellietnavigatie. De verwachting is dat PinS een vergelijkbare mate van inzetbaarheid heeft als ARA, met een kleinere benodigde ruimte. De procedure is echter nog niet eerder toegepast op de Noordzee en de haalbaarheid wordt nog onderzocht; Voor de bereikbaarheidsanalyse is er van uit gegaan dat PinS succesvol kan worden toegepast. Het risico dat dit niet lukt is meegenomen als een alternatief scenario. Dit is verder beschreven in paragraaf 10.2 Effectinschatting en -beoordeling;
- **Visual Flight Rules (VFR) voorafgegaan door een ARA, PinS of En-route descent buiten het windpark).** Hierbij wordt de obstakelvrije ruimte die nodig is voor het dalen tot onder het wolkendek verplaatst naar buiten het windpark. Nadat de helikopter tot onder het wolkendek is gedaald kan visueel verder worden gevlogen naar het bestemmingsplatform. Een en-route descent procedure is (naast ARA en PinS) een derde manier om vanuit een situatie met verminderd zicht (in het wolkendek) naar een situatie met normaal zicht (onder het wolkendek) te dalen;
- **Shuttling.** Bij deze procedure wordt een korte vlucht gemaakt tussen platforms. Bij verminderd zicht kan de helikopter eerst landen op een platform waar voldoende ruimte is voor een ARA of PinS en vervolgens een korte vlucht maken naar een nabijgelegen platform. Door op beperkte hoogte te vliegen kan de helikopter gebruik maken van de betere zichtomstandigheden onder het wolkendek. Om deze procedure uit te voeren mag de afstand tussen platforms maximaal 10 NM zijn.

Stap 2: inzetbaarheid per procedure

De resultaten van stap 2, schatten van de inzetbaarheid van procedures op basis van weerstatistieken, zijn samengevat in tabel 1. Deze weerstatistieken zijn locatie-specifiek, maar niet specifiek voor de inschatting van effecten. In de tabel is te zien dat ARA en PinS de minst zware eisen stellen aan de hoogte van het wolkendek en vrij zicht en hebben daardoor de hoogste inzetbaarheid. Voor en-route descent en VFR vliegen binnen een windpark gelden zwaardere eisen en deze hebben daardoor een lagere inzetbaarheid.

Tabel 10.1 Inzetbaarheid per procedure (bron: To70, 2024)

Procedure	Inzetbaarheid	Aanvullend
ARA	95%	
PinS	95%	
VFR/En-route	87,5%	
Shuttling	92,5%	Alleen bij maximaal 10 NM tussen twee platforms

Bovenbeschreven stap 1 en 2 geven hiermee de basis voor de effectinschatting. Stap 3 en 4 vormen de eigenlijke effectinschatting en worden besproken in de volgende paragraaf.

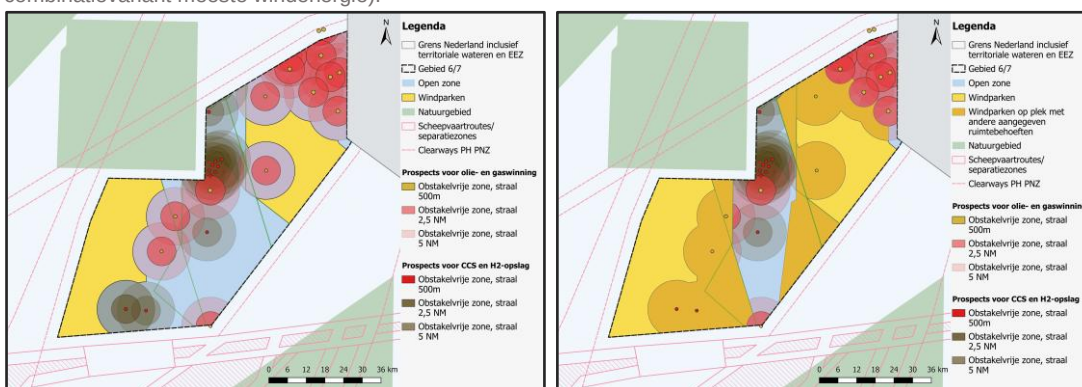
10.2 Effectinschatting en -beoordeling zoekgebied 6/7

10.2.1 Beschouwde uitersten en getrechterde varianten

Beschouwde uitersten

Het doel van het beschouwen van de uitersten is te bezien wat de bandbreedte is van effecten. In het geval van mijnbouw levert een effectbeoordeling van de uitersten per belang minder bruikbare informatie op, omdat in het uiterste vanuit het perspectief mijnbouw weliswaar rekening is gehouden met obstakelvrije zones met een straal van 5 NM-zones rondom mogelijke toekomstige platforms, maar dit nog geen optimale situatie is voor bereikbaarheid per helikopter. Deze omvang van de obstakelvrije zone is gekozen omdat dit het vertrekpunt in het PNZ is voor de afstand tussen mijnbouwlocaties en windparken, op basis waarvan overleg plaats vindt over de benodigde obstakelvrije ruimte rondom specifieke platforms. Echter als een 5 NM obstakelvrije zone geheel omgeven is door windparken, zoals dat in de *uitersten voor mijnbouw* het geval is, is dat in vergelijking met andere gebiedsindelingen niet de meest gunstige situatie voor helikopterbereikbaarheid. De open zone die in verband met andere belangen in varianten wordt vrijgehouden van windturbines levert namelijk ook een belangrijke bijdrage aan de bereikbaarheid per helikopter. Daarom zijn voor mijnbouw de “uiterste combinatievarianten” beschouwd om de bandbreedte van effecten in te schatten. Zie Figuur 10.2 (hieronder). Dit geeft beter inzicht in de bandbreedte van effecten dan wanneer de *uiterste voor mijnbouw* daarbij wordt betrokken en meer relevante informatie voor beleidskeuzes.

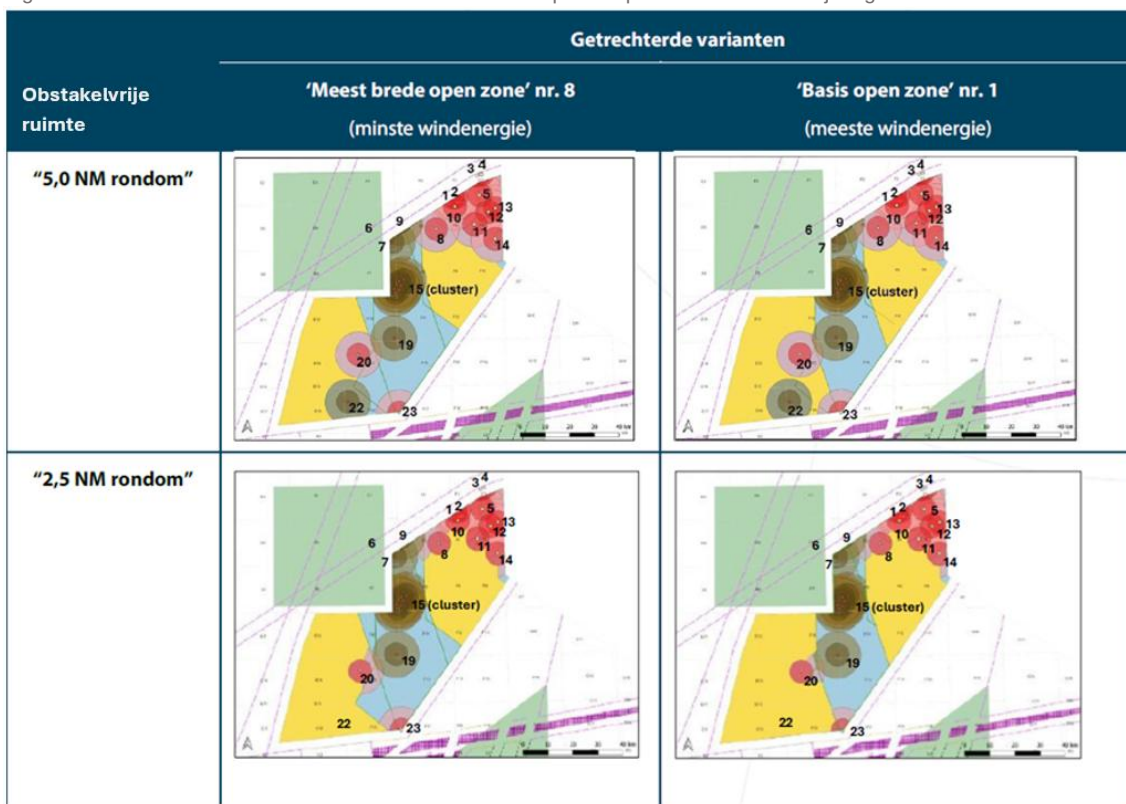
Figuur 10.2 Uiterste combinatievarianten (links: “Uiterste combinatievariant minste windenergie”, rechts: “Uiterste combinatievariant meeste windenergie”).



Beoordeelde getrechterde varianten

In de getrechterde varianten is bij alle effectbeoordelingen voor de vrije ruimte rondom platforms een straal van 2,5 NM aangehouden aangevuld met een ruimte om deze obstakelvrije zone aan te vliegen. Tegelijk is in dit hoofdstuk een onzekerheidsmarge toegelicht die uitgaat van obstakelvrije zones met een straal van 5 NM. Over welke ruimte uiteindelijk beschikbaar gaat zijn wordt besloten op het moment dat er meer informatie beschikbaar is over de haalbaarheid van de PinS procedure in het algemeen. Ook wordt in het vervolgtraject nog onderzoek naar maatwerkoplossingen gedaan. Omdat het verschil tussen 2,5 NM en 5 NM zones met name van invloed kan zijn op de helikopterbereikbaarheid is voor dit aspect ook naar de getrechterde varianten gekeken met een 5 NM obstakelvrije zone. Een aanvullend verschil is de omgang met de CCS-prospects in het zuidwesten van zoekgebied 6/7. Daar is in de getrechterde varianten met 2,5 NM rondom uitgegaan van geen obstakelvrije zone voor deze CCS-prospects, en in de 5 NM varianten van een 5 NM-zone. Zie Figuur 10.3.

Figuur 10.3 Getrechterde varianten waarvan de effecten op helikopterbereikbaarheid zijn ingeschat



10.2.2 Resultaten van de beoordeling

Bij de *"uiterste combinatievariant minste windenergie"* kunnen volgens de indicatieve analyse alle platforms worden aangevlogen met gebruik van VFR/En-route, Shuttling en PinS. Op drie na alle platforms kunnen ook gebruik maken van ARA. Dit resulteert in een ingeschatte bereikbaarheid van ongeveer 95% voor alle platforms.

De *"uiterste combinatievariant meeste windenergie"* resulteert in minder ruimte voor veel van de platforms. ARA is beperkt mogelijk of zelfs niet meer mogelijk voor 11 platforms. Voor 5 van deze is aangenomen dat een vergelijkbare bereikbaarheid toch gehaald kan worden door het gebruik van PinS, als PinS succesvol kan worden toegepast. Voor de 6 overige zijn ook PinS en Shuttling niet meer mogelijk, en blijft alleen VFR/En-route over. Dit resulteert in een lagere ingeschatte bereikbaarheid van ongeveer 87.5%.

Voor de getrechterde varianten zijn 19 platforms geëvalueerd. Vier platforms die wel waren meegenomen in de evaluatie van de uiterste combinatievarianten zijn buiten beschouwing gelaten omdat inmiddels duidelijk is geworden dat het niet waarschijnlijk is dat deze platforms zullen worden gerealiseerd. Voor de getrechterde varianten is er weinig verschil tussen de *"Basis Open Zone nr. 1"* (*uiterste getrechterde variant met meeste windenergie*) en de *"Meest Brede Open Zone nr. 8"* (*uiterste getrechterde variant met minste windenergie*). De procedures die kunnen worden toegepast bij de *"Meest Brede Open Zone nr. 8"* zijn nog steeds mogelijk bij de *"Basis Open Zone nr. 1"*.

Voor de getrechterde varianten met 5 NM rondom kunnen alle vier vliegprocedures worden toegepast bij 17 van de 19 platforms. Bij één platform is de mogelijkheid voor ARA beperkt en bij één platform kan ARA

niet gebruikt worden. PinS blijft echter, op basis van de gehanteerde aannames, mogelijk voor deze platforms. De ingeschatte bereikbaarheid blijft daardoor rond de 95% voor alle platforms.

Voor de getrechterde varianten met 2.5 NM rondom zijn alle vier procedures nog toepasbaar voor 11 platforms. Deze 11 platforms worden minder beïnvloed door de kleinere 'ruimte rondom' omdat ze zich bevinden in de open zone voor natuur en visserij, bij de open ruimte in het noordoosten of bij de grens van het windpark. Voor 7 platforms is ARA niet of slechts beperkt toepasbaar, maar de ingeschatte bereikbaarheid kan hoog blijven bij een succesvolle toepassing van PinS. Eén platform kan alleen VFR/En-route bereikt worden, resulterend in een lagere bereikbaarheid van 87,5%

Tabel 10.2 Resultaten effectinschatting en -beoordeling helikopterbereikbaarheid

Uitersten en getrechterde varianten	Ingeschatte bereikbaarheid	
	2,5 NM rond platforms + ruimte voor aanvliegen*	5,0 NM rond platforms + ruimte voor aanvliegen
Uiterste combinatievariant minste windenergie	n.v.t.	Alle 23 Platforms 95%
Uiterste combinatievariant meeste windenergie**	6 platforms 87,5% 17 platforms 95%	n.v.t.
Meest brede open zone nr 8, uiterste getrechterde variant met minste windenergie (18,5 GW)	1 platform 87,5% 18 platforms 95%	Alle 19 platforms 95%
Bredere open zone (ca. 20 GW)	Niet bepaald	Niet bepaald
Basis open zone nr 1, uiterste getrechterde variant met meeste windenergie (21,5 GW)	1 platform 87,5% 18 platforms 95%	Alle 19 platforms 95%

*) geen obstakelvrije zone rondom CCS-prospect in zuidwesten van zoekgebied 6/7.

**) geen obstakelvrije zone rondom 6 platforms

10.2.3 Invloed van de beperkingen en onzekerheden op de effectbeoordeling

Er zijn beperkingen en onzekerheden verbonden aan de gebruikte methode voor de bereikbaarheidsanalyse. Deze beperkingen en onzekerheden en de invloed daarvan op de effectbeschrijving worden hier beschreven.

1. Onzekerheid over toepasbaarheid PinS

In de effectbeoordeling zagen we dat bij 5 van de 6 varianten er relatief weinig verschil was in de bereikbaarheid tussen de varianten. Alleen de *uiterste combinatievariant met het meeste windenergie* had een duidelijk lagere bereikbaarheid dan de overige 5. Deze resultaten zijn afhankelijk van de aanname dat PinS kan worden toegepast. Een succesvolle toepasbaarheid van PinS op de Noordzee moet echter nog bewezen worden. Als na de nodige acties hiertoe PinS niet (altijd) toepasbaar is, dan heeft dat een negatief effect op de bereikbaarheid van die platforms waar onvoldoende ruimte is voor ARA.

2. Omvang van windturbines

De ruimte die nodig is voor de ARA procedure wordt beïnvloed door de tiphoogte van windturbines. Bij een toenemende tiphoogte zal de ruimte die nodig is voor een ARA toenemen. Het is niet zeker welke ruimte er nodig is bij de aangenomen tiphoogte van circa 300 meter (20 MW windturbines). In de bereikbaarheidsanalyse is de aanname gemaakt dat, gemiddeld over een portfolio van platforms, een cirkel met een straal van 5 NM aansluitend op een grotere open ruimte voldoende ruimte geeft voor het toepassen van een ARA. De resultaten van de analyse zijn alleen bedoeld als indicatie van het effect van de hoeveelheid ruimte voor wind op de bereikbaarheid van de portfolio van platforms in en nabij het

zoekgebied. Bij toekomstige kavelbesluiten is het nodig rekening te houden met de resultaten van verder onderzoek en van maatwerktrajecten voor individuele platforms.

De andere vliegprocedures zijn minder afhankelijk van de omvang van de windturbines. Het aanvliegtraject van een PinS procedure zal langer worden naarmate de windturbines hoger worden, maar het beginpunt van zo'n aanvliegtraject zal voor de meeste platforms in een open zone of een gebied buiten het windpark geplaatst kunnen worden. Veranderingen in de lengte van het aanvliegtraject heeft dan weinig effect op de ruimte voor windturbines.

De onzekerheid over het effect van de omvang van de windturbines is met name belangrijk in combinatie met de onzekerheid over de toepasbaarheid van PinS op de Noordzee. Als de toepassing van PinS op de Noordzee succesvol is, dan kan PinS een alternatief bieden wanneer inpassing van ARA niet mogelijk is door de toenemende omvang van de windturbines.

3. Inschatting toepasbare procedures

De toegepaste werkwijze voor het onderzoeken welke procedures in een bepaalde obstakelvrije ruimte kunnen worden toegepast is weliswaar geschikt voor het onderhavige planstadium (aanwijzen windenergiegebieden), maar is niet toe te passen als schatting van de bereikbaarheid van afzonderlijke platforms, die bijvoorbeeld nodig is voor het nemen van kavelbesluiten. Voor het vaststellen van de optimale obstakelvrije ruimte en de daarbij behorende bereikbaarheid van individuele platforms zijn maatwerk studies nodig.

4. Onzekerheid realisatie toekomstige platforms

Veel van de ontwikkelingsmogelijkheden voor mijnbouw in zoekgebied 6/7 verkeren in een onderzoek- of evaluatiefase. De aanwezigheid van een aantal mogelijke olie- of gasvoorkomens moet worden bevestigd door studies en exploratie boringen, de geschiktheid van de geologische formaties voor opslag van CO₂ of waterstof moet worden onderzocht en de economische haalbaarheid van ontwikkelingen moet worden aangetoond.

Het is waarschijnlijk dat slechts een deel van de ontwikkelingen zal worden gerealiseerd en de hoeveelheid ruimte die nodig is voor bereikbaarheid van platforms zal daardoor waarschijnlijk afnemen. Tegelijkertijd zal het sterk afhangen van de locatie of het niet tot ontwikkeling komen van een platform daadwerkelijk tot extra beschikbare ruimte voor windenergie zal leiden. Voorts is het mogelijk dat nieuwe prospects worden geïdentificeerd.

Conclusies

De resultaten uit Tabel 10.2 en de beschouwing van de onzekerheden leiden tot de volgende conclusies over de helikopterbereikbaarheid van platforms in en rondom zoekgebied 6/7:

1. De *uiterste combinatievariant met de meeste windenergie* resulteert in een lagere bereikbaarheid dan de *uiterste combinatievariant met het minste windenergie*.
2. Er is weinig of geen verschil in bereikbaarheid tussen de twee uiterste getrechterde varianten "Meest brede open zone nr. 8" en "Basis open zone nr. 1".
3. De bereikbaarheid van platforms in de getrechterde varianten met 2,5 NM obstakelvrije zones is lager dan in varianten met 5 NM obstakelvrije zones rondom.
4. Er zijn onzekerheden over de benodigde ruimte voor de bereikbaarheid van mijnbouwinstallaties. Aanvullend onderzoek is nodig op verschillende gebieden:

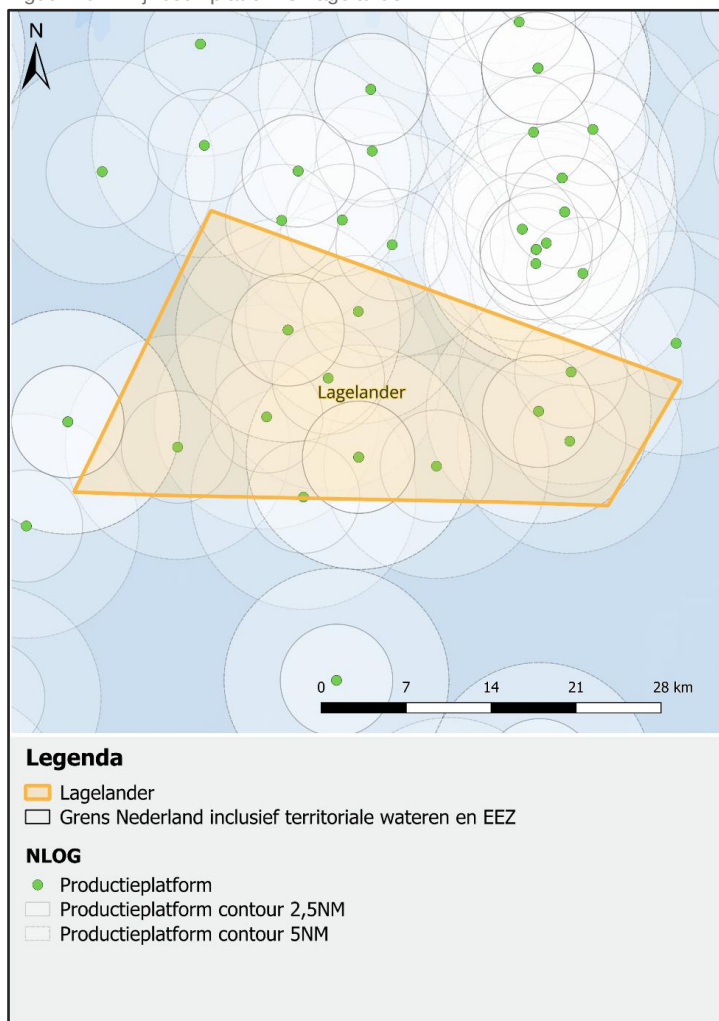
- Maatwerkonderzoek om het optimum te vinden tussen enerzijds de benodigde ruimte voor windenergie en anderzijds de benodigde ruimte voor bereikbaarheid.
 - In meer generieke zin acties om nieuwe vliegprocedures te onderzoeken en te implementeren.
5. Aanvullend is het nodig om in contact met de sector te blijven en de onzekerheid te verminderen over welke mijnbouwontwikkelingen daadwerkelijk gerealiseerd zullen worden.

10.3 Effectbeoordeling Lagelander en Doordewind

10.3.1 Lagelander

In Lagelander liggen 11 mijnbouwplatforms en prospect (zie Figuur 10.4). Daarnaast liggen er diverse (toekomstige) platforms in de nabije omgeving van Lagelander. Wanneer in dit gebied windturbines worden gerealiseerd zullen vanwege de grote hoeveelheid platforms ook grote bereikbaarheidsverliezen ontstaan. Indien Lagelander wordt aangewezen als windenergiegebied is een maatwerktraject nodig om de mogelijkheden voor helikopterbereikbaarheid exacter te kunnen beschouwen en daarbij ook te bezien op welke locatie een kavel van 2 GW het meest opportuun is. Dit past niet binnen het detailniveau van voorliggend plan-MER.

Figuur 10.4 Mijnbouwplatforms Lagelander



10.3.2 Doordewind

In dit plan-MER wordt onderzocht of er ruimte kan worden aangewezen voor 2 tot 4 GW aan extra windenergie in Doordewind (Doordewind + Doordewind west). Daarnaast is Doordewind een eerder aangewezen windenergiegebied en is er reeds een kavel van 2 GW gepland in het kader van de Routekaart 21 GW. De ruimtelijke puzzel vindt dus deels plaats in het kader van het kavelbesluit (niet in deze Plan-MER) en deels in het kader van het plan-MER. Omdat het ook om een kavelbesluit gaat, vindt het onderzoek naar de helikopterbereikbaarheid in meer detail plaats dan in het kader van het plan-MER nodig is. Dit onderzoek is nog niet afgerond en kan dus niet in het plan-MER worden opgenomen. Wel zijn de volgende bevindingen relevant voor het plan-MER.

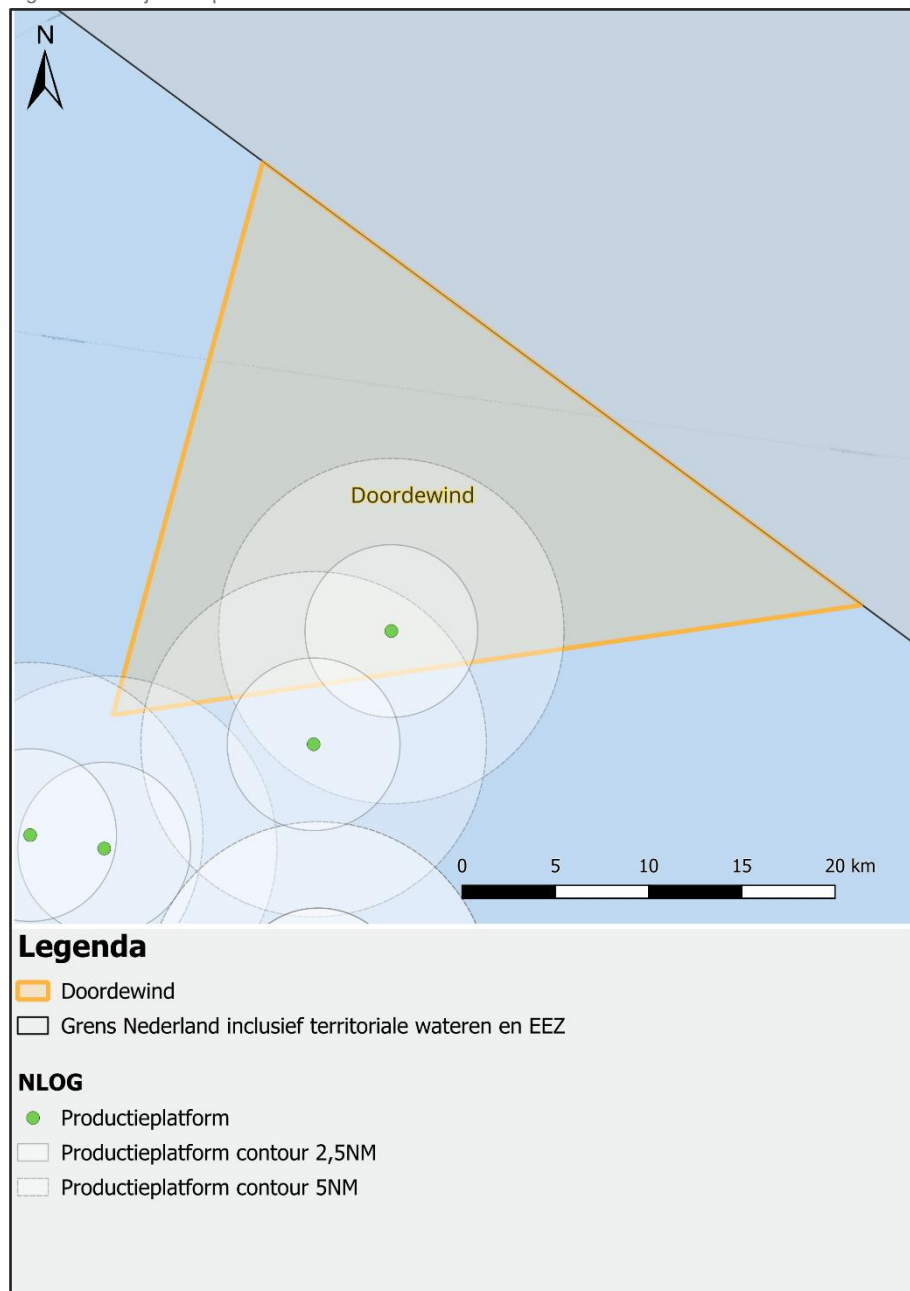
Bij 2 extra GW aanvullend op al geplande kavel

- Uitgangspunt bij de besluiten zal zijn dat voldoende helikopterbereikbaarheid van het platform G14-A (zie Figuur 10.5) wordt gegarandeerd zolang dit platform er staat om de betreffende operaties op het platform te kunnen continueren. Naar G14A en G17 kan er momenteel, in de situatie zonder windparken, op zicht of op instrumenten worden gevlogen.
- Om te onderzoeken welke ruimte nodig is om de zichtprocedures en de instrumentprocedures veilig uit te voeren, voorafgaand aan het vaststellen van het windenergiegebied en het nemen van de kavelbesluiten, lopen nog twee onderzoeken:
 - Een Flight Operational Safety Assessment (afgerond medio 2025) om eventuele beperkingen voor de bereikbaarheid van het platform in beeld te brengen.
 - Een proefproject om voor de platforms G14A en G17 een PinS-procedure te ontwikkelen, als een aanvulling op de mogelijke instrument-vliegprocedures. Als PinS-vliegprocedures succesvol toegepast kunnen worden is de verwachting dat deze met minder ruimte een vergelijkbare en veilige bereikbaarheid bieden. Daarmee is de aanname dat er geen of zeer minimaal verlies aan helikopterbereikbaarheid zal zijn ten opzichte van de huidige situatie, en er dus aanvullend 2 GW aan windenergie gerealiseerd kan worden.

Bij meer dan 2 extra GW, aanvullend op al geplande kavel

- Omdat de ruimte voor helikopterbereikbaarheid bij de onderzochte vliegprocedures niet te realiseren is bij nog eens een 2 GW-kavel, zal het effect op de helikopterbereikbaarheid negatief zijn in het geval dit toch gerealiseerd wordt. In welke mate dit negatieve effect optreedt, is pas te bepalen als duidelijk is hoeveel ruimte er nodig is voor helikopterbereikbaarheid en dat wordt onderzocht in nog lopend onderzoek. Dit betreft onderzoek naar de toepasbaarheid van de PinS-procedure bij het betreffende platform en een *Flight Operational Safety Assessment*. Op het moment dat de gaswinning ten einde loopt en het platform verwijderd is, ontstaat er mogelijk wel ruimte voor meer dan 2 GW als dit gebied wordt aangewezen in de PH.

Figuur 10.5 Mijnbouwplatforms Doordewind



10.4 Mitigerende maatregelen

Het ontwikkelen en toepassen van maatwerkoplossingen in samenwerking met mijnbouwoperators kan negatieve effecten op helikopterbereikbaarheid verminderen of wegnemen. Het gaat dan bijvoorbeeld om afspraken over de mate van ruimte die wordt vrijgelaten rondom platforms, zodra er meer bekend is over de plaatsing, het type en het ontwerp van een platform. Als het gaat om mogelijke toekomstige platforms kunnen in het ontwerp van het platform mogelijk ook maatregelen worden getroffen die de benodigde ruimte voor helikopterbereikbaarheid verkleinen.

10.5 Onzekerheden mijnbouwactiviteiten

Toekomstige mijnbouw prospects

Voor mijnbouw is gekeken naar effecten op de helikopterbereikbaarheid van bestaande platforms en mogelijk toekomstige mijnbouw prospects. Hierbij is sprake van verschillende typen onzekerheden. Allereerst is het nog niet duidelijk of en zo ja deze prospects daadwerkelijk tot oprichting van een mijnbouwplatform gaan leiden. Zo nee, dan is er meer ruimte voor windenergie dan berekend voor de getrechterde varianten. Ook kunnen er nog andere mijnbouwlocaties bij komen, dat zou afhankelijk van keuzes kunnen leiden tot minder ruimte voor windenergie. Ten tweede is het nog onzeker welke ruimtebehoefte er is voor helikopterbereikbaarheid van platforms, dit kan leiden tot veranderingen in de ingeschatte helikopterbereikbaarheid of veranderingen in de beschikbare ruimte voor windenergie en daarmee de verwachte energieopbrengst. In het vervolgtraject is daarom onderzoek nodig naar maatwerkoplossingen per platform en naar ruimtebesparende vliegprocedures.

CO₂-opslag en ruimtebeslag

In de zuidwestelijke hoek van zoekgebied 6/7 en rond Lagelanders zal mogelijk CO₂-opslag in lege gasvelden worden gerealiseerd. Als CCS wordt opgeslagen in lege gasvelden, is het een vereiste te monitoren of de opslag veilig verloopt en ook in de loop van de tijd, na het sluiten van de putten, geen lekken vertoont. Deze monitoringverplichting duurt 20 jaar, en monitoring kan ook nadien nog 30 jaar nodig zijn. Een gangbare techniek is om deze monitoring uit te voeren met schepen met een sleepnet-achtige constructie met sonar-apparatuur. Toepassing van deze techniek gaat niet goed samen met windparken en kan een grotere ruimtevraag met zich meebrengen dan waar nu mee rekening wordt gehouden voor helikopterbereikbaarheid. Zeker op locaties waar op korte termijn CCS gepland is, rond Lagelanders, kan dit tot spanningen leiden met windenergie op zee. Dat is ook het geval op locaties waar mogelijk op de langere termijn CCS plaats kan vinden, bij zoekgebied 6/7. De exacte ruimtevraag hangt onder meer af van de vorm van het betreffende gasveld en is niet vooraf te voorspellen, daarom zijn geen inschattingen te doen van de effecten op CCS. Indien ervoor gekozen wordt om windenergiegebieden aan te wijzen nabij bestaande of potentiële CCS-locaties is het zaak nadere afstemming te zoeken met de betreffende operators. In generieke zin is het raadzaam in te zetten op de ontwikkeling van ruimtebesparende monitoringstechnieken.

10.6 Leemten in kennis

De leemten in kennis voor het aspect mijnbouwactiviteiten zijn hieronder samengevat:

- Voor de effecten van ruimtebesparende vliegprocedures voor de **helikopterbereikbaarheid** van mijnbouwplatforms is het van belang deze meer gedetailleerd te voorspellen via simulaties en gerichte maatwerkonderzoeken.
- In het algemeen kan scheepvaart belemmerd zijn voor het gebruik van instrument vliegprocedures als ARA, PinS en de enroute-letdown. Voor visuele vliegprocedures zal scheepvaart geen (grote) belemmering vormen. De additionele impact van scheepvaart is daarmee 0 - 2,5 procentpunt (bereikbaarheidsverlies indien teruggevallen moet worden op offshore VFR vliegen). Het mogelijke effect van scheepvaart op het gebruik van instrument vliegprocedures in zoekgebied 6/7 kan pas goed worden meegenomen in de analyses als er meer zekerheid is over de onzekerheden hierboven.

11 Visserij

11.1 Effectbeschrijving

Op de hele Noordzee vindt visserij plaats. Er wordt gevestigd op demersale (bodemgebonden) en pelagische (niet-bodemgebonden) vis. Demersale vis betreft onder andere tong, schol, poon, mul, inktvis en langoustine. Pelagische vis betreft onder andere haring, makreel en horsmakreel. In de onderzochte gebieden beoordeeld in dit plan-MER vindt vooral demersale visserij plaats. Specifiek betreft het voornamelijk boomkorvisserij op tong en schol en bordenvisserij op langoustine. Daarom beperkt dit MER zich tot de effecten op die demersale visserijtypen.

In het plan-MER is gekeken naar de effecten van windparken op de visserijsector, in termen van potentieel verlies van hun (relatieve) bijdrage aan de totale voedselproductie per type visserij (kwantitatieve effecten) en (economisch) belang van de verschillende gebieden voor de sector, keten en gemeenschappen (kwalitatieve effecten). Dit is beoordeeld op basis van een onderzoek uitgevoerd door Wageningen Economic Research, zie Bijlage 12. Hierbij zijn recente visserijgegevens (aanlandingen) geanalyseerd (periode 2020-2023) voor zoekgebied 6/7, Doordewind, Doordewind (west) en Lageland. Effecten zijn separaat beschreven voor de aanvoersector, in termen van economische waarde van de gebieden, welke bijdraagt aan de instandhouding van een robuuste visserijsector en voor regionale visserijgemeenschappen en hun verwerkings- en handelsketens.

Omdat prijzen tussen vissoorten sterk verschillen en verschillende typen visserijen belangen hebben in de beschouwde gebieden is ervoor gekozen om de beoordeling van de gebieden te baseren op de (economische) aanlandwaarde (kg vis vermenigvuldigd met de prijs). De aanlandwaarde is bepaald door WEcR¹². De aanlandwaarde beschrijft het effect (potentieel economisch verlies) per windenergiegebied, maar biedt ook – indien uitgedrukt per vierkante kilometer – de mogelijkheid gebieden te vergelijken. Daarnaast is het belang van de gebieden beschouwd in termen van het aandeel dat de gebieden hebben in de totale aanlandingen van de verschillende visserijtypen. Zo ontstaat een beeld van de waarde van de gebieden voor de visserij en de mate waarin ze afhankelijk zijn van specifieke gebieden.

Afname van aanlandingen door de aanvoersector heeft een doorwerkend effect op de verwerkings- en handelsketens die hiervan afhankelijk zijn. Minder aanvoer betekent minder grondstoffen voor visverwerkende bedrijven, wat kan leiden tot een afname in productiecapaciteit en mogelijk verlies van banen. Daarom is de inschatting van effecten op de regionale visserijgemeenschappen en hun verwerkings- en handelsketens direct gekoppeld aan de aanvoer.

Het doorwerkende effect op de keten is niet in absolute zin bepaald en is daarom niet separaat beoordeeld. Aangenomen dat het effect op de keten proportioneel is met de hoeveelheid aanlandingen uit een gebied is één beoordeling gegeven voor het aspect visserij, op basis van aanlandwaardes en het aandeel dat de aanlandingen uit een gebied representeren op de totale aanlandingen uit de gehele Noordzee. Daarbij dient wel te worden aangetekend dat een deel van de vis die door buitenlandse schepen op het Nederlandse Continentale Plat (NCP) wordt gevangen in Nederland wordt aangeland. Sluiting van de gebieden heeft daarmee een grotere impact op de binnenlandse visverwerkings- en

¹² Buitenlandse visserijactiviteiten (schepen met een buitenlandse vlag, al dan niet in eigendom van Nederlandse ondernemers) zijn niet in de berekeningen door WEcR meegenomen, wat zorgt voor een onderschatting van de per gebied bepaalde waardes.

handelsketens dan op basis van de in het rapport gepresenteerde cijfers over de impact op handel en verwerking is in te schatten. Waar dit relevant is staat dit aangegeven.

11.1.1.1 Effecten voor de aanvoersector

Boomkorvisserij op tong en schol

Boomkorvisserij op tong en schol is een gemixte visserij, waarbij tong en schol de belangrijkste doelsoorten zijn, die in grote mate de rendabiliteit van deze visserij bepalen. De visserij wordt op het gehele NCP en daarbuiten in de grotere Noordzee beoefend. De belangrijkste visgebieden voor tong, de meest waardevolle doelsoort voor de boomkorvisserij, concentreren zich in het zuidelijkere deel van de Noordzee. In Doordewind en Lagelanders vindt boomkorvisserij op tong en schol plaats. Boomkorvisserij is minder afhankelijk van zoekgebied 6/7.

Bordenvisserij op langoustine

Langoustine is een belangrijke doelsoort voor de bordenvisserij. Deze visserij is sterk afhankelijk van specifieke visgronden, omdat langoustines honkvast zijn. Zoekgebied 6/7 is zo'n specifiek gebied voor de langoustinevisserij en dan met name het midden van het gebied, waar het slibrijker en dieper is. In de komende jaren neemt de afhankelijkheid van dit gebied verder toe, omdat ook andere voor langoustinevisserij waardevolle gebieden (zoals delen van het Friese Front en de Centrale Oestergronden, maar ook gebieden in het buitenland) ontoegankelijk (zullen) zijn. Daarnaast zijn er ook in aangrenzende landen ruimtelijke ontwikkelingen die voor een stapeling van beperkingen zorgen.

11.1.2 Effecten voor regionale visserijgemeenschappen en hun verwerkings- en handelsketens

Tabel 11.1 toont het aantal kotters dat jaarlijks actief is geweest in de onderzochte gebieden gemeten tussen 2020 en 2023. De percentages achter de aantallen in de tweede en derde kolom tonen hoeveel van de totale aanlandwaarde van een bepaalde visserijregio is gevangen in de onderzochte gebieden. 'Overige regio's' is de samenvoeging van de regio's IJmuiden, Katwijk-Scheveningen, de Waddenkust en Zuidwest-NL.

Tabel 11.1 Aantal kotters actief in de onderzochte gebieden in 2020-2023 per regio. De waarden in deze tabel representeren de waarden voor de gehele gebieden en niet voor de eventuele ruimte die nodig is om 2 of 4 GW windenergie te realiseren.

Windenergiegebied	Kop van NH	Urk	Overige regio's	Totaal actieve vloot
Doordewind	10 (0,3%)	31 (0,7%)	6	48
Doordewind (west)	11 (0,1%)	28 (0,2%)	6	45
Lagelanders	15 (0,5%)	19 (0,1%)	15	49
Zoekgebied 6/7	13 (0,6%)	34 (1,3%)	6	53
<i>Totaal actieve vloot</i>	<i>68</i>	<i>71</i>	<i>131</i>	<i>270</i>

De aanlandgegevens van de boomkor- en bordenvisserij uit 2020-2023 laten zien dat vissers uit Urk en de kop van Noord-Holland het meest actief zijn in alle gebieden. Zo zijn bijvoorbeeld 34 van de 71 Urker kotters (48% van de schepen) actief in zoekgebied 6/7 en zijn de aanlandingen uit dat gebied goed voor 1,3% van de totale aanlandwaarde door de gehele Urker kottersvloot. Voor de Kop van Noord-Holland geldt dat 15 van de 68 vissersschepen (19% van de lokale vloot) actief zijn in Lagelanders, waarmee zij samen 0,5% van de totale lokale aanlandwaarde uit dat gebied betrekken en daarmee de meest afhankelijke

regio voor dat gebied zijn. Sluiting van de onderzochte gebieden bij aanwijzing als windenergiegebied zou vooral een regionale impact hebben op die twee regio's. Voor de overige regio's is niet per gebied het aandeel van de aanlandwaarde bepaald, maar op basis van het aantal actieve schepen (6-15 van de 131) blijkt dat die regio's relatief weinig actief zijn in de onderzochte gebieden.

11.2 Effectbeoordeling zoekgebied 6/7

Zoekgebied 6/7 is van bijzonder belang voor de bordenvisserij op langoustine, met in zijn geheel een geschatte waarde van ongeveer € 0,79 miljoen. De langoustine-aanlandingen vertegenwoordigen 7,9% van de totale aanlandwaarde van langoustine in de hele Noordzee (inclusief Duitse en Engelse wateren) en 17,0% van de aanlandwaarde binnen het Nederlandse Continentaal Plat (NCP). Dit percentage is relatief hoog (t.o.v. andere vissoorten) omdat langoustines alleen in specifieke leefgebieden voorkomen en het middendeel van zoekgebied 6/7 zo'n specifiek gebied is. Zoekgebied 6/7 is niet van substantieel belang voor de boomkorvloot. De aanlandwaarde van geheel zoekgebied 6/7 is € 0,59 miljoen. In absolute waarde is dit in dezelfde orde van grootte als de waarde voor de langoustinevisserij. Echter, deze aanlandingen representeren 'slechts' 0,5% van de totale waarde van tong-aanlandingen door de Nederlandse kottervloot en 0,9% van alle schol-aanlandingen. Boomkorvisserij is dus veel minder afhankelijk van zoekgebied 6/7 dan de langoustinevisserij.

Tabel 11.2 toont voor de uitersten en getrechterde varianten een beoordeling van de te verwachten effecten voor zowel de bordenvisserij op langoustine als voor de boomkorvisserij op tong en schol. De getrechterde varianten zijn niet individueel beoordeeld door WEcR. De aanlandwaardes voor de getrechterde varianten zijn berekend door waardes per km² voor het *uiterste voor visserij* en voor het centrale middengebied (wel beschikbaar uit het WEcR-rapport) te vermenigvuldigen met het benodigde aantal km² respectievelijk binnen en buiten de *uiterste voor visserij*. Deze aantallen km² konden worden bepaald op basis van de omvang van de open zone zoals beschreven in paragraaf 5.5.3. Tussen haakjes wordt ook het aandeel (%) getoond dat deze waarde representeert op de totale aanlandingen van de betreffende vloot in de gehele Noordzee (inclusief uit wateren van buurlanden). In de beoordeling zijn zowel de absolute aanlandwaarde als dit aandeel meegewogen.

Het effect op de langoustinevisserij verschilt sterk (tussen € 100.000 en € 792.000) tussen de meest gunstige getrechterde variant (wat feitelijk het *uiterste voor visserij* is) en het *uiterste voor windenergie*. Door het aanhouden van een open zone in zoekgebied 6/7 zal het effect op de langoustinevisserij dus sterk worden beperkt. In de variant met een basis open zone blijft circa 70% van de langoustinevisserij in zoekgebied 6/7 behouden; in de variant met de meest brede open zone circa 85%. Op basis hiervan en in overweging nemend dat langoustinevisserij sterk locatiegebonden is, is het *uiterste voor windenergie*, waarbij geen open zone is ingetekend, beoordeeld als negatief, omdat hierbij de langoustinevisserij niet wordt ontzien. De effecten van het *uiterste voor visserij* en de getrechterde varianten zijn allen beoordeeld als enigszins negatief.

Het effect op de boomkorvisserij in zoekgebied 6/7 (potentieel waardeverlies tussen € 485.000 en € 593.000) is voor de uitersten en voor alle getrechterde varianten als beperkt negatief beoordeeld. Deze uniforme beoordeling heeft te maken met het feit dat de boomkorvisserij vooral in het oostelijk deel van zoekgebied 6/7 plaatsvindt, waar in alle uitersten en varianten windpark voorzien is.

Tabel 11.2 Effectbeoordeling aspect visserij zoekgebied 6/7

Uitersten	Totale aanlandwaarde per km ² (EUR)	Totale aanlandwaarde (x1000 EUR)	Waarvan voor boomkor (x1000 EUR)	Beoordeling	Waarvan voor bordenvisserij (x1000 EUR)***	Beoordeling
Uiterste met minste effect: visserij	220	642	485 (0,43%)	Beperkt negatief	100 (0,54%)	Enigszins negatief
Uiterste met meeste effect: windenergie	330	1.510	593 (0,52%)	Beperkt negatief	792 (4,26%)	Negatief
Groepen van getrechterde varianten						
Meest brede open zone* (ca. 18,5 – 19,5 GW)	217	642	485 (0,43%)	Beperkt negatief	100 (0,54%)	Enigszins negatief
Basis open zone** (ca. 20,5 – 21,5 GW)	245	797	504 (0,44%)	Beperkt negatief	224 (1,20%)	Enigszins negatief

*Waarde reflecteert de ondergrens van de (smalle) bandbreedte behorend bij deze betreffende getrechterde variant. **Waarde reflecteert de bovengrens van de (smalle) bandbreedte bij deze getrechterde variant. Op deze manier wordt de totale bandbreedte aan te verwachten effecten getoond. *** Vermenigvuldiging met een factor twee zou waarschijnlijk een betere benadering geven van een reële aanlandwaarde; zie paragraaf 11.5 'Onzekerheden'.

11.3 Effectbeoordeling Lageland en Doordewind

De effecten van een sluiting van Lageland treft alleen de boomkorvisserij op tong en schol. De aanlandwaarde van langoustine uit Lageland is nihil. De waarde van de aanlandingen uit Lageland is voor de boomkorvloot relatief hoog, gezien de geringe grootte van het gebied, in vergelijking met zoekgebied 6/7. Met de kanttekening dat ook voor de boomkorvisserij ruimte schaarser wordt door sluiting van verschillende gebieden en er een stapeling van effecten optreedt, heeft de boomkorvloot toch relatief meer mogelijkheden om uit te wijken naar andere visgronden. Met 0,6% van de totale aanlandwaarde van de boomkorvloot is deze visserij een relatief minder afhankelijkheid van het gebied. In het WeCR rapport zijn Lageland, Doordewind en Doordewind West apart beschouwd. Tabel 11.3 toont aanlandwaardes voor de gehele onderzochte gebieden zoals getoond in het WeCR-rapport.

Tabel 11.3 Effectbeschrijving aspect visserij Lageland en Doordewind

Onderzochte gebieden	Totale aanlandwaarde per km ² (EUR)	Totale aanlandwaarde (x1000 EUR)	Waarvan voor boomkor (x1000 EUR)	Waarvan voor borden (x1000 EUR)
Lageland: 758 km ²	890	672	641	6
Doordewind: 385 km ²	2517	969	948	21
Doordewind west 188 km ²	1835	345	329	16

Het uitgangspunt voor de effectbeoordeling is dat binnen het aangewezen windenergiegebied 2 GW vermogen kan worden opgesteld per 200 km². Voorzien is dat er in Lageland 2 GW ingepast zou kunnen worden en dat er in Doordewind (inclusief Doordewind (west)) ruimte is voor 2 GW of 4 GW. Om het effect

te bepalen is gerekend met gemiddelde waarde per km² per gebied (waarbij Doordewind en Doordewind (west) met een gewogen gemiddelde zijn samengenomen, omdat niet bekend is waar de windturbines precies zouden komen binnen het windenergiegebied).

Tabel 11.4 toont een beoordeling van de te verwachten effecten voor zowel de boomkorvisserij op tong en schol als de bordenvisserij op langoustine op basis van de aanlandwaarde corresponderend met 200 km² binnen betreffende onderzochte gebied. Tussen haakjes wordt ook het aandeel (%) getoond dat deze waarde representeert op de totale aanlandingen van de betreffende vloot in de gehele Noordzee (inclusief uit wateren van buurlanden). In de beoordeling zijn zowel de absolute aanlandwaarde als dit aandeel meegewogen.

Tabel 11.4 Effectbeoordeling aspect visserij Lageland en Doordewind

Onderzochte gebieden	Aanland-waarde per km ² (EUR)	Totale aanland-waarde (x1000 EUR)	Waarvan voor boomkor (x1000 EUR)	Beoordeling	Waarvan voor Bordenvisserij (x1000 EUR)	Beoordeling
Lageland (+2 GW: 200 km ²)	887	178	169 (0,15%)	Enigszins negatief	2 (0,00%)	Neutraal
Doordewind (+2 GW: 200 km ²)	2293	459	446 (0,39%)	Beperkt negatief	13 (0,01%)	Neutraal
Doordewind (+4 GW: 400 km ²)	2293	917	891 (0,78%)	Beperkt negatief	26 (0,02%)	Neutraal

Realisatie van windparken in Doordewind of Lageland treft voornamelijk de boomkorvisserij op tong en schol. De afhankelijkheid van de langoustinevisserij van deze gebieden is zeer gering (met 0,00 tot 0,02% van hun totale aanlandingen). De combinatie van de relatief lagere waarde per km² en de beperkte benodigde ruimte maakt dat het effect van Lageland op de boomkorvisserij, met een potentieel waardeverlies van € 178.000, als enigszins negatief beoordeeld is. Het effect van realisatie van windparken in Doordewind (voor zowel 2 GW als 4 GW) wordt in verband met de relatief hogere waarde per km² voor de boomkorvisserij als beperkt negatief beoordeeld. Het effect op de bordenvisserij is voor alle zowel Lageland als Doordewind neutraal i.v.m. de nauwelijks aanwezige activiteit.

11.4 Mitigerende maatregelen

Negatieve effecten worden beperkt door het plaatsen van windparken in gebieden die minder belangrijk zijn voor visserij, door na aanwijzing binnen de beschikbare ruimte te zoeken naar optimalisatie binnen de gebieden. Zo laat Tabel 11.3 zien dat de aanlandwaarde van Doordewind west een relatief lagere aanlandwaarde per km² heeft dan Doordewind. Bij realisatie van + 2 GW kan mogelijk het kavel zo ver mogelijk naar het westen worden gerealiseerd, waarmee het meest waardevolle deel van Doordewind kan worden ontzien. En wellicht zijn er ook binnen Lageland verschillen te onderscheiden. Daarnaast zou het toestaan van actieve visserij binnen windparken als medegebruiksfunctie (gedeeltelijk) het verlies van ruimte kunnen voorkomen. Hiervoor zou onderzoek naar de haalbaarheid hiervan moeten plaatsvinden.

11.5 Leemten in kennis

De leemten in kennis voor het aspect visserij zijn hieronder samengevat:

- De gepresenteerde economische waarden vertellen een deel van het verhaal, omdat het effect van gebiedssluiting groter kan zijn dan de gepresenteerde cijfers, bijvoorbeeld door praktische problemen van vissen nabij de randen van windparken en mogelijke beperkingen in doorvaartmogelijkheden.

Effecten kunnen verder strekken wanneer specifieke visgronden extra belangrijk zijn om een jaarrond rendabel visplan op te kunnen stellen;

- Sluitingen elders kunnen er voor zorgen dat de druk toeneemt op de overgebleven visgebieden, wat een zogenaamd crowding-effect veroorzaakt.
- Effecten op de visketen en lokale visserijgemeenschappen zijn ingeschat als een afgeleide van de hoeveelheid aanlandingen. De manier waarop effecten precies doorwerken in de keten en de visserijgemeenschappen zou met nader kwantitatief onderzoek beter in kaart gebracht kunnen worden.

11.6 Onzekerheden

De effectbeoordeling in dit hoofdstuk is gebaseerd op aanlandgegevens over de afgelopen jaren. Of de omvang van aanlandingen in de toekomst zal veranderen is op dit moment niet te voorspellen. Dit zal onder andere afhankelijk zijn van externe factoren die de visstand beïnvloeden (inclusief natuurlijke oorzaken), maar ook bijvoorbeeld het aantal kotters dat blijft vissen op de Noordzee.

Er moet worden opgemerkt dat de gepresenteerde percentages, om het aandeel van de onderzochte gebieden te duiden ten opzichte van de totale visserij op de Noordzee, de komende jaren nog zullen toenemen. Dit heeft te maken met het feit dat naast het afsluiten van gebieden voor de ontwikkeling van windparken, de visserijsector ook te maken heeft met verkleining van het areaal door het aanwijzen van natuurgebieden, mijnbouwactiviteiten, militaire oefengebieden en scheepvaartroutes. Met name sluiting van zoekgebied 6/7 zou samen met de afsluiting van het Friese Front en de Centrale Oestergronden, welke belangrijke visgronden voor de langoustinevisserij zijn, zorgen voor een stapeling van beperkingen van het te benutten areaal voor visserij. Met een open zone in zoekgebied 6/7 wordt dat echter grotendeels voorkomen. Voor de visserij op tong en schol speelt dit meer generiek, omdat die in grote delen van de Noordzee plaatsvindt.

Een deel van de vis die door buitenlandse schepen op het Nederlandse Continentale Plat (NCP) wordt gevangen wordt in Nederland aangeland. Met name voor de langoustinevisserij geldt dat aanlandingen uit zoekgebied 6/7 waarschijnlijk onderschat worden, omdat alleen gegevens van Nederlandse schepen door WEcR konden worden meegenomen in de beoordeling, terwijl ongeveer de helft van de totale aanlandingen in en rond dat gebied door schepen met een buitenlandse vlag gevangen worden. Veel van die schepen zijn van Nederlandse eigenaren en landen hun vis aan op Urk of in andere Nederlandse havens. Er zijn hiervoor geen precieze cijfers bekend, maar vermenigvuldiging met een factor twee zou waarschijnlijk een betere benadering geven van reële aanlandwaardes. Onderzoek in internationaal verband, waarbij landen gegevens over hun visserijen bij elkaar brengen voor een integrale analyse kan (voor alle partijen) het inzicht in effecten van ruimtelijke beperkingen op de visserijsector verbeteren.

12 Cultureel erfgoed

12.1 Effectbeschrijving

Verspreid over de Noordzee kunnen archeologische waarden op of in de bodem voorkomen. Deze mogelijke archeologische waarden kunnen bijvoorbeeld scheeps- of vliegtuigwrakken zijn of prehistorische resten. Vaak moet er nog vastgesteld worden of deze waarden daadwerkelijk als archeologisch relevant gezien moeten worden en is de locatie ervan niet precies bekend. De Erfgoedwet (2016) schrijft voor dat archeologische waarden niet aangetast mogen worden tijdens de installatie van windturbines, funderingen en kabels.

Conform de Erfgoedwet (2016) en Omgevingswet (2024) is het verplicht om archeologisch onderzoek uit te voeren waarin de aanwezigheid van mogelijke archeologische waarden wordt onderzocht. Pondera heeft daarom een quickscan archeologie gedaan. De quickscan is bij het plan-MER gevoegd als bijlage (Bijlage 13) en heeft als doel een eerste beoordeling te geven van de archeologische verwachtingen voor de verschillende onderzochte gebieden. In een verder stadium zal er uitgebreider (bureau)onderzoek en geofysisch en geotechnisch veldonderzoek nodig zijn om de archeologische verwachting in meer detail te bepalen en te beoordelen.

In de quickscan wordt onderscheid gemaakt tussen bekende en verwachte archeologische waarden:

- Bekende archeologische waarden (zoals scheepswrakken, vliegtuigwrakken e.d.);
- Te verwachten archeologische waarden;
 - Trefkans archeologische waarden aan de hand van 'Indicatieve kaart archeologische waarden' (IKAW);
 - Te verwachten archeologische waarden aan de hand van 'Indicatief model van het archeologisch potentieel van de Noordzeebodem'.

Bekende archeologische waarden

Op de zeebodem liggen verschillende objecten, zoals scheepswrakken, neergestorte vliegtuigen, ankers, kanonnen en containers. Aangetroffen objecten kunnen worden beschouwd als archeologisch relevant als deze kenniswinst over het verleden opleveren en/of van belang zijn om te behouden voor de toekomst. Het aantreffen van verschillende objecten wordt bijgehouden in verschillende databases, waarvan de NCN-database (National Contact Number) het meest up-to-date is. Vaak moet van de objecten in de database nog vastgesteld worden of deze daadwerkelijk als archeologisch relevant gezien moeten worden en is de locatie ervan niet precies bekend.

In een zone van 100 meter rondom de contouren van de vindplaats van (mogelijke) archeologische waarden mogen geen bodemberoerende activiteiten plaatsvinden. Daaronder valt het plaatsen van windturbines, kabels en andere bijbehorende voorzieningen van een offshore windpark, net als het ankeren of andere tijdelijke bodemberoerende activiteiten. In overleg met het bevoegd gezag en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) is het wellicht mogelijk om deze zones voor specifieke situaties te verkleinen op basis van een nadere verkenning en/of maatregelen. Wanneer de zone van 100 meter niet vermeden kan worden, kan aanvullend onderzoek nodig zijn om de aard en archeologische relevantie te bepalen. Als dit aantoont dat de bekende waarde niet als archeologisch relevant wordt beschouwd kan de 100 meter zone op die locatie mogelijk vrijgegeven worden.

In de quickscan worden de objecten uit de NCN-database per onderzochte gebieden in beeld gebracht. In een verder stadium zal moeten worden gekeken naar de archeologische waarde van het object. Voorzichtigheidshalve zijn alle objecten uit de NCN-database gezien als bekende archeologische waarden. Doel is om een eerste beoordeling te geven van de impact van een windenergiegebied op deze archeologische waarden. De beoordeling wordt gegeven aan de hand van de aanwezige bekende waarden, waarna er met expert-judgement (door experts van Pondera Consult, Witteveen+Bos en RCE) een beoordeling kan worden gegeven in hoeverre een eventuele realisatie van een windenergiegebied effecten daarop heeft. Deze worden per alternatief beschreven.

Te verwachten archeologische waarden

De Noordzee is niet altijd een zee geweest. Het gebied heeft tijden van droogte gekend, waarin deze bewoonbaar was, maar ook tijden waarin het gebied bedekt was onder ijskappen, waardoor het onbewoonbaar was. Uit de verschillende tijdperken is het mogelijk dat er resten zijn achtergebleven. Dit kunnen prehistorische resten betreffen, maar bijvoorbeeld ook meer recentere scheepswrakken, vliegtuigwrakken of ander oorlogsmateriaal. Specifieke omgevingsomstandigheden kunnen worden geassocieerd met verschillende geologische formaties die in de betreffende tijdperken zijn ontstaan.

IKAW 3.0

De IKAW 3.0 bevat een vlakdekkende en landsdekkende classificatie van de trefkans op archeologische resten. Deze trefkans is gebaseerd op een kwantitatieve analyse en op archeologisch inhoudelijke kennis van het bodemarchief. De kaart (weergegeven in de quickscan; Bijlage 13) geeft een globaal beeld van de trefkans op archeologische resten onder water. Binnen de Noordzee is de trefkans opgedeeld in drie categorieën; 'lage waarde', 'middelhoe waarde' en 'hoge waarde'. Naast de verdeling in trefkans van archeologische resten, zijn ook de veengebieden weergegeven. Archeologische resten zijn over het algemeen beter bewaard gebleven in veengronden.

De IKAW 3.0 geeft een eerste overzicht van de trefkans van archeologische resten, al zijn er aandachtspunten. De schaal van de beoordeling van de IKAW wordt gezien als globaal, waarbij geologie en morfologie niet zijn meegenomen. Verschillende bodemsoorten maken echter wel een dergelijk verschil in hoe verre een waarde goed bewaard is.

Indicatief model van het archeologisch potentieel van de Noordzeebodem

Om de verschillende te verwachten archeologische waarden in kaart te brengen heeft Deltares, samen met TNO en Rijksuniversiteit Groningen in 2016 het 'Indicatief model van het archeologisch potentieel van de Noordzeebodem' gecreëerd. Het model geeft een geo-archeologische en paleo-landschappelijke zonering van het Nederlandse deel van de Noordzee weer. De relevante geo-archeologische eenheden zijn in beeld gebracht, gebaseerd op grond van kennis van de geologische opbouw en van het daarin bewaard gebleven verdronken midden- en laat-paleolithische, mesolithische en neolithische landschap, tot een diepte van 30 m beneden de bodem van de Noordzee. De verschillende zones die in het model zijn onderscheiden, hebben elk hun eigen archeologische kenmerken. Aan de hand van de archeologische potentiekaart kunnen verwachtingen worden gekoppeld voor eventuele archeologische waarden die in het gebied aanwezig kunnen zijn.

Het 'Indicatief model van het archeologisch potentieel van de Noordzeebodem' is in de quickscan gebruikt om een eerste beoordeling te geven over de te verwachten archeologische resten in de onderzochte gebieden. Aan de hand van de te verwachten archeologische waarden, wordt er vanuit expert-judgement

een beoordeling gegeven aan de te verwachten effecten op deze mogelijke archeologische waarden. Deze zijn per onderzocht gebied beschreven in de quickscan.

12.2 Effectbeoordeling zoekgebied 6/7

In de quickscan zijn de effecten op bekende archeologische waarden en de te verwachten archeologische waarden voor de uitersten en groepen van getrechterde varianten binnen zoekgebied 6/7 beschouwd. Tussen de groepen van getrechterde varianten zijn minimale verschillen gevonden. Om de bandbreedte van effecten te beschouwen worden de uiterste getrechterde variant met het meeste windenergie en uiterste getrechterde variant met het minste windenergie besproken.

Bekende archeologische waarden

Voor de beoordeling van de uitersten is gekeken naar de uiterste met het minste windenergie (*uiterste voor visserij*) en het uiterste met het meeste windenergie (*uiterste voor windenergie*). Voor dit aspect is er geen onderscheid gevonden tussen de verschillende uitersten omdat er wordt gekeken naar dichtheidsgemiddeldes. De dichtheidsgemiddeldes zijn in beide uitersten zeer laag.

Voor de bekende archeologische waarden geldt dat voor de "Basis open zone" (*uiterste getrechterde variant met het meeste windenergie*) er 55 bekende waarden zijn en voor de "Meest brede open zone" (*uiterste getrechterde variant met het minste windenergie*) 53. Uit de quickscan blijkt dat het deel oostelijk van de open zone een hogere dichtheid heeft dan het deel westelijk van de open zone. De dichtheidsgemiddeldes die hieruit voortvloeien voor de uitersten en de uiterste getrechterde varianten kunnen worden beschouwd als zeer laag. Ondanks deze lage dichtheidsgemiddeldes blijft er nog steeds een trefkans. Daarom kunnen in beide gevallen (westelijk/oostelijk deel) negatieve effecten niet volledig worden uitgesloten.

Zowel de uitersten als de uiterste getrechterde varianten zijn daarom niet onderscheidend en scoren 'enigszins negatief'. De reden hiervoor is de aanwezigheid van (mogelijke) archeologische waarden en de noodzaak om hier rekening mee te houden.

Te verwachten archeologische waarden

IKAW 3.0

Zoekgebied 6/7 valt volledig in een gebied waarbij de trefkans op archeologische resten volgens het IKAW 3.0 is gecategoriseerd als 'lage waarde'. Naast deze lage trefkans zijn er binnen het gebied enkele veengronden aangewezen.

Indicatief model van het archeologisch potentieel van de Noordzeebodem

Voor de uitersten en uiterste getrechterde varianten geldt dat er (mogelijke) prehistorische archeologische resten kunnen worden verwacht uit het midden-paleolithicum, laat-paleolithicum, mesolithicum en verspoeld mesolithicum. Daarnaast vallen de categorieën "Mogelijke archeologisch onderzoekspotentieel op grond van de geomorfologie" en "Geen prehistorische resten intact" ook binnen de uitersten en uiterste getrechterde varianten.

Beoordeling te verwachten archeologische waarden

Uit het IKAW en het indicatief model van Deltares, komen enkele aandachtspunten naar voren. De IKAW laat een lage trefkans zien. Tegelijkertijd blijkt dat er verschillende (mogelijke) prehistorische archeologische waarden kunnen worden verwacht. Er is een noodzaak om rekening te houden met deze

waarden. Voor de uitersten en uiterste getrechterde varianten geldt dat de IKAW ook een lage trefkans laat zien en dat er verschillende prehistorische archeologische waarden kunnen worden verwacht waar rekening mee dient te worden gehouden. Bij zowel de uitersten als de uiterste getrechterde varianten moet er op éénzelfde manier rekening worden gehouden met de te verwachten archeologische waarden. De verschillende uitersten en uiterste getrechterde varianten zijn daarom niet onderscheidend van elkaar en worden gelijk beoordeeld. Op basis van de huidige kennis worden de uitersten en de uiterste getrechterde varianten hierdoor 'enigszins negatief' beoordeeld.

Tabel 12.1 Effectbeoordeling aspect Cultureel erfgoed zoekgebied 6/7

Uitersten	Beoordeling bekende archeologische waarden	Beoordeling te verwachten archeologische waarden
Uitersten*	Enigszins negatief	Enigszins negatief
Uiterste getrechterde varianten		
Meest brede open zone (ca. 18,5 – 19,5 GW)	Enigszins negatief	Enigszins negatief
Basis open zone (ca. 20,5 – 21,5 GW)	Enigszins negatief	Enigszins negatief

**Voor dit aspect is de beoordeling voor de verschillende uitersten niet onderscheidend, er worden daarom geen verschillende uitersten weergegeven in de tabel.*

12.3 Effectbeoordeling Lageland en Doordewind

Bekende archeologische waarden

Voor gebied Lageland geldt dat er 30 waarden aanwezig zijn die mogelijk archeologisch relevant zijn, voor Doordewind zijn dit er 9. In beide gevallen is de dichtheid dusdanig laag dat er geen negatieve effecten worden verwacht. Binnen het ontwerp van het windpark kan bij de bepaling van windturbinelocaties rekening worden gehouden met de bekende archeologische waarden. De effecten op bekende archeologische waarden zijn 'enigszins negatief' beoordeeld. De reden hiervoor is de aanwezigheid van (mogelijke) archeologische waarden en de noodzaak om hier rekening mee te houden.

Te verwachten archeologische waarden

IKAW 3.0

Uit de IKAW blijkt dat voor gebied Lageland een lage trefkans geldt, waarbinnen er enkele gronden als veengronden zijn aangewezen. Voor gebied Doordewind geldt ook een lage trefkans maar er zijn geen veengronden aangewezen.

Indicatief model van het archeologisch potentieel van de Noordzeebodem

Binnen gebied Lageland kunnen (mogelijke) prehistorische archeologische resten kunnen worden verwacht uit het midden-paleolithicum, laat-paleolithicum, mesolithicum en verspoeld mesolithicum. Daarnaast is een aanzienlijk deel van Lageland aangewezen met de categorie "Geen prehistorische resten intact". Voor Doordewind geldt dat er (mogelijke) prehistorische archeologische resten kunnen worden verwacht uit het laat-paleolithicum en verspoeld mesolithicum. Ook hier is een groot deel aangewezen met de categorie "Geen prehistorische resten intact".

Beoordeling te verwachten archeologische waarden

De IKAW laat voor beide gebieden een lage trefkans zien, waar er bij Lageland wel enkele veengronden aanwezig zijn. Uit het 'Indicatief model van het archeologisch potentieel van de Noordzeebodem' blijkt dat in beide gebieden een aanzienlijk deel van het gebied is aangewezen als grond waar geen prehistorische resten intact zijn. Echter geldt ook dat er in een groot deel van beide gebieden een verwachting op

(mogelijke) prehistorische archeologische waarden naar voren komt. Er is een noodzaak om rekening te houden met deze waarden. Op basis van deze huidige kennis worden beide gebieden 'enigszins negatief' beoordeeld.

Tabel 12.2 Effectbeoordeling aspect cultureel erfgoed Lageland en Doordewind

Onderzochte gebieden	Beoordeling bekende archeologische waarden	Beoordeling te verwachten archeologische waarden
Lageland (+2 GW)	Enigszins negatief	Enigszins negatief
Doordewind (+2 GW)	Enigszins negatief	Enigszins negatief
Doordewind (+4 GW)	Enigszins negatief	Enigszins negatief

12.4 Mitigerende maatregelen

Ten aanzien van archeologische waarden kan aantasting voorkomen worden door *micro-siting* of de archeologische waarde op te graven. *Micro-siting* houdt in dat bij er bij de locatiekeuze bij de bouw van een windpark, de windturbines of de kabels dusdanig verplaatst kunnen worden dat ze geen conflict hebben met de archeologische waarden en dat deze bewaard kunnen blijven. Extra onderzoek in een verder stadium kan de ligging en relevantie van archeologische waarden exact bepalen, waarna eventueel de windturbines en/of kabels zo gesitueerd kunnen worden dat ze op voldoende afstand van archeologische waarden liggen. De negatieve effecten kunnen hiermee volledig gemitigeerd worden, waarna de effectbeoordeling van bekende archeologische waarden van 'enigszins negatief' naar 'neutraal' veranderd kan worden. Aandachtspunt hierbij is dat deze mitigerende maatregel zich tot op heden vooralsnog beperkt tot archeologische objecten zoals scheepswrakken. De potentiële archeologische waarden onder de veengronden of de overige wellicht verstoorde waarden, kunnen niet op deze wijze worden gemitigeerd omdat hier te weinig gegevens of niet de juiste methoden voor bekend zijn.

Indien er tijdens de aanleg van het windpark (mogelijk) archeologische waarden worden aangetroffen, dan moet dit worden gemeld aan het bevoegd gezag en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. In overleg met het bevoegd gezag wordt dan bekeken hoe de archeologische resten zo goed mogelijk kunnen worden behouden. Als behoud door *micro-siting* niet mogelijk is, moeten de archeologische waarden buiten de bodem worden behouden. Dit gebeurt conform de werkwijze en onderzoeken zoals opgenomen in de Archeologische Monumenten Zorg cyclus (AMZ-cyclus).

12.5 Leemten in kennis

De leemten in kennis voor het aspect cultureel erfgoed zijn hieronder samengevat:

- Van de bekende objecten (uit de NCN-database) is nog niet bekend of deze van archeologische waarde zijn. Dit is vaak pas na waarderend veldonderzoek vast te stellen;
- De archeologische (zonerings)modellen dienen nog verder te worden doorontwikkeld. Er is nog veel kennisleemte met betrekking tot de verdronken landschappelijke waarden.

13 Energieopbrengst en vermeden emissies

13.1 Effectbeschrijving

In dit hoofdstuk worden het opgestelde vermogen (aantal GW), de verwachte energieopbrengsten (GWh per jaar) en vermeden emissies (ton CO₂, NO_x en SO₂ per jaar) beoordeeld. Daarnaast wordt de Levelized Cost of Energy (LCoE) beschouwd omdat dit de rendabiliteit van een windpark ten opzichte van een referentie windpark aangeeft en daarmee relevant is voor de realisatie. De LCoE wordt niet beoordeeld, omdat dit niet past binnen de MER-methodiek. De LCoE valt namelijk niet te vergelijken met de referentiesituatie. Omdat de LCoE echter wel relevante informatie biedt over de relatieve rendabiliteit van de verschillende varianten en daarmee over de realisatie, wordt deze parameter beschouwd in dit hoofdstuk. In deze paragraaf worden de effecten van de bovengenoemde aspecten beschreven.

Het **opgestelde vermogen** van een windpark geeft een indicatie van de maximaal te installeren capaciteit in GW binnen een windgebied, gebaseerd op technische uitgangspunten en de afweging tussen verschillende belangen. Het opgestelde vermogen is het product van het vermogen van een windturbine en het aantal windturbines in een windpark.

Om de **jaarlijkse energieopbrengst** (GWh per jaar) te berekenen wordt eerst de bruto energieopbrengst berekend door het opgestelde vermogen (P_n in GW) te vermenigvuldigen met de te verwachten aantal vollasturen (t in uren per jaar) in een jaar. De netto energieopbrengst, ofwel Annual Energy Production (AEP in GWh per jaar), is de bruto energieopbrengst minus de verliezen (E_l in GWh per jaar).

$$AEP = (P_n * t) - E_l$$

Verliezen ontstaan door (gepland) onderhoud, curtailment (afschakelen van windturbines) en zogverliezen (verliezen door luchtstromen van nabijgelegen windturbines). Zogverliezen ontstaan door turbulente luchtstromen, geproduceerd door andere windturbines, waardoor de energieopbrengst voor achterliggende windturbines verminderd. De opstelling, windrichting en de onderlinge afstand tussen windturbines zijn hiervoor bepalend.

De hoeveelheid opgewekte duurzame energie leidt tot **vermeden emissies**. Deze stroom hoeft immers niet door verbranding van fossiele brandstof te worden opgewekt. Drie belangrijke emissies van fossiele energiecentrales zijn CO₂, NO_x, en SO₂. CO₂ is een broeikasgas, wat een opwarmend effect heeft op de atmosfeer. NO_x- en SO₂-emissies hebben invloed op verzuring en verontreiniging van de atmosfeer. De substitutiemethode van RVO wordt gebruikt om de vermeden emissies te berekenen (RVO, 2022). De substitutiemethode hanteert een gemiddeld rendement van conventionele elektriciteitscentrales en emissiefactoren voor de brandstoffen die worden gebruikt in deze centrales.

Het vermeden verbruik wordt berekend door de energieopbrengst te delen door het rendement van de elektriciteitscentrale. Dat verbruik wordt vermenigvuldigd met de emissiefactor om tot de vermeden emissies te komen. De gehanteerde factoren staan in Tabel 13.1. Het elektrisch rendement is gebaseerd op die van de referentieparkmethode van 2023 (CBS, 2023) en de emissiefactoren van het MER van Nederwiek (zuid), kavel I met referentiejaar 2019 (Pondera Consult, 2024).

Tabel 13.1 Elektrisch rendement en emissiefactoren van conventionele centrales

Factor		Eenheid
Elektrische rendement conventionele centrale (2023)	48	%
CO ₂ -emissiefactor (2023)	204.120	kg/GWh
NO _x -emissiefactor (2019)	108	kg/GWh
SO ₂ -emissiefactor (2019)	72	kg/GWh

Ten slotte is de **Levelized Cost of Energy (LCoE)** een belangrijke maat voor de kosten per eenheid opgewekte energie gedurende de volledige levenscyclus van het windpark (aanleg, onderhoud en verwijdering). Deze indicator geeft de rendabiliteit van een windpark ten opzichte van een ander windpark aan, gegeven dat de inkomsten per eenheid opgewekte energie voor beide parken gelijk is.

De energieopbrengst- en LCoE-berekeningen zijn uitgevoerd door AFRY. Het plan-MER bevat een samenvatting van de resultaten. Voor een uitgebreide toelichting van de berekeningen en gebruikte uitgangspunten en methoden verwijzen we naar het rapport van AFRY in Bijlage 14.

Methodiek beoordeling energieopbrengst en vermeden emissies

Zodra een nieuw offshore windpark elektriciteit aan het elektriciteitsnet levert, wordt er meer duurzame energie opgewekt en emissies vermeden, dan wanneer er geen windpark is gebouwd (zoals in de referentiesituatie). Het effect op energieopbrengst en vermeden emissies van een gerealiseerd windpark is daarmee altijd positief, negatieve effecten zijn voor dit onderdeel niet van toepassing.

De beschouwde gebieden worden beoordeeld op basis van het extra opgesteld vermogen ten opzichte van de referentiesituatie. De bandbreedte van opgesteld vermogen in de beschouwde gebieden is 2 tot ca. 37,4 GW. De beoordeling is beperkt positief beoordeeld wanneer het opgesteld vermogen met minder dan 15 GW (ca. de helft van de bandbreedte) toeneemt ten opzichte van de referentiesituatie. Een variant wordt als sterk positief beoordeeld wanneer het opgesteld vermogen met meer dan 15 GW toeneemt. In Tabel 13.2 staat het beoordelingskader specifiek voor energieopbrengst en vermeden emissies.

Tabel 13.2 Methodiek beoordeling energieopbrengst en vermeden emissies

Beoordeling	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie
Sterk negatief (---)	Niet van toepassing
Negatief (--)	Niet van toepassing
Beperkt negatief (-)	Niet van toepassing
Enigszins negatief (0/-)	Niet van toepassing
Neutraal (0)	Niet van toepassing
Beperkt positief (+)	Minder 15 GW aan geïnstalleerd vermogen
Sterk positief (+++)	Meer dan 15 GW aan geïnstalleerd vermogen

13.2 Effectbeoordeling zoekgebied 6/7

De beoordeling van uitersten is gedaan aan de hand van:

- *Uiterste voor windenergie* (helemaal vol met windturbines) – het meest positieve effect;
- De “*uiterste combinatievariant minste windenergie*”, waarbij de ruimtevragen voor natuur, visserij en mijnbouw zijn gehonoreerd en het minste windturbines zijn te plaatsen – het minst positieve effect. Dit is gedaan om ten behoeve van de ruimtelijke analyse informatie te hebben over wat het mogelijke aantal GW is als alle ruimtebehoeften van andere sectoren worden gehonoreerd.

In Tabel 13.3 staan de opgestelde vermogens, de berekeningsresultaten van de energieopbrengsten de de vermeden emissies.. De uiterste combinatievariant met het minste windenergie wordt als beperkt positief beoordeeld, omdat het opgesteld vermogen met minder dan 15 GW toeneemt (t.o.v. de referentiesituatie). Het *uiterste voor windenergie* en de uiterste getrechterde varianten zijn in de beoordeling niet onderscheidend en allen sterk positief. Reden hiervoor is dat in alle gevallen het grote opgestelde vermogen (meer dan 15 GW) resulteert in navenant grote reductie van emissies en grote energieopbrengsten.

Tabel 13.3 Geïnstalleerd vermogen, netto jaarlijkse energieopbrengst, vermeden emissies en beoordeling per variant in zoekgebied 6/7

Uitersten	Opgesteld vermogen (GW)	Netto jaarlijkse energie-opbrengst (GWh/jaar)	Vermeden emissies (kton/jaar)			Beoordeling
			CO ₂	NO _x	SO ₂	
Uiterste met minste effect: Uiterste combinatievariant met minste windenergie	10,9	42.700	18.200	9,6	6,4	Beperkt positief
Uiterste met meeste effect: windenergie	37,4	137.000	58.200	30,8	20,5	Sterk positief
Uiterste getrechterde varianten						
Uiterste getrechterde variant minste windenergie (Meest brede open zone nr 8)	19,1 ¹³	70.700	29.100	15,4	10,3	Sterk positief
Uiterste getrechterde variant meeste windenergie (Basis open zone nr 1)	21,7 ¹³	79.400	33.700	17,8	11,9	Sterk positief

13.2.1 Beschouwing LCoE zoekgebied 6/7

In Tabel 13.4 staan de resultaten van de LCoE-berekeningen voor zoekgebied 6/7. Het windpark IJmuiden Ver Alpha (IJver A) is hiervoor als referentie gebruikt. De resultaten zijn daarom weergegeven in het procentuele verschil t.o.v. de LCoE van IJver A. Uit de resultaten blijkt dat een groter opgesteld vermogen, leidt tot een minder gunstige LCoE. Dit komt voornamelijk doordat het zogeffect toeneemt naar mate er

¹³ Bij het bepalen van het aantal GW van de getrechterde varianten is rekening gehouden met de aanname dat de minimale kavelgrootte ruimte biedt aan 0,5 GW (zie ook paragraaf 5.5.3). Door het aantal GW naar beneden af te ronden naar eenheden van 0,5 GW wordt het totaal aantal GW bepaald per getrechterde variant. In de berekening van AFRY is deze afronding niet gebruikt.

meer windturbines in het gebied staan. In mindere mate leiden de fundatiekosten bij een hoger opgesteld vermogen ook tot een minder gunstige LCoE. De resterende LCoE-parameters (kabeluitgaven, kapitaaluitgaven en operationele uitgaven aan windturbines, en inter-array kabel verliezen) zijn voor alle varianten gelijk.

De *uiterste combinatievariant minste windenergie*, waarbij alle ruimteclaims van andere belangen worden gehonoreerd heeft de laagste LCoE t.o.v. IJver A (-5,6%) , en is daarmee het meest rendabel van alle varianten. De *uiterste voor windenergie*, waarbij er maximale ruimte aan windenergie wordt toegekend heeft de minst gunstige LCoE, voornamelijk vanwege de aanzienlijke zogeffecten. De LCoE van de twee uiterste getrechterde varianten zit tussen de twee bovenstaande uitersten in, waarbij de Meest brede open zone een vrijwel gelijke LCoE heeft als die van IJver A (-0,1%), en Basis open zone een hogere LCoE (+1.3%).

De berekeningen die gedaan zijn in het kader van dit plan-MER zijn indicatief en gemiddeld, en houden nog geen rekening met verkaveling en mogelijke optimalisaties. Optimalisaties in het ontwerp van een windpark zijn mogelijk waardoor kosten kunnen worden bespaard, en de energieopbrengst per windturbine kan worden vergroot. Aan de randen van zoekgebied 6/7 zal de LCoE van windenergie per windturbine lager zijn dan in het midden van het gebied, vanwege lagere zogverliezen en lagere fundatiekosten (vanwege een verschil in waterdiepte). De LCoE van het *uiterste voor windenergie* in zoekgebied 6/7 is niet berekend. Het is aannemelijk dat het verschil t.o.v. IJver A groter is dan 3,5%. Dit is gebaseerd op het lineaire verband tussen het opgesteld vermogen en de LCoE van de andere varianten.

Tabel 13.4 Resultaten LCoE berekeningen zoekgebied 6/7

Uitersten	Opgesteld vermogen (GW)	LCoE (% ten opzichte van IJmuiden Ver Alpha)
Uiterste met het minste effect: uiterste combinatievariant minste windenergie	10,9	-5,6
Uiterste met het meeste effect: windenergie	37,4	> 3,5
Uiterstegetrechterde varianten		
Uiterste getrechterde variant minste windenergie (Meest brede open zone nr 8)	19,1 ¹³	-0,1
Uiterste getrechterde variant meeste windenergie (Basis open zone nr 1)	21,7 ¹³	1,3

13.3 Effectbeoordeling Lageland en Doordewind

In Tabel 13.5 staan de opgestelde vermogens, de resultaten van de energieopbrengst berekeningen, en de resultaten van de vermeden emissies berekeningen. Alle varianten zijn als beperkt positief beoordeeld, omdat het geïnstalleerde vermogen minder dan 15 GW is.

Tabel 13.5 Geïnstalleerd vermogen, energieopbrengst, vermeden emissies en beoordeling Lageland en Doordewind

Onderzochte gebieden	Opgesteld vermogen (GW)	Netto jaarlijkse energieopbrengst (GWh/jaar)	Vermeden emissies (kton/jaar)			Beoordeling
			CO ₂	NO _x	SO ₂	
Lageland (2 GW)	2,0	8.000	3.390	1,8	1,2	Beperkt positief
Doordewind (+2 GW)*	4,0*	15.500	6.610	3,5	2,3	Beperkt positief

Doordewind (+4 GW)*	6,0*	22.400	9.510	5,0	3,4	Beperkt positief
---------------------	------	--------	-------	-----	-----	------------------

* Voor Doordewind betreft dit het totaal inclusief de referentiesituatie. In de referentiesituatie wordt al 7.900 GWh / jaar opgewekt in Doordewind.

13.3.1 Beschouwing LCoE Lageland en Doordewind

In Tabel 13.6 staan de resultaten van de LCoE-berekeningen voor Lageland en Doordewind. Net als bij zoekgebied 6/7 worden de verschillen tussen de onderzochte gebieden voornamelijk veroorzaakt door variaties in de zogverliezen. Met uitzondering van fundatiekosten en bruto-energieopbrengsten, blijft de invloed van de overige parameters (kabeluitgaven, kapitaaluitgaven en operationele uitgaven aan windturbines, en inter-array kabel verliezen) op de netto LCoE-verschillen nagenoeg consistent tussen de varianten van Lageland en Doordewind.

Lageland heeft een netto LCoE-verschil van -11,2% (dus een lagere LCoE t.o.v. de referentie). Lageland heeft de laagste LCoE van alle varianten. Dit komt door relatief lage zogverliezen en funderingskosten. Dit is te verklaren door de grotere afstand tot naburige windparken en de relatief geringe waterdiepte in het gebied. Daarentegen heeft de invloed van de bruto-energieopbrengst van Lageland een verhogend, dus minder gunstig, effect op de LCoE. Dit is een indicatie van een minder optimaal windklimaat of lagere windturbine-efficiëntie vergeleken met Doordewind.

Voor Doordewind is de invloed van de zogverliezen op de netto LCoE negatief voor de +2 GW variant, maar in mindere mate dan voor Lageland, en positief voor de +4 GW variant. Dit zorgt ervoor dat de rendabiliteit van de +2 GW variant hoger is dan voor de +4 GW variant, aangezien de invloed van de andere parameters vrijwel gelijk is voor beide varianten van Doordewind.

Tabel 13.6 Resultaten LCoE berekeningen Lageland en Doordewind

Onderzochte gebieden	Geïnstalleerd vermogen (GW)	LCoE (% ten opzichte van IJmuiden Ver Alpha)
Lageland (2 GW)	2,0	-11,2
Doordewind (+2 GW)	4,0	-6,2
Doordewind (+4 GW)	6,0	-2,2

13.4 Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen zijn hier niet nodig omdat de effecten positief zijn. Een optimalisatie van de windpark lay-outs kan wel zorgen voor verminderde zogeffecten en kostenbesparingen waardoor de energieopbrengsten, en dus de vermeden emissies, stijgen en de LCoE van de varianten daalt.

14 Elektrische energie-infrastructuur

14.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de effecten beoordeeld van de converterplatforms en het deel van de 'net op zee'-kabel/exportkabel binnen de grenzen van het onderzochte gebied. De effecten van de infieldkabels (kabels tussen de windturbines en het converterplatform) zijn integraal beoordeeld in dit plan-MER en zijn te vinden in paragrafen 8.5.4, 8.6.4 en 8.7.4. De converterplatforms zelf en de export kabel binnen het windpark zijn niet meegenomen in de andere effecthoofdstukken omdat deze ook geen onderdeel zijn van de PH. Aangezien de export verbinding en het converterplatform wel randvoorwaardelijk zijn om een windpark op zee te kunnen realiseren is het voor de volledigheid in dit hoofdstuk afzonderlijk meegenomen en beoordeeld. Waterstofinfrastructuur (leidingen en platforms) is niet beoordeeld in dit hoofdstuk, dit is te vinden in hoofdstuk 15. Wanneer er sprake is van export van energie middels waterstofinfrastructuur zal dit mogelijk invloed hebben op het aantal exportkabels. Gezien de onzekerheid m.b.t. waterstofontwikkelingen is er nu gekozen voor een worst-case benadering waarbij alle energie middels exportkabels naar land zal worden getransporteerd.

Samenvattend zijn de volgende onderdelen in dit hoofdstuk meegenomen die vallen onder de effectbeoordeling van elektrische energie-infrastructuur:

- Converterplatform(s) op zee (voor zover gelegen binnen het onderzochte gebied voor windenergie)
- 2GW kabels (DC) (voor zover gelegen binnen het onderzochte gebied voor windenergie)

De effectbeoordeling van de net op zee verbinding (2GW kabel) vanaf de rand van het onderzochte gebied tot aan de kust is gedaan in pVAWOZ/PAWOZ. Uiteindelijk wordt er een binnen pVAWOZ een totale afweging gemaakt voor de kabel- en waterstofverbindingen.

Toelichting aantal converterstations/ net op zee verbindingen

Een converterplatform heeft een vermogen van 2GW. De bandbreedte van het aantal converterplatforms per onderzocht gebied hangt af van de hoeveelheid windenergie in het onderzochte gebied. In het uiterste van het hele zoekgebied 6/7 invullen met windenergie (*uiterste voor windenergie*) gaat dit om circa 36GW, ofwel 18 converterplatforms en net op zee kabels. De *uiterste getrechterde variant met het minste windenergie* heeft een omvang van 18GW en omvat 9 converterplatforms/ en net op zee kabels. Voor onderzocht gebied Lageland is uitgegaan van 1 converterplatform en voor Doordewind (west) van 1-2 converterplatforms. Per onderzocht gebied gaat het in de bandbreedte om de hoeveelheid aan converterplatforms zoals weergegeven in onderstaande tabel. Hetzelfde geldt voor het aantal 2GW kabels, gezien er per converterplatform een 2GW kabel aangelegd dient te worden.

Tabel 14.1 Aantal converterplatforms/2GW kabels (bandbreedte) per gebied, indien er geen sprake is van waterstofproductie

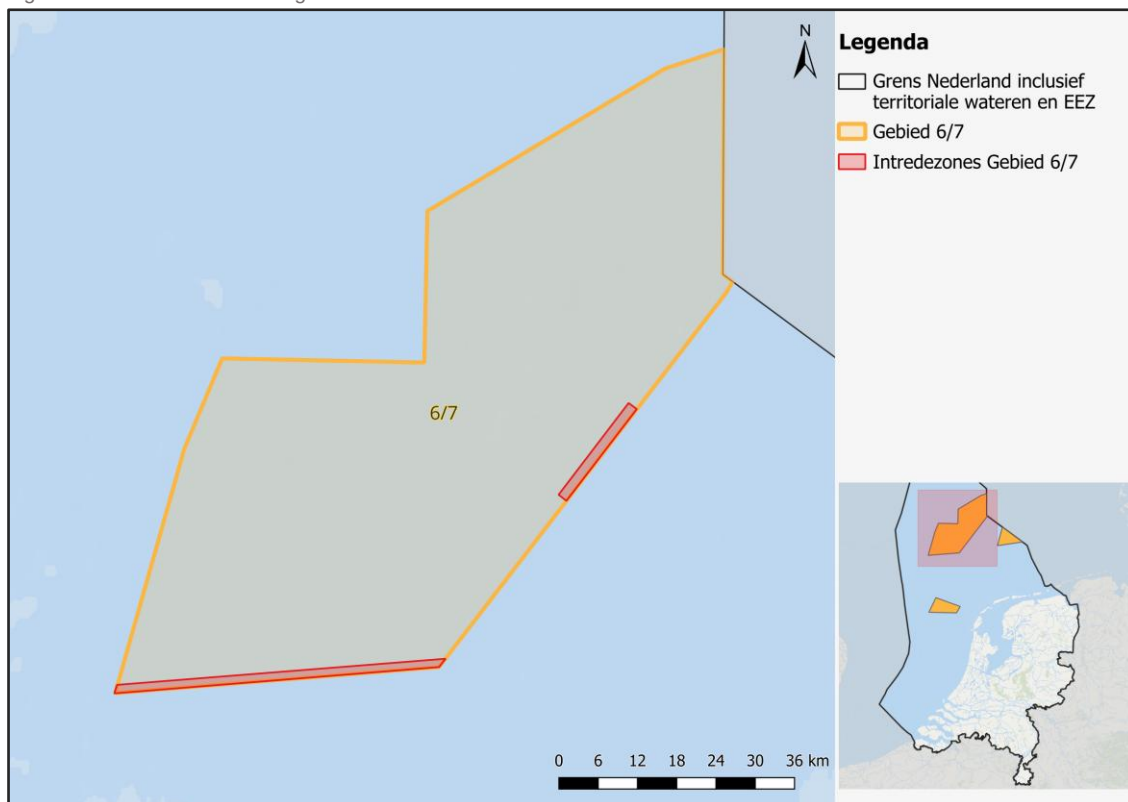
Onderzocht gebied	Aantal converterplatforms (bandbreedte)
Zoekgebied 6/7 – uitersten	9-18
Zoekgebied 6/7 – uiterste getrechterde varianten	9-11
Lageland	1
Doordewind (west)	1-2

De effecten van elektrische energie-infrastructuur zullen, afhankelijk van het milieuaspect, van belang zijn in zowel de aanleg- als de exploitatiefase.

Intredezones in zoekgebied 6/7

Binnen zoekgebied 6/7 is bij de inschatting van het aantal GW rekening gehouden met ruimte voor “intredezones”. Dit zijn zones waar kabels/leidingen vanuit het windpark kunnen lopen en aansluiten op de verdere routes zoals onderzocht in pVAWOZ. Onderstaand figuur (Figuur 14.1) geeft weer hoe bij het inschatten van de beschikbare ruimte voor windenergie in de uiterste combinatievarianten en de getrechterde varianten rekening is gehouden met deze intredezones. In een later stadium wordt besloten of deze zones daadwerkelijk nodig zijn. Voor dit moment geven de inschattingen op deze manier de flexibiliteit om via meerdere mogelijke tracés het gebied in te komen/het gebied te verlaten. Mogelijk zullen deze zones nog aangepast worden op basis van de uiteindelijke indeling van het gebied. Omdat het nog niet duidelijk is waar kabels en leidingen het gebied inkomen of verlaten is er voor gekozen geen aparte effectinschatting en -beoordeling te doen voor de intredezones.

Figuur 14.1 Intredezones zoekgebied 6/7



14.2 Afbakening te beoordelen aspecten en wijze van beoordelen

In de effectbeoordeling is alleen ingegaan op aspecten waar daadwerkelijk effecten te verwachten zijn. Deze zijn benoemd in Tabel 14.2. Voor de volgende aspecten is geen effectbeoordeling gedaan: Effecten op beschermde gebieden zijn niet meegenomen aangezien deze zich niet bevinden binnen het onderzochte gebied en er ook geen directe of indirecte externe werking verwacht wordt. Effecten op archeologie zijn niet onderscheidend voor de converterplatforms en kabels in het gebied, omdat dit ook

niet het geval is voor windenergie (zie hoofdstuk 12). Effecten op mijnbouw zijn niet meegenomen, aangezien er bij de indeling van een toekomstig windpark al rekening gehouden wordt met mijnbouw.

Tabel 14.2 Beoordeelde aspecten uit plan-MER PH

Aspect	Converterplatforms		Kabels	
	Aanlegfase	Gebruiksfase	Aanlegfase	Gebruiksfase
Effecten op bodemfauna	Verstoring en vernietiging tijdens aanleg	Effecten habitatverandering (ruimtebeslag, sedimentatie)	Verstoring en vernietiging tijdens aanleg	-
Effecten op vissen	Verstoring en vernietiging tijdens aanleg	Habitatverandering (harde structuren)	Verstoring en vernietiging tijdens aanleg	Elektromagnetische velden (EMV)
Effecten op vogels	Verstoring en vernietiging tijdens aanleg	Verstoring tijdens operationele fase (lichtverstoring, verstoring onderhoudsschepen, en personeelstransport, helikopterverstoring)	Verstoring en vernietiging tijdens aanleg	-
Effecten op zeezoogdieren	Verstoring en vernietiging tijdens aanleg	Verstoring door onderhoudsschepen	Verstoring en vernietiging tijdens aanleg,	Mogelijk EMV
Effecten op vleermuizen	Aantrekkende en verstorende werking verlichting converterplatforms en schepen	Aantrekkende en verstorende werking verlichting converterplatforms	-	-
Effecten op scheepvaart	-	-	Hinder tijdens aanlegfase	Hinder tijdens gebruiksfase (in geval van reparatie)

Verhouding effecten windturbines tot converterplatforms en kabels

In dit hoofdstuk zijn de effecten van elektrische energie-infrastructuur apart beoordeeld van de effecten die veroorzaakt worden door windturbines. In algemene zin geldt dat de effecten van windturbines voor bepaalde onderwerpen - bijvoorbeeld geluidseffecten die vrijkomen bij heiwerkzaamheden – voor een heel park vele malen groter zijn dan de effecten van de heiwerkzaamheden van converterplatforms. Zo kunnen er bijvoorbeeld ca. 100 windturbines aangesloten worden op één 2GW- convertorplatform en zal er dus relatief veel meer geheid moeten worden voor de windturbines dan voor het converterplatform,

Manier van beoordelen

Omdat op dit moment nog niet duidelijk is waar de kavels voor windparken zullen komen en daarmee dus ook onduidelijk waar converterplatforms en kabels zullen komen is er gekozen voor een 'omgekeerde' benadering binnen zoekgebied 6/7. Vanuit de kenmerken van de onderzochte gebieden voor windenergie is gekeken naar potentiële effecten van de benoemde aspecten. Om op die manier inzichtelijk te krijgen waar in het gebied meer of minder effecten te verwachten zijn. Dit is gedaan voor zowel de converterplatforms als de kabels. Waar mogelijk zijn deze effecten kwantitatief gemaakt (bijv. verstoring in

aantal heidagen). Verder is er gezien deze onduidelijkheid in deze fase gekozen voor een kwalitatieve beoordeling zonder beoordelingsschaal. Dit is ook gedaan omdat de converterplatforms en net op zee verbindingen geen onderdeel zijn van de uiteindelijke PH, maar meegenomen worden in het pVAWOZ. Op deze manier kan de informatie gebruikt worden zonder dat beoordelingskaders of -schalen volledig eenduidig moeten zijn. Om tot een totale integrale beoordeling te komen van een verbinding vanaf een toekomstig converterplatform tot aan de aansluitlocatie op land.

14.3 Effectbeschrijving en -beoordeling

14.3.1 Effecten op bodemfauna

Aanlegfase

Tijdens de aanlegfase van windparken kunnen bodemberoerende activiteiten zoals heien, het plaatsen van funderingen en erosiebescherming voor de converterplatforms en het leggen van kabels leiden tot verstoring en vernietiging van het bodemleven. Ook kan het opwervelen van sediment in de aanlegfase effect hebben op bodemfauna.

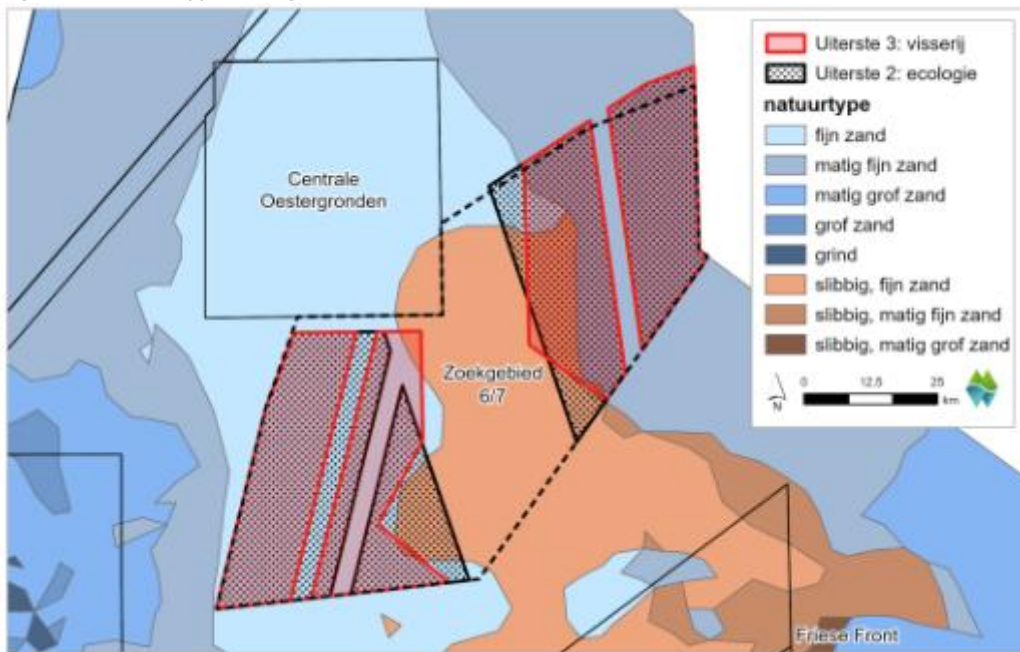
Operationele fase

In de operationele fase is er sprake van EMV rondom de kabels, mogelijk leidt dit tot effecten op bepaalde soorten. Het is echter onbekend of en zo ja in welke mate en waarop er effecten ontstaan op benthos. Er zijn mogelijk ook effecten van de converterplatforms doordat er verharding in de vorm van erosiebescherming aangebracht wordt rondom de converterplatforms wat leidt tot effecten op de habitats (habitatverandering). Daarnaast kan er opwerveling van sediment rondom de palen van de converterplatforms ontstaan wat effect kan hebben op bodemfauna.

Effectbeoordeling

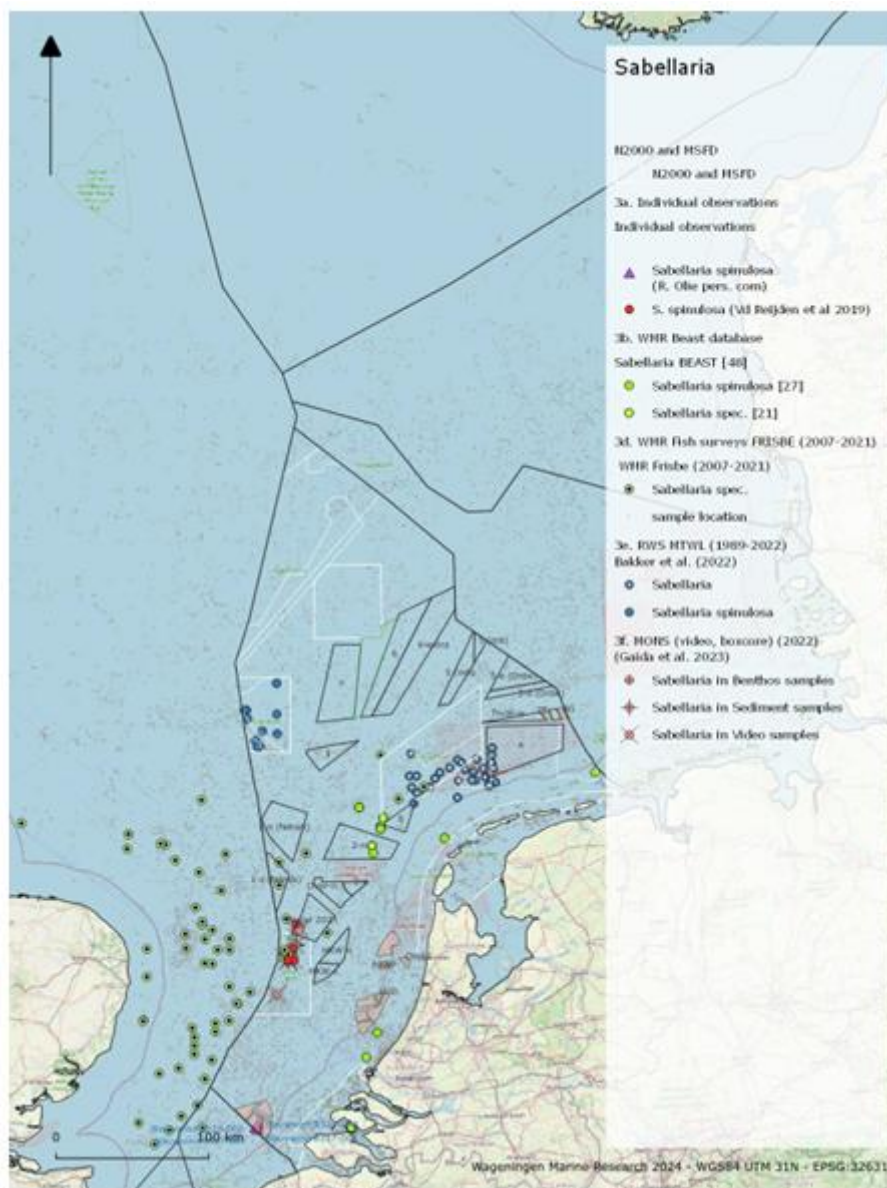
Zoekgebied 6/7 herbergt een zeer soortenrijke benthosgemeenschap. In met name het zuidoostelijke, centrale en centraal noordelijke deel van zoekgebied 6/7 komt de, voor Nederland zeldzame, noordkromp (een OSPAR-soort) in relatief hoge dichtheden voor. Verspreid over het gehele gebied komen ook soorten voor zoals de Noorse kreeft, slib-burchtenkreeft, harige molkreeft en kleine molkreeft. Soorten in het diepere slibrijke deel van ondervinden een meer negatieve invloed van de beschreven effecten. Gezien het middendeel van het zoekgebied 6/7 bestaat uit een slibrijke bodem zullen hier meer negatieve effecten te verwachten zijn dan elders in het gebied. Het gaat daarbij om tijdelijke effecten die optreden tijdens de aanlegfase van kabels en converterplatforms en om permanente effecten door de opwerveling die de palen van de converterplatforms veroorzaken tijdens de operationele fase. Voor kabelcorridors geldt ook dat de effecten het grootst zullen zijn in slibrijke delen. Bij het vrijhouden van een open zone (bij de getrechterde varianten) zal de corridor waarschijnlijk niet raken aan de open zone en zullen de effecten van kabels in de corridor/intredezone daarmee beperkt zijn.

Figuur 14.2 Bodemtypen zoekgebied 6/7



De effecten op bodemfauna zijn beperkt in onderzocht gebied Lageland. Het gebied is mogelijk van betekenis in het kader van OSPAR belangrijke habitats 'gestekelde zandkokerwormriffen' en 'schelpkokerwormriffen'. Er zijn enkele sabellaria riffen gelocaliseerd binnen het gebied, zie Figuur 14.3. Verder is er echter sprake van een niet-unieke samenstelling van de benthosgemeenschap in vergelijking met andere zandige gebieden van de Noordzee.

Figuur 14.3 Verspreiding Sabellaria



De benthosgemeenschap in Doordewind heeft geen unieke soortsaanstelling of dichtheid vergeleken met andere slibrijke gebieden op de Noordzee, waardoor de impact op de populatie van bepaalde benthossoorten op grotere schaal beperkt is.

Mitigerende maatregelen

Aanlegfase: kabels en converterplatforms

Door micrositesing kunnen gebieden met hoge dichtheden aan waardevolle soorten worden vermeden. Ook het gebruik van technieken die minder bodemberoering veroorzaken kunnen worden opgevoerd om vertroebeling te verminderen.

Gebruiksfase: converterplatforms

Door micrositing kunnen gebieden met hoge dichtheden aan waardevolle soorten worden vermeden. Ook het gebruik van technieken die minder bodemberoering veroorzaken kunnen worden opgevoerd om vertroebeling te verminderen.

14.3.2 Effecten op vissen

De effecten die worden beoordeeld zijn:

- Verstoring en vernietiging tijdens de aanlegfase;
- Habitatverandering vanwege de permanente aanwezigheid van elektrische infrastructuur.
- Elektromagnetische velden (EMV)

Tijdens de aanlegfase kunnen verstoringen optreden zoals bodemberoering, geluid en trillingen (impulsgeluid door heien, en continu geluid van aanlegschepen). Daarnaast zijn er effecten door vertroebeling tijdens de aanleg van kabels in de bodem.

Bij kruisingen van kabels met andere infrastructuur wordt hard substraat toegevoegd, dat geldt ook voor de funderingen van converterplatforms waar erosiebescherming wordt aangebracht.

Als laatste leiden de elektromagnetische velden (EMV) rondom de kabels van windturbines mogelijk tot negatieve effecten voor bepaalde vissoorten. Het gaat hierbij met name om haaien en roggen, maar ook andere soorten kunnen effect ondervinden van het ontstane EMV. Haaien en roggen zijn gevoelig voor EMV omdat zij gebruik maken van elektroreceptie voor navigatie en het vinden van prooi. Ook andere soorten, zoals bot of trekvis, kunnen effecten ondervinden van elektromagnetische straling. De interferentie met de EMV van de kabels van windparken kan leiden tot verstoring van reproductie, verandering in gedrag en effecten op migratie.

Effectbeschrijving

De aanleg van de kabels in het intredegebied zal niet tot populatie-effecten leiden op Noordzeeniveau gezien de plaatselijke impact. Er wordt hier niet gekeken naar de rest van het kabeltracé en de effecten daarvan. De effecten in het intredegebied zijn niet onderscheidend per onderzocht gebied, gezien soorten in de gehele Noordzee voorkomen. Onderwatergeluid als gevolg van heiwerkzaamheden van het converterplatform kan wel effecten hebben. Echter zijn deze beperkt i.r.t. de totale effecten van de heiwerkzaamheden voor het windpark. Gezien de effecten in cumulatie bekeken moeten worden met het windpark betekent dit echter niet dat de effecten niet meegenomen moeten worden.

Wanneer het hardsubstraat schuilplaatsen voor vis bevat kan dit eventueel een positief effect hebben.

Er zijn mogelijk effecten op het habitat door de EMV rondom de kabels. Er is bekend dat bepaalde soorten gevoelig zijn voor EMV, met name roggen, haaien en trekvis.

De effecten op trekvis zullen beperkt zijn gezien de ligging van de onderzochte gebieden, die zeer waarschijnlijk verder weg van de migratieroutes zijn. Uitzondering daarop is mogelijk Lageland. Omdat Lageland dicht bij de kust ligt, kunnen trekvis het gebied mogelijk bereiken. Mogelijk zijn er wel effecten op haaien, roggen en andere gevoelige soorten. Hoewel er al enige onderzoeksresultaten naar de effecten van EMV bekend zijn is er nog geen eenduidig effect beschreven. Daarom is dit effect als

kennisleemte gedefinieerd, omdat er nog niet voldoende bekend is om een gedegen effectbeoordeling te kunnen maken. Vanuit het voorzorgsbeginsel dient er echter wel een goede afweging gemaakt te worden.

Mitigerende maatregelen

Om effecten op vissen te mitigeren kunnen de volgende maatregelen worden toegepast:

Aanlegfase: converterplatforms

- Heigeluid reduceren door gebruik te maken van aanvullende technieken zoals bellenschermen of gebruik te maken van trillen i.p.v. heien;
- Voorafgaand aan de werkzaamheden het gebied onaantrekkelijk maken voor vissen, bijvoorbeeld door het inzetten van afschrikmiddelen, slow start en soft start;
- Gebruik maken van stille aanlegschepen en geen aanleg in kwetsbare perioden.
- Aanlegmethoden gebruiken waarbij weinig vertroebeling plaatsvindt;

Aanlegfase: kabels

- Gebruik maken van stille aanlegschepen en geen aanleg in kwetsbare perioden
- Aanlegmethoden gebruiken waarbij weinig vertroebeling plaatsvindt;

Gebruiksfase: kabels

- Verminderen van EMV door configuratie van de kabels en het diep begraven van de kabels.
- Vermindering van EMV door aanpassing van kabeldesign en draaiing.

14.3.3 Effecten op vogels

In de aanlegfase kunnen zeevogels door de werkzaamheden verstoord worden. Bij het heien van de converterplatforms kunnen onderwater jagende vogels (zeekoet, alk, etc.) een effect van impulsgekluid ondervinden en een verminderd vangstsucces hebben door vertroebeling. Ook kan er verstoring optreden door verlichting en de aanwezigheid bij aanlegschepen.

In de gebruiksfase kunnen zeevogels gestoord worden door verlichting op de converterplatforms en door onderhoudstransport van schepen en helikopters.

Effectbeschrijving

De bovenwaterverstoring en het impulsgekluid zullen cumulatief beduidend kleiner zijn dan bij de aanleg van de windmolens. Gezien de effecten in cumulatie bekeken moeten worden met het windpark betekent dit echter niet dat de effecten niet meegenomen moeten worden. De vertroebeling is lokaal en er is voldoende uitwijkmogelijkheid. Uit onderzoek blijkt dat zeevogels onderwatergekluid waarnemen en daarop reageren, evenals zeezoogdieren (Hansen et al., 2020). Dit roept zorgen op over de bredere impact van gekluid op zeevogels, vooral degenen die onder water foerageren. Mogelijk dat mitigerende maatregelen die toegepast worden voor bruinvissen (bijvoorbeeld een onderwatergekluidsnorm) ook de effecten op vogels beperken. Verder onderzoek is nodig om te beoordelen hoe dergelijke verstoringen het gedrag, voedingsstrategie en overlevingskansen van zeevogels kunnen beïnvloeden. Vogels kunnen daarnaast door de aanwezige verlichting van de operationele converterplatforms aangetrokken worden of raken hierdoor gedesoriënteerd. Alle aspecten omtrent verlichting tijdens de aanleg en operationele fase worden ondervangen in het verlichtingsplan. De uitvoering van dit plan dient ervoor om verstoring door verlichting op (onder meer) vogels zo veel mogelijk te beperken. Het volledige verlichtingsplan zal later in detail

worden uitgewerkt waarna deze vervolgens separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/RVO).

Mitigerende maatregelen

Aanlegfase: converterplatforms

- Heigeluid reduceren door gebruik te maken van aanvullende technieken zoals bellenschermen of gebruik te maken van trillen i.p.v. heien;
- Voorafgaand aan de werkzaamheden het gebied onaantrekkelijk maken voor duikende vogels, bijvoorbeeld door slow start en soft start.

Aanlegfase: kabels

- Verminderen vertroebeling door aanlegvorm te kiezen die minder vertroebeling opwekt
- Geen aanleg in kwetsbare periodes
- Verminderen verlichting/verlichting naar binnen draaien

Gebruiksfase: converterplatforms

- Beperken onderhoud in kwetsbare periodes
- Verminderen verlichting/verlichting naar binnen draaien
- Bij uitvoering van een goed gekeurd verlichtingsplan kunnen de effecten van verlichting worden verminderd.
- Mogelijk kan een Aircraft Detection Light System (ADLS) de verlichtingsduur op een converterplatform inperken.

14.3.4 Effecten op zeezoogdieren

Effectbeschrijving

Zeezoogdieren kunnen effecten ondervinden van het geluid dat vrijkomt bij de aanleg van converterplatforms. Dat gaat om heigeluiden en geluiden van aanlegschepen. Daarbij gaat de meeste aandacht uit naar het geluid van heihammers om de funderingen van converterplatforms te verankeren in de zeebodem.

Daarnaast kunnen er effecten zijn onderhoudsschepen in de gebruiksfase. En mogelijk zijn er effecten van het EMV op bruinvissen.

Effectbeoordeling

In paragraaf 8.7 zijn de effecten van het heien van de windturbinefunderingen beschreven. Op basis van de KEC 5.0-uitgangspunten is een indicatieve schatting gemaakt van de effecten in zoekgebied 6/7, Lageland en Doordewind. Op basis van deze indicatieve berekeningen worden het aantal bruinvisverstoringdagen overschreden. Dat betekent dat dit ook geldt voor de converterplatforms in cumulatie met de windturbines. De effecten van de heiwerkzaamheden voor converterplatforms op zichzelf zijn beperkt i.r.t. de totale effecten van het hele windpark. Voor zoekgebied 6/7 zijn de effecten groter vanwege het grotere aantal converterplatforms dat geheid moet worden. Voor de andere onderzochte gebieden gaat het slechts om 1-2 converterplatforms.

In de aanlegfase kunnen de schepen verstorend werken vanwege de geluidsproductie. Dat geldt ook voor onderhoudsschepen in de gebruiksfase. Al zal dit een stuk beperkter zijn gezien er veel meer schepen benodigd zijn in de aanlegfase.

Daarnaast zouden bruinvissen in de gebruiksfase mogelijk effecten van EMV van kabels kunnen ondervinden. Dit dient nog nader onderzocht te worden.

Mitigerende maatregelen

Aanlegfase: converterplatforms

- Heigeluid reduceren door gebruik te maken van aanvullende technieken zoals bellenschermen of gebruik te maken van trillen i.p.v. heien;
- Heien in perioden met een lage bruinvisdichtheid;
- Voorafgaand aan de werkzaamheden het gebied onaantrekkelijk maken voor zeezoogdieren, bijvoorbeeld door gebruik van afschrikmiddelen, slow start en soft start.

Aanlegfase kabels:

- Stille aanlegschepen

Gebruiksfase: kabels

- Verminderen van EMV door configuratie van de kabels en het diep begraven van de kabels.
- Vermindering van EMV door aanpassing van kabeldesign en draaiing.

14.3.5 Effecten op vleermuizen

Effectbeschrijving

Vleermuizen maken gebruik van de Noordzee als trek- en foerageergebied. Het foerageergebied is nabij de kust. De gebieden Lageland, Doordewind en 6/7 liggen mogelijk op de trekroute van vleermuizen. Het gaat dan voornamelijk om de ruige dwergvleermuis. Tijdens de aanleg- en gebruiksfase is er verlichting aanwezig op het converterplatform en op de schepen benodigd voor werkzaamheden ten behoeve van onder andere de veiligheid. Vleermuizen worden hierdoor aangetrokken of raken gedesoriënteerd.

Effectbeoordeling

Vleermuizen worden mogelijk aangetrokken of raken gedesoriënteerd door verlichting. Bij uitvoering van een goed gekeurd verlichtingsplan kunnen de effecten van verlichting sterk worden verminderd. Alle aspecten omtrent verlichting worden ondervangen in het verlichtingsplan. De uitvoering van dit plan dient ervoor om verstoring door verlichting op (onder meer) vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Het volledige verlichtingsplan zal later in detail worden uitgewerkt waarna deze vervolgens separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/RVO).

Mitigerende maatregelen

Aanlegfase: converterplatforms en kabels

- Juiste naleving van maatregelen uit het verlichtingsplan.

Gebruiksfase: converterplatforms

- Juiste naleving van maatregelen uit het verlichtingsplan.
- Mogelijk kan een Aircraft Detection Light System (ADLS) de verlichtingsduur op een converterplatform inperken.

14.3.6 Effecten op scheepvaart

Effectbeschrijving

Als binnen zoekgebied 6/7 een open zone wordt vrijgehouden van windparken, dan kunnen hier schepen doorheen varen. Mochten in deze open zone kabels worden gelegd, dan kan dit tijdelijk hinder veroorzaken in de aanlegfase en tijdens reparatie in de gebruiksfase. Daarnaast kan er in deze gebieden niet geankerd worden. Echter juist als in de open zone geen windparken komen, dan zullen hier ook geen converterplatforms gerealiseerd worden en zullen er naar verwachting ook beperkt kabels lopen. Daarom zijn niet of nauwelijks effecten te verwachten van de converterplatforms en kabels. Mochten er toch kabels in de open zone terecht komen, dan is het een mitigerende maatregel om deze dan niet te leggen in de *clearway* die bij keuze voor een open zone wordt aanbevolen door zoekgebied 6/7, of dat deze zo haaks mogelijk gekruist wordt om effecten te minimaliseren. Dit zal in een verdere uitwerking onderzocht moeten worden.

Effectbeoordeling

De effecten zijn alleen van toepassing op kabels in de *clearway* en/of op de rand van de *clearway* binnen zoekgebied 6/7. In de praktijk zal de hinder zich beperken tot de aanlegfase (enkele dagen) en ook afhankelijk van mogelijkheden tot een alternatieve route voor scheepvaart. Bij een bredere *clearway* zal er waarschijnlijk uitgeweken kunnen worden. Binnen Lageland en Doordewind (west) is geen routegebonden scheepvaart aanwezig.

Mitigerende maatregelen

Aanlegfase/gebruiksfase: converterplatforms en kabels

- Zet in op aanwezigheid van bijvoorbeeld een guardvessel en adviseer (via Kustwacht) schepen om tijdens de aanleg en reparatiewerkzaamheden het gebied te mijden.

15 Waterstofproductie

15.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de mogelijke milieueffecten van waterstofproductie op zee. In tegenstelling tot de voorgaande hoofdstukken wordt hier niet vergeleken met de referentiesituatie. De ingrepen en activiteiten van waterstofproductie zijn nog in ontwikkeling en er zijn geen reeds gerealiseerde voorbeelden van. Dit hoofdstuk heeft tot doel een kwalitatieve inschatting te maken welke waterstofproductie-effecten plaats (kunnen) vinden binnen het plangebied.

Voor dit hoofdstuk is er een quickscan uitgevoerd door Witteveen+Bos (Bijlage 15). De quickscan bevat analyses over de mogelijke milieueffecten van waterstofproductie op zee. Dit hoofdstuk vat deze effecten samen. De *worst case* benadering is leidend voor het bepalen van de effecten. De effecten zijn generiek beschreven en niet per windenergiegebied, omdat daarvoor niet voldoende informatie beschikbaar is in deze fase. Er wordt daarom ook geen beoordeling (in +/-) gemaakt.

In de PH wordt nog niet besloten over waterstofproductie. Reden om toch iets over effecten te zeggen is dat in toekomstige windparken wellicht waterstofproductie plaats gaat vinden. Dat kan alleen voor zover de kennis reikt en zal voor een brede bandbreedte gedaan worden qua aandeel (GW), techniek en configuratie (centraal decentraal). De vele onzekerheden zoals beslispunten in de techniek (type electrolyser, koeling, compressie, etc.) en de hoeveelheid GW aan productiecapaciteit, en de grote kennisleemten maken een diepe analyse op dit moment niet passend binnen de scope van de PH. Deze onzekerheden worden langzamerhand weggenomen door voortschrijdend inzicht en kennisleemten ingevuld door nadere onderzoeken die kunnen landen in een volgend programma Noordzee.

15.2 Methodiek

In de Quickscan (Bijlage 15) wordt voor de gebieden zoekgebied 6/7, Lageland en Doordewind een schatting gedaan voor de bandbreedte van waterstofproductie. Deze gezamenlijke schatting van de bandbreedte is dat er minimaal 0 GW (geen waterstofelektrolyse) tot maximaal 10 GW aan waterstofelektrolyse (circa 180 ton/uur) plaats kan vinden. In deze studie is de productie is nog niet gealloceerd naar een specifieke locatie, zoals in voorgaande paragraaf uitgelegd. De Quickscan gaat uit van een worst-case benadering en daarom gaat de studie uit van 10 GW aan productiecapaciteit op zee.

Er worden drie opstellingen van het elektrolysesysteem onderscheiden in de studie waarmee tot een waterstofproductie van 10 GW kan worden gekomen;

- Centraal: 500-700 MW per waterstofproductieplatform, 16-20 platforms;
- Semi-centraal: 100-200 MW per waterstofproductieplatform, 50-100 platforms;
- Decentraal: 15-25 MW per windturbine, 400-665 windturbines.

Voor de verschillende elektrolysesystemen geldt dat er vijf hoofdsystemen nodig zijn om de geproduceerde waterstof aan te takken op het landelijk waterstofnet, namelijk:

1. Elektrolyzers, inclusief koel-, demineralisatie- en affakkelsystemen (op platforms of in windturbines);
2. Compressiesysteem (op individueel platform of in windturbines);
3. Waterstofleidingen (binnen het windpark, export leidingen vallen buiten de scope van dit Plan-MER);

4. Elektriciteitskabels (binnen het windpark, export leidingen vallen buiten de scope van dit Plan-MER);
5. Verblijfaccommodatie (op individueel platform, alleen bij centrale productie).

De verschillen in eigenschappen tussen de drie opstellingen van een elektrolysesysteem zorgen ook voor verschillen in mogelijke milieueffecten. Voor sommige systemen bestaan meerdere mogelijkheden, in dat geval is de optie beschouwd die als worst-case wordt ingeschat. In Tabel 15.1 zijn de verschillende eigenschappen van de drie elektrolyse opstellingen samengevat.

Kolom 1 geeft de vijf hoofdsystemen en de bijhorende subsystemen van een offshore elektrolysesysteem aan. In de tweede kolom staan de eigenschappen van de hoofd-/subsystemen opgesomd waar afhankelijk van de gekozen opstelling een verschil in kan zitten. De laatste kolommen geven per opstelling kwalitatief aan hoe de eigenschap er per hoofd-/substelsysteem uit ziet, gebaseerd op *expert judgement*. Hierdoor wordt duidelijk wat de verschillen in eigenschappen zijn tussen de drie opstellingen.

Bijvoorbeeld, voor het koelsysteem zijn er per opstelling een verschillend aantal koel- en productiewater innamepunten. Bij een centrale opstelling zijn er slechts enkele, relatief grote, innamepunten bij het platform, terwijl iedere windturbine één, relatief klein, innamepunt nodig heeft in het geval van een decentrale opstelling.

Tabel 15.1 Verschillen in eigenschappen van opstellingen van elektrolysesystemen voor waterstof productie op zee

Hoofdsystemen Sub-systemen	Eigenschappen		Opstellingen		
			Centraal	Semi-centraal	Decentraal
Elektrolyzers					
Koelsysteem	aantal	koel- en productiewater innamepunten	laag	medium	hoog
	debiet per platform/turbine van		hoog	medium	laag
	verdeling in gebied van		geconcentreerd	semi verspreid	verspreid
	aantal	warm water lozingspunten	laag	medium	hoog
	verdeling in gebied van		geconcentreerd	semi-verspreid	verspreid
	aantal	chemicaliën lozingspunten	laag	medium	hoog
	verdeling in gebied van		geconcentreerd	semi-verspreid	verspreid
Fundatie	aantal	fundaties voor platform(s)	laag	medium	n.v.t.
	omvang t.o.v. fundatie van traditionele windturbine van	fundaties voor windturbines	n.v.t.	n.v.t.	medium tot groot ¹⁴
Gaslozing (H ₂ & O ₂)	aantal	ontluchting/ affakkelpunten	laag	medium	hoog
Compressiesysteem					

¹⁴ Om een elektrolyser bij een windturbine te kunnen installeren is een grotere monopile of een jacket constructie nodig om het extra gewicht van het elektrolyser systeem te kunnen ondersteunen.

Fundatie	aantal	fundaties voor platform	laag	laag	n.v.t. of laag ¹⁵
Compressors	aantal	geluid en trillingen producerende systemen	laag	laag	laag tot hoog ¹⁵
Waterstofleidingen	aantal	leidingen binnen windpark (IA ¹⁶)	n.v.t.	n.v.t.	hoog
Elektriciteitskabels	aantal	kabels binnen windpark (IA)	hoog	hoog	n.v.t.
Verblijfaccomodaties	aantal	platforms binnen windpark	laag	laag	n.v.t.

15.3 Bekende milieueffecten

15.3.1 Aanlegfase

Voor de aanlegfase geldt dat de effecten van windturbines en/of platforms voor waterstofproductie vergelijkbaar zijn met die van traditionele windturbines, elektrische offshore substations, en/of olie- en gasplatforms en het aanleggen van leidingen/kabels. Het gaat dan om transport met diverse typen schepen, het funderen, het plaatsen van de opbouw, het aanleggen van de kabels/leidingen en het aanbrengen van erosiebescherming. De effecten van deze werkzaamheden zijn beschreven in dit plan-MER onder de verschillende milieuaspecten (ecologie, archeologie en cultuurhistorie, etc.).

15.3.2 Gebruiksfase

Voor de gebruiksfase zijn een aantal effecten vergelijkbaar met andere platforms op zee. Het gaat dan bijvoorbeeld om de aanwezigheid van erosiebescherming en lichtuitstraling. Deze milieueffecten en onderzoeksmethoden zijn relatief goed bekend en niet uniek voor waterstofproductie.

15.4 Waterstofs specifieke milieueffecten

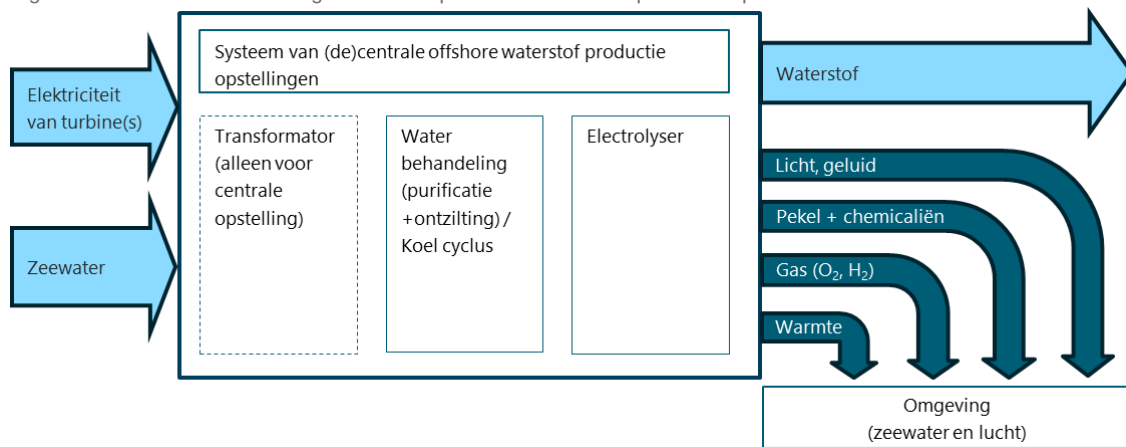
Met waterstofs specifieke milieueffecten wordt bedoeld dat deze specifiek zijn voor waterstofproductie op zee en niet vergelijkbaar zijn met effecten van vaak voorkomende andere offshore activiteiten of constructies. Waterstofproductie op zee is een activiteit die nog niet eerder op (middel)grote schaal is uitgevoerd. Waterstofs specifieke effecten zijn onder te verdelen in ecologische effecten en overige milieueffecten. In Figuur 15.1 wordt schematisch het waterstofproductieproces weergegeven inclusief de interactie met het milieu (de pijlen geven geen indicatie van schaal aan).

De naar beneden wijzende pijlen hebben betrekking op emissie naar de omgeving. Hieronder bevinden zich onder andere water met verhoogde zoutconcentratie (pekel), chemicaliën voor reiniging van het koelsysteem, vrijkomende gasen zoals zuurstof en waterstof (bijvoorbeeld door lekkage of bij affakkelen) en warmte. Tijdens onderhoud wordt waterstof bij voorkeur afgefakkeld en daarbij omgezet in water. Dit heeft als bijkomend voordeel dat er geen broeikasgasen in de atmosfeer komen (H₂ is een indirect broeikasgas).

¹⁵ In de decentrale opstelling kan er worden gekozen voor decentrale compressie (bij de windturbine) of centrale compressie op een platform

¹⁶ IA: Inter-array. Dit zijn de kabels of leidingen binnen het windpark, van de windturbines naar het transformator- of compressorplatform.

Figuur 15.1 Schematische weergave van het proces van waterstofproductie op zee



15.4.1 Ecologische milieueffecten

De belangrijkste waterstofspectifieke milieueffecten treden op tijdens de gebruiksfase. De ecologische milieueffecten zijn in onderstaande tabel (Tabel 15.2) beschreven. Alleen de milieueffecten die nieuw of groter zijn bij waterstofproductie en transport dan bij bekende offshore activiteiten zijn hier benoemd. Deze milieueffecten dienen verder te worden onderzocht in het mer-proces van de kavelbesluiten van de windparken.

Tabel 15.2 Samenvattingstabel waterstofspectifieke ecologische milieueffecten

Effecttype	Ecologisch effect	Omschrijving
Wateropname	Totale mortaliteit vissen en bodemfauna (specifieke selectiedruk)	Voor waterstofproductie wordt zeewater gebruikt, met totale mortaliteit van plankton en vroege levensstadia van vissen en bodemfauna tot gevolg. Ook kan inname van macrofauna plaatsvinden.
Restwarmte van elektrolyzers	Flora en fauna verplaatsing of sterfte	Afhankelijk van de gekozen elektrolyse techniek, komt er meer of minder warmte vrij bij waterstofproductie, deze wordt afgegeven aan de omgeving. Warmte is een belangrijke factor voor ecologie. Soorten hebben verschillende tolerantieniveaus voor temperatuursveranderingen. Ook kan dit effecten hebben op temperatuurstratificatie. Dit effecttype heeft een omgekeerd evenredig verband met het effecttype wateropname; hoe meer water je opneemt voor koeling, hoe lager je temperatuurverschil kan zijn. Dit betekent dat een ontwerpkeuze met een positieve invloed op dit effecttype een negatieve invloed kan hebben op de effecten van wateropname, en eventueel ook andere effecttypen.
Pekel (water met verhoogde zoutconcentratie, ook wel brijn genoemd)	Schade aan (benthische) mariene soorten	Voor waterstofproductie is zuiver water nodig. Wanneer dit van zeewater wordt gemaakt blijft er een reststroom over met verhoogde saliniteit. Deze wordt geloosd in de zee. Ook voor saliniteit hebben soorten verschillende tolerantieniveaus.
Chemicaliën	Totale mortaliteit flora en fauna	Er worden <i>anti-fouling</i> chemicaliën gebruikt om het interne leidingwerk van een koelsysteem schoon te houden. Bij een open koelsysteem wordt dit geloosd in

		het zeewater. Chloor leidt tot totale mortaliteit in het koelwater en, bij een te hoge concentratie, ook in het zeewater. Eventueel komen hier nog de chemicaliën bij die worden gebruikt tijdens het waterzuiveringsproces.
Affakkelen	Mortaliteit (trek)vogels	De kleur van de vlam bij het affakkelen van waterstof (tijdens test- en onderhoudswerkzaamheden) is zodanig dat deze nauwelijks tot niet zichtbaar is. (Trek)vogels kunnen hierdoor overvallen worden.
Opwarming door warmte leidingen	Verandering habitat	De leidingen kunnen nabij de bron zeer warm worden (60 graden Celsius), waardoor er veranderingen in habitat rondom de leidingen kunnen optreden, ook kan dit mogelijk effecten hebben op thermische stratificatie (gelaagdheid van zeewater o.b.v. temperatuur).
Geluid en trillingen	Fauna verplaatsing	Het grootste geluideffect komt naar verwachting van de compressor. De pompsystemen leiden tot onderwatergeluid en trillingen. De omvang hiervan is waarschijnlijk beperkt maar het draagt wel bij aan de verhoging van het achtergrondgeluid.

Bovenstaande waterstofspectifieke effecttypes hebben nieuwe of grotere milieueffecten dan bekend bij bestaande andere offshore activiteiten of constructies. De volgende aspecten kunnen effecten ondervinden van waterstofproductie: vissen, bodemfauna en zeezoogdieren, vogels, ecosysteemeffecten.

15.4.2 Effecten van waterstofleidingen- en platforms

Naast de hierboven genoemde ecologische milieueffecten zijn er ook nog effecten van de aanleg van leidingen en platforms, vergelijkbaar met de effecten van traditionele windturbines, offshore substations, olie- en gasplatforms, en olie- en gasleidingen:

Aanleg

- onderwatergeluid als gevolg van heien, wat kan leiden tot verstoring of sterfte van vissen en/of zeezoogdieren;
- verstoring in de vorm van licht, geluid en fysieke aanwezigheid;
- vertroebeling als gevolg van aanlegwerkzaamheden;
- verstoring van de bodem door het aanbrengen van hard substraat;
- effecten op externe veiligheid.

Gebruiksfase

- verstoring in de vorm van licht, geluid en fysieke aanwezigheid;
- aanwezigheid van hard substraat (funderingen en kabel en leiding kruisingen (op de bodem) en platformen (in de waterkolom)). Wanneer het hardsubstraat schuilplaatsen voor vis bevat kan dit eventueel een positief effect hebben;
- effecten op externe veiligheid.

Specifiek voor de aanlegfase geldt dat hoe meer platformen er moeten worden aangelegd, des te meer effecten er verwacht worden. Centrale opstellingen hebben door hun kleinere aantal minder effecten dan semi-centrale opstellingen tijdens de aanlegfase. Bij decentrale opstellingen wordt gebruik gemaakt van de fundaties van windturbines. Deze fundaties zijn in aantal niet groter dan voor normale windturbines

gebruikt worden, echter de fundaties zullen zwaarder moeten worden uitgevoerd vanwege de elektrolyser. Hierdoor zal de aanleg hiervan naar verwachting ook meer effecten per fundatie veroorzaken. Het is vooralsnog onbekend of deze additionele effecten groter of kleiner zullen zijn dan die van centrale of semi-centrale opstellingen.

Infield verbindingen (van windturbine naar verzamelpunt) zijn altijd aanwezig, echter bij een decentrale opstelling zullen deze verbindingen waterstofleidingen zijn, in plaats van elektriciteitskabels in het geval van een centrale opstelling. Bij de centrale opstelling zal enkel de export verbinding van de centrale installatie(s) naar land een leiding zijn.

De milieueffecten van leidingen en platforms zijn deels vergelijkbaar met de effecten van elektrische energie-infrastructuur waar het gaat om aanlegwerkzaamheden. Onderstaand zijn milieueffecten nader toegelicht per aspect. Een uitgebreidere beschrijving per aspect is (deels) te vinden in hoofdstuk 13. Per aspect is er telkens gekeken naar zowel de exportleiding (de waterstofleiding van het platform naar de kust) als de inter-arrayverbindingen (van windturbine naar verzamelpunt).

Bodemfauna

In de aanlegfase kan het aanleggen van exportkabels, inter-array verbindingen en platforms leiden tot verstoring en vernietiging van bodemleven. Ook kan het opwervelen van sediment in de aanlegfase effect hebben op bodemfauna. Daarnaast zijn er mogelijk effecten door warmteafgifte vanuit de leidingen, hier is echter nog niet genoeg over bekend om een gedegen effectbeoordeling te kunnen doen. In de gebruiksfase zijn er mogelijk ook effecten van platforms door het toevoegen van verharding (erosiebescherming) rondom de converterplatforms wat leidt tot effecten op het habitat (habitatverandering). Daarnaast kan er opwerveling van sediment rondom de palen van de converterplatforms ontstaan. Voor zoekgebied 6/7 zijn met name effecten te verwachten op soorten in het slibrijke deel wat zich met name concentreert op het middendeel van het zoekgebied. In zoekgebied Lagelanders zijn er mogelijk effecten op bepaalde wormriffen. Echter is er verder in dit gebied sprake van een niet-unieke samenstelling van de benthosgemeenschap, waardoor de effecten beperkt zijn.

Vissen

Effecten op vissen kunnen bestaan uit verstoring en vernietiging tijdens de aanleg van waterstofleidingen (zowel export als *infield*) en platforms. Tijdens de aanlegfase kunnen verstoringen optreden zoals bodemberoering en geluid (heigeluid en continu geluid van aanlegschepen). Daarnaast zijn er effecten door vertroebeling tijdens de aanleg van waterstofleidingen in de bodem. De effecten van aanleg zijn tijdelijk en zullen niet leiden tot populatie-effecten op Noordzeeniveau gezien de plaatselijke impact.

Vogels

In de aanlegfase kunnen zeevogels door de werkzaamheden verstoord worden (zowel export als *infield*). Door vertroebeling kan er tijdelijk minder zicht zijn voor onderwater vissende vogels. Ook kan er verstoring optreden door verlichting en de aanwezigheid bij aanlegschepen. De vertroebeling is een lokaal effect en van tijdelijke aard waardoor er geen populatie-effecten te verwachten zijn op Noordzeeniveau. In de gebruiksfase kunnen zeevogels gestoord worden door verlichting op de platforms en door onderhoudstransport van schepen en helikopters. Alle aspecten omtrent verlichting tijdens de aanleg en operationele fase worden ondervangen in een verlichtingsplan. Bij uitvoering van een goed gekeurd verlichtingsplan kunnen de effecten van verlichting sterk worden verminderd.

Zeezoogdieren

In de aanlegfase is er verstoring vanwege het geluid van heihamers om de funderingen van converterplatforms te verankeren in de zeebodem. Daarnaast kunnen de schepen verstoring werken vanwege de geluidsproductie (zowel export als inter-array). Dat geldt ook voor onderhoudsschepen in de gebruiksfase. Al zal dit een stuk beperkter zijn gezien er veel meer schepen benodigd zijn in de aanlegfase. Het heien heeft de grootste impact op geluidsproductie.

Externe veiligheid

Bij de ontwikkeling van offshore waterstofproductie is externe veiligheid een cruciaal aandachtspunt. Externe veiligheidsrisico's ontstaan door mogelijke incidenten die gevolgen kunnen hebben voor de omgeving, zoals lekkages van waterstof of zuurstof, botsingen met schepen of helikopters, en extreme weersomstandigheden. Een belangrijk aandachtspunt is het ontbreken van uitgebreide statistische gegevens en veiligheidsnormen specifiek voor offshore waterstofproductie.

Huidige risicoanalyses, zoals Quantitative Risk Assessment (QRA) en studies naar scheepsaanvaringen, zijn gebaseerd op ervaringen uit de olie- en gasindustrie en moeten worden aangepast aan de specifieke eigenschappen van waterstof. Voor een robuuste externe veiligheidsstrategie zijn verdere kennisontwikkeling, heldere regelgeving en uitgebreide risicoanalyses essentieel. In dit kader wordt onder andere door RWS onderzoek gedaan naar de gevolgen voor scheepvaartveiligheid.

Scheepvaart

Als binnen zoekgebied 6/7 een open zone wordt vrijgehouden van windparken, dan kunnen hier schepen doorheen varen. Mochten in deze open zone leidingen worden gelegd, dan kan dit tijdelijk hinder veroorzaken in de aanlegfase en tijdens reparatie in de gebruiksfase. Dit gaat alleen om exportleidingen omdat hier geen windparken zullen komen en daarmee ook geen inter-array verbindingen. Door route-optimalisatie zoals zo haaks mogelijk kruisen van de vaarroute kunnen deze effecten beperkt worden.

De mitigerende maatregelen voor de effecten van waterstofleidingen zijn opgenomen in Tabel 15.3.

15.5 Mitigerende maatregelen

Voor de bekende milieueffecten wordt verwezen naar bekende mitigerende maatregelen zoals bijvoorbeeld het mitigeren van heigeluid door toepassing van mantels, bellenschermen en soft- and slow-start. Bij waterstofspectifieke milieueffecten zijn de grootste effecten te verwachten ten aanzien van wateropname, warmte- en chemicaliënlozing, en eventueel pekellozing. In Tabel 15.3 staat een overzicht van de mogelijke mitigerende maatregelen (niet uitputtend).

Tabel 15.3 Mitigerende maatregelen voor effecten van waterstofproductie op zee

Effecttype	Ecologisch effect	Omschrijving mitigerende maatregel
Wateropname	Totale mortaliteit vissen en bodemfauna (specifieke selectiedruk)	• Beperken inname volume: echter, het verlagen van het debiet resulteert in een hoger temperatuurverschil tussen de in- en uitgaande stroom; • Beperken stroomsnelheid inname; • Variatie aanbrengen in inname locaties, dieptes, wijze etc.; • Beperken visintrek (door aanpassen pompsystemen); • Inlaat haaks zetten op de dominante stroming.

Restwarmte van elektrolyzers	Flora en fauna verplaatsing of sterfte	- Aanpassing van het debiet: door het verhogen van het debiet is een lager temperatuurverschil tussen de in- en uitgaande stroom mogelijk. Hierdoor wordt het beïnvloede gebied wordt echter wel groter; - Toepassing van luchtkoeling of een hybride vorm van lucht- en waterkoeling; - Toepassing van elektrolyzers met minder warmteafgifte;
Pekel (sterk zout water)	Schade aan (benthische) mariene soorten	- De zoutconcentratie van het pekewater door menging met zeewater te verlagen voordat het geloosd wordt; - Meerdere en andere lozingslocaties om menging te stimuleren.
Chemicaliën	Totale mortaliteit flora en fauna	- Toepassing van mechanische reiniging; - Keuze voor luchtkoeling of waterkoeling met een gesloten systeem; - Toepassing van natuurvriendelijke anti-fouling (welke niet verder reageren, of accumuleren in het mariene milieu);
Affakkelen	Mortaliteit (trek)vogels	- Gebruik maken van radars en bird-observers ter voorkoming van affakkelen tijdens vogeltrek. - Afblazen van waterstof i.p.v. affakkelen (dit heeft een indirecte impact op het klimaat)
Opwarming door warmte leidingen	Verandering habitat	- Leidingen dieper begraven - Ontwerp optimalisatie van leidingen
Geluid en trillingen	Fauna verplaatsing	Ontwerp optimalisatie van compressor en pompsystemen

15.6 Kennisleemten waterstofproductie op zee

Waterstofproductie op zee bevindt zich nog in een vroeg stadium van ontwikkeling. De verwachting is dat in de komende jaren veel kennis en ervaring zal worden opgedaan, middels de geplande demonstratie projecten. Ten aanzien van besproken verwachte effecten zijn de volgende kennisleemten het meest prominent:

- Ecologische effecten van toxische *anti-fouling* chemicaliën, met name ten aanzien van grootschalig en langdurig gebruik;
- Ecologische effecten van warmteafgifte op zeer lokale schaal (<500 meter van de bron), grotere schaal (buiten de contouren van het windpark)
- Ecologische effecten van (ophoping) van pekewater;
- Ecologische effecten van waterinname, met name ten aanzien van verlies van biomassa, mogelijke selectiedruk en mortaliteit van macrofauna;
- Ecologische effecten van geluidsproductie, met name de te verwachten geluidsdruk bij compressie en waterinname, in cumulatie met geluidsdruk in en rond windparken.
- Effecten op externe veiligheid vanwege de productie van waterstof op een platform of in een windturbine op zee;

Tenslotte, voor alle bovengenoemde punten (behalve externe veiligheid) geldt dat er een kennisleemte is t.o.v. de cumulatieve effecten die op de lange termijn kunnen op treden (in combinatie met klimaatverandering).

16 Onzekerheden

16.1 Inleiding

De effectbeschrijvingen en beoordelingen in dit plan-MER zijn gemaakt op basis van nu beschikbare kennis. De uitvoering van de projecten die middels de PH mogelijk worden gemaakt vindt echter pas plaats ruim na 2030. Dit betekent dat er nog veel onzekerheden zijn over de exacte invulling, ook binnen de windenergiegebieden. Deels zijn die opgenomen in dit Plan-MER door naar meer gebiedsindelingen of opties voor het aantal GW per gebied te kijken. Voor een andere deel wordt dit ondervangen doordat er nog een project-MER wordt uitgevoerd ten behoeve van de individuele kavelbesluiten, waarin de aspecten in groter detail beschouwd worden. Behalve onzekerheden over de invulling van windparken per gebied zijn er onzekerheden i.r.t. autonome ontwikkelingen.

In dit hoofdstuk wordt voor de belangrijkste onzekerheden aangegeven wat dit betekent voor de effectbeoordeling indien ontwikkelingen of keuzes anders uitpakken. Daarbij worden onderstaande onzekerheden beschouwd. Daarnaast zijn in dit plan-MER verschillende kennisleemten geadresseerd. Kennisleemten zijn onderwerpen waarvoor op dit moment nog onvoldoende kennis beschikbaar is om effecten goed te kunnen voorspellen. De kennisleemten zijn geen onderdeel van dit hoofdstuk en zijn in de voorgaande hoofdstukken per aspect toegelicht.

1. Ecologie:

- I. Ecologische effecten zijn in dit stadium overwegend kwalitatief ingeschat. Het is niet mogelijk effecten op populaties te voorspellen voor de periode dat windparken uit de PH worden aangelegd en in operatie zullen zijn. Bovendien zijn effecten meer nauwkeurig te bepalen als meer bekend is over de inrichting van gebieden. Daarnaast is sprake van de nodige kennisleemten, waarover de komende jaren, voorafgaand aan kavelbesluiten, nog nieuwe inzichten worden opgedaan. In hoofdstuk 8 is ingegaan op deze kennisleemten, en 19.8 bevat onder meer aanbevelingen over de wijze waarop nog te ontwikkelen kennis is te benutten in het vervolgtraject.
- II. In dit plan-MER en bijbehorende PB is aangenomen dat het KRM-gebied Centrale Oestergronden wordt aangewezen als **VR-gebied**. Nieuwe kennis over het gebruik van het Nederlandse deel van de Noordzee door **zeekoeten** kan gevolgen hebben voor de toekomstige begrenzing van dit gebied. De begrenzing zal afhankelijk zijn van zeekoet-dichtheden ter plekke over meerdere jaren. Hierover is op dit moment nog geen duidelijk uitsluitsel te geven en is onderzoek nog gaande. De kans bestaat dat delen van zoekgebied 6/7 in aanmerking komen voor aanwijzing als VR-gebied. Dit geeft onzekerheid over de beschikbare ruimte voor windparken in zoekgebied 6/7.
- III. Bij het bepalen van **cumulatieve effecten** in relatie **toekomstige windparken in de buurlanden** geldt dat plannen nog in ontwikkeling zijn. In het vervolgtraject zal hier mee zicht op komen, en zijn meer uitspraken te doen over deze cumulatieve effecten.

2. Mijnbouw:

- I. In dit plan-MER is een beoordeling gemaakt van de gevolgen voor de helikopterbereikbaarheid van mijnbouwplatforms. Hierbij is enerzijds gekeken naar bestaande platforms en anderzijds rekening gehouden met mogelijk **toekomstige mijnbouw prospects** waarvan nog niet duidelijk is of en zo ja waar deze daadwerkelijk gaan komen. Ook kunnen er nog andere locaties bij komen. Wat zijn de gevolgen voor

de bekeken aspecten in dit plan-MER als prospects niet of elders tot ontwikkeling komen?;

- II. Er is in de toekomst mogelijk sprake **CO₂-opslag (CCS)** in of nabij de onderzochte gebieden. Later te maken keuzes over de toe te passen technologie voor de bijbehorende monitoring van de geïnjecteerde CO₂, kunnen leiden tot een extra ruimtevraag voor CCS, en dus minder ruimte voor windenergie, of tot een verminderde haalbaarheid van CCS.

Deze effecten zijn beschouwd in het hoofdstuk mijnbouwactiviteiten (paragraaf 10.5);

3. **Scheepvaart:**

- I. De **SN17** is een scheepvaartroute binnen de Duitse exclusieve economische zone (EEZ). Duitsland overweegt deze scheepvaartroute te sluiten door aanleg van een windpark op deze locatie mogelijk te gaan maken. Wanneer de SN17 wordt gesloten, leidt dit tot een lichte intensivering van het scheepvaartverkeer met name door een mogelijke open zone, en een lichte afname van het scheepvaartverkeer ten westen van Doordewind. De mogelijke sluiting van de SN17 heeft vooral gevolgen heeft voor de wenselijkheid van een open zone in verband met het hebben van voldoende route-keuze. Dit is in hoofdstuk 9 nader beschouwd;
 - II. In het vervolgtraject is meer aandacht nodig voor de scheepvaartveiligheid in relatie tot niet routegebonden verkeer, omdat dit vanwege onzekerheden nog niet kon worden meegenomen in de modelberekeningen. Zo is het onder andere nog enigszins onduidelijk hoe werkverkeer zich gaat ontwikkelen bij de grootschalige uitrol van windenergie verder op zee. Andere onzekerheden zijn de gevolgeffecten van een aanvaring of een aandrijving van een windturbine, effecten van windparken op het gedrag van bemanning (human factors) en de effectiviteit van mitigerende maatregelen.
4. **Visserij:** De gepresenteerde economische aanlandwaarden voor visserij vertellen een deel van het verhaal, omdat het effect van gebiedssluiting groter kan zijn dan de gepresenteerde cijfers, bijvoorbeeld door praktische problemen van vissen nabij de randen van windparken en mogelijke beperkingen in doorvaartmogelijkheden. Daarnaast wordt een deel van de vis die door buitenlandse schepen op het Nederlandse Continentale Plat (NCP) wordt gevangen in Nederland aangeland. Met name voor de langoustinevisserij geldt dat aanlandingen uit gebied 6/7 waarschijnlijk onderschat worden. Veel van die buitenlands gevlagde schepen zijn van Nederlandse eigenaren en zij landen hun vis aan op Urk of in andere Nederlandse havens. Vermenigvuldiging met een factor twee zou waarschijnlijk een betere benadering geven van reële aanlandwaardes.
 5. **Technische uitgangspunten windturbines:** In dit plan-MER wordt uitgegaan van bepaalde technische uitgangspunten voor de te realiseren windturbines. De techniek is echter nog volop in ontwikkeling. Wat betekent het wanneer wordt uitgegaan van andere (grotere) afmetingen?;
 6. **Waterstofproductie op zee:** In hoofdstuk 14 is ingegaan op de effecten van waterstofelektrolyse op zee. Zoals daar beschreven zijn er nog grote onzekerheden over de hoeveelheid en toe te passen technieken, die doorwerken in de verwachte milieugevolgen;
 7. Gedurende de zichthorizon van de ontwikkelingen waarvoor dit plan-MER wordt gemaakt zal **klimaatverandering** zich naar verwachting verder ontwikkelen. Hoe is onbekend, maar dit kan wel gevolgen hebben voor de milieutoestand van de Noordzee.

Onderdeel 5 is nog niet in de eerdere effecthoofdstukken beschouwd en worden daarom hieronder verder uitgewerkt.

16.2 Technische uitgangspunten windturbines

In paragraaf 6.2 zijn de technische uitgangspunten van de te realiseren windturbines toegelicht. Deze vormen de basis voor de effectbeoordeling in dit plan-MER. In deze paragraaf wordt toegelicht welke mogelijke gevolgen er zijn als deze uitgangspunten worden aangepast, als gevolg van ontwikkelingen in windturbintechologie. Zo wordt duidelijk of de effectbeoordelingen voldoende robuust zijn.

Daarbij zijn twee veranderingen in uitgangspunten geanalyseerd, aangezien deze het meest maatgevend zijn voor de te verwachten effecten:

- Andere vermogens van windturbines;
- Andere hoogte van windturbines.

Vermogens van windturbines

Een verandering van de vermogens van windturbines heeft een effect op het aantal te plaatsen windturbines en heeft daarmee invloed op de beoordelingen voor verschillende aspecten. Aspecten waarvoor met name het aantal windturbines bepalend is zijn ecologische aspecten, scheepvaartveiligheid en mijnbouw.

Hoogte van windturbines

De hoogte van een windturbine heeft een effect op met name het verwachte aantal vogelslachtoffers en helikopterbereikbaarheid. Een MER als onderdeel van een kavelbesluit onderzoekt de effecten van verschillende soorten windturbines en volgt een bandbreedtebenadering. Dit plan-MER onderzoekt de effecten op een hoger abstractieniveau. Daarom is niet onderzocht wat de effecten van verschillende ashoogtes en tiphoogtes is op de milieueffecten. De hoogte van windturbines is doorgaans direct gerelateerd aan de rotordiameter. Een hogere windturbine heeft een groter rotoroppervlakte en dit leidt ook tot een wijziging in milieueffecten.

Op hoofdlijnen kunnen de opgesomde effecten in Tabel 16.1 verwacht worden bij aanpassing van de afmetingen van de windturbines en de dichtheid binnen de gebieden.

Tabel 16.1 Gevolgen van verandering in dichtheid en/of afmetingen van windturbines

Aanpassing	Milieuaspect	Gevolg
Verandering vermogen windturbines	Ecologie - vogels	Voor het effect op aanvaringen geldt dat het aantal windturbines het meest bepalend is. Een lager vermogen per windturbine leidt bij een gelijke opgave tot meer windturbines in totaal waardoor de kans op aanvaringen toeneemt. En vice versa bij hogere vermogens. Effecten van vermijding (met als gevolg habitatverlies) en barrièrewerking zijn zowel afhankelijk van het aantal windturbines als de inrichting van het gebied. De kans op habitatverlies neemt toe indien windturbines dichter op elkaar staan als gevolg van een lager vermogen en meer windturbines bij een gelijke opgave.
	Ecologie – vleermuizen	Voor het effect op aanvaringen geldt dat het aantal windturbines het meest bepalend is. Een lager vermogen per windturbine leidt bij een gelijke opgave tot meer windturbines in totaal waardoor de kans op aanvaringen toeneemt. En vice versa bij hogere vermogens.
	Ecologie – vernietiging / verandering habitat	Een 25 MW windturbine heeft een grotere fundering nodig (uitgangspunt 13 meter diameter voor een monopaal, plus

		een verstoringscontour van 50m als gevolg van de erosiebescherming). Dit betekent dat de effecten op habitat van een groter vermogen weliswaar per windturbine iets groter zijn (circa 265 m² verstoord oppervlak meer per windturbine), maar per saldo er een kleinere verstoring plaatsvindt per windpark, omdat minder windturbines nodig zijn. Ter indicatie: per GW geïnstalleerd vermogen is sprake van circa 87.000 m² kleiner verstoord oppervlak t.o.v. een 20 MW windturbine.
	Scheepvaart - veiligheid	Een ander vermogen van windturbines zal ook het aantal windturbines parallel aan scheepvaartroutes en <i>clearways</i> veranderen, waardoor de kans op aanvaring/aandrijving toeneemt en vice versa. Indien een ander vermogen van windturbines ertoe leidt dat er op een andere locatie minder of geen windturbines gerealiseerd worden kan het effect ook positief zijn.
Grotere rotordiameter / ashoogte	Ecologie – vogels en vleermuizen	Een grotere windturbine heeft een groter rotoroppervlak, waarmee de kans op een aanvaring toeneemt. De rotorsnelheid (aantal rpm) neemt echter ook af met het oppervlak en een grotere windturbine heeft meer onderlinge afstand nodig om zogeeffecten te voorkomen, waarmee de kans op aanvaring daarmee ook weer afneemt binnen een windpark. Indien wordt uitgegaan van een vast aantal GW per park dan zullen met grotere windturbines (met een groter aantal MW per windturbine) in het totaal minder windturbines nodig zijn en zal het totaal rotoroppervlak van alle windturbines samen lager zijn. De verwachting is dat daarmee de effecten van een grotere rotordiameter/ashoogte niet substantieel anders zullen zijn.
	Ecologie - zeezoogdieren	Een grotere windturbine zal een zwaardere fundering nodig hebben, waarmee het aannemelijk is dat de hoeveelheid hei-energie (en daarmee heigeluid) toeneemt bij de aanleg. Echter aangezien hiervoor een norm voor maximale hoeveelheid heigeluid zal gelden en het aantal turbines kleiner wordt, zullen voor eenzelfde aantal GW opgesteld daarmee minder negatieve effecten optreden. Wel zal het meer inspanning vergen om aan deze heigeluid norm te voldoen is de verwachting.
	Mijnbouw – helikopterbereikbaarheid	Wanneer de windturbine hoger wordt zal de vlieghoogte om veilig over de windturbines heen te kunnen vliegen hoger moeten zijn. Dit heeft voor het uitvoeren van VFR vluchten (op zicht) het gevolg dat er vaker sprake kan zijn van te laag hangende wolken (er kan dan niet tussen het wolkendeck en de windturbine door gevlogen worden. Uit het onderzoek van TO70 kan worden afgeleid dat met een toename in afmetingen van 100 voet de kans dat het wolkendeck beperkend wordt met ongeveer 1% toeneemt. (zie Bijlage 10). Voor de benodigde ruimte in horizontale zin is er geen effect op de helikopterbereikbaarheid omdat de aangehouden afstanden (2,5 of 5 NM) al zodanig zijn dat een grotere windturbine geen verschil maakt.
	Luchtvaart	Indien windturbines afmetingen krijgen waardoor de tiphoogte boven 1000 voet (~305 meter) uitkomt, ontstaat mogelijk interferentie met de luchtvaart. 1000 voet is waar

		het luchtruim voor (commerciële) luchtvaart begint. Welke gevolgen dit precies heeft is op dit moment niet onderzocht. In het geval windturbines boven deze hoogte worden overwogen zal nader onderzoek nodig zijn in het kader van de kavelbesluiten.
	Energieopbrengst en vermeden emissies	Een grotere rotordiameter leidt tot een grotere windenergieopbrengst en daarmee een hogere MWh productie per windturbine. Wanneer de grotere windturbines ook verder uit elkaar geplaatst worden om de zogeëffekten te beperken kan dit ook de LCOE positief beïnvloeden. Hierbij wordt er wel vanuit gegaan dat de overige kosten (voor infrastructuur, etc.) gelijk blijven en de kosten voor de windturbines zelf evenredig stijgen met het vermogen, maar niet meer dan dat.

Ten behoeve van de kavelbesluiten zal dit in een project-MER nader onderzocht worden.

16.3 Invloed van klimaatverandering

De afgeleide effecten van klimaatverandering zorgen voor een veranderende toestand van het mariene milieu en mogelijke veranderende weersomstandigheden. Stijging van zeewatertemperatuur en verandering in saliniteit leiden tot effecten op het mariene milieu. De soort en omvang van deze effecten is onzeker. Ook zou sprake kunnen zijn van andere weersomstandigheden, zo blijkt uit een onderzoek van DNV (2024). Veranderingen in het gemiddelde windaanbod worden echter niet voorzien.

Daarnaast zou het smelten van de poolkap tot gevolg kunnen hebben dat scheepvaart andere routes zal nemen (onder andere polaire route naar Azië). De intensiteiten daarvan zijn echter niet te voorspellen, aangezien dit ook zal afhangen van andere factoren zoals veiligheid, ontwikkelingen in de wereldhandel, etc. Door het inrichten van een *clearway* naar Northern Searoute binnen zoekgebied 6/7 is hiermee wel rekening gehouden.

Op voorhand is niet te zeggen in hoeverre klimaatverandering leidt tot een verandering in de effectbeoordeling van dit plan-MER. Daarvoor zijn de gevolgen – als die al optreden – onvoldoende te concretiseren en kunnen deze zowel positief zijn (bijvoorbeeld wanneer er als gevolg van klimaatverandering minder vissen in het gebied zwemmen is er ook een kleinere kans op effecten op die vissen), als negatief.

17 Grensoverschrijdende effecten

17.1 Inleiding: afbakening

In dit plan-MER zijn drie gebieden onderzocht die mogelijk gaan bijdragen aan de opgave van 50 GW aan opgesteld vermogen van wind op zee in 2040. Dit zijn de gebieden zoekgebied 6/7, Doordewind / Doordewind (west) en Lageland. De milieueffecten op het Nederlandse deel van de Noordzee zijn op zichzelf beoordeeld in de verschillende voorgaande hoofdstukken. De milieueffecten houden echter niet op bij de grens. Er zijn ook grensoverschrijdende effecten. In dit hoofdstuk worden de grensoverschrijdende effecten beschreven.

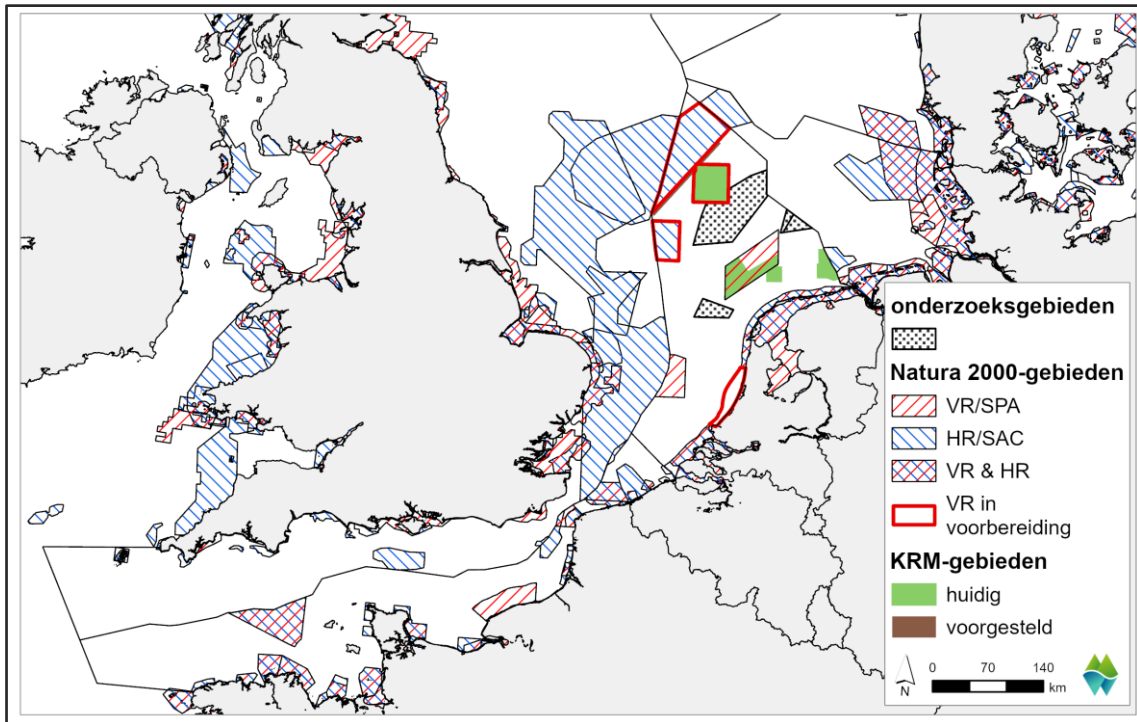
Voor grensoverschrijdende effecten zijn alleen Doordewind en zoekgebied 6/7 relevant. Lageland ligt op meer dan 40 km van de landsgrens, waardoor grensoverschrijdende effecten niet aannemelijk worden geacht, met uitzondering van trekkende vleermuizen van en naar de Britse eilanden. Verder zijn er niet voor alle milieuthema's grensoverschrijdende effecten. Daarom zijn hieronder alleen voor de relevante thema's de grensoverschrijdende effecten beschreven.

17.2 Ecologie: Natura 2000-gebieden

In de Vogel- en Habitatrichtlijn wordt geen onderscheid gemaakt tussen effecten op nationale en internationale Natura 2000-gebieden. Vanuit dit kader dient het geheel aan effecten op alle Natura 2000-gebieden, die mogelijk in hun natuurlijke kenmerken kunnen worden aangetast, te worden meegenomen. Dit betekent dat voor die soorten waarvoor een Natura 2000-gebied is aangewezen en de gunstige staat van instandhouding zou kunnen worden aangetast door het windenergiegebied, alle relevante Natura 2000-gebieden in de toetsing dienen te worden meegenomen. In dit geval is ook gekeken naar de effecten op de Vogelrichtlijngebieden (VR) en Habitatrichtlijngebieden (HR) in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk. In het Verenigd Koninkrijk heten deze respectievelijk Special Protection Areas (SPAs) en Special Areas of Conservation (SACs). Deze worden hieronder samengenomen onder de noemer beschermde gebieden.

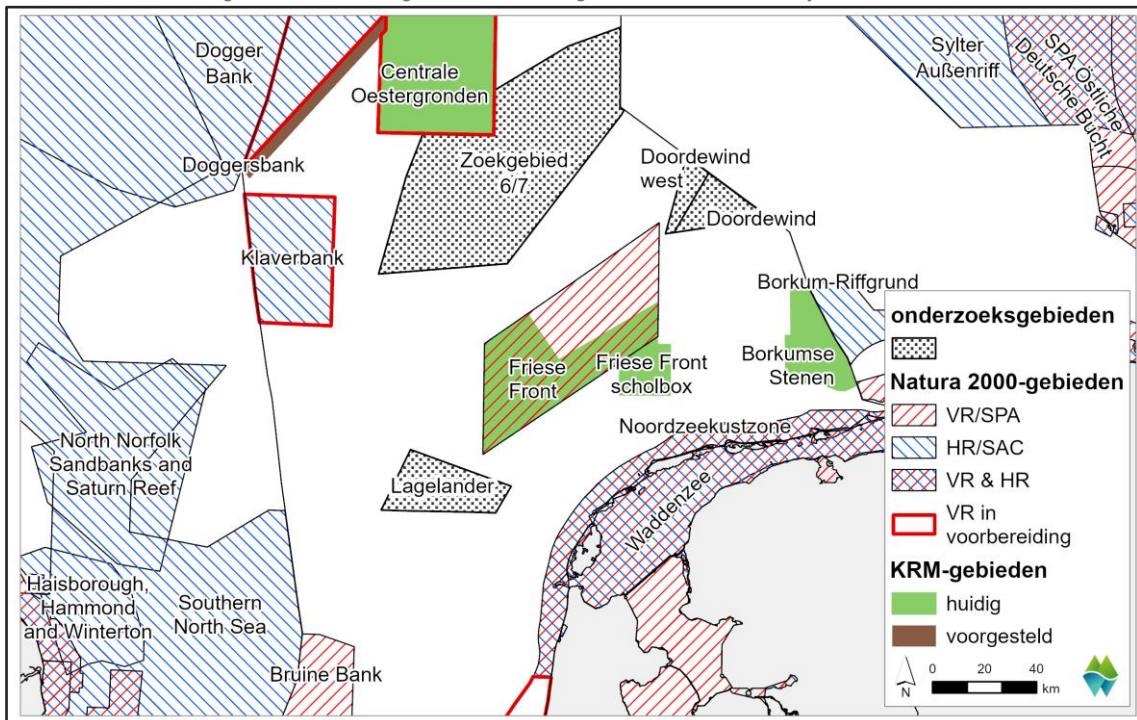
Daarnaast kunnen ook grensoverschrijdende effecten optreden door populatieachteruitgang. De verschillende soorten houden zich immers niet aan de landsgrenzen. Populatie-achteruitgang op het Nederlandse deel van de Noordzee kan ook effect hebben op de populatie-omvang in één van onze buurlanden.

Figuur 17.1 Kaart Overzicht van de locatie van onderzoeksgebieden ten opzichte van Natura 2000-gebieden en KRM-gebieden in en langs de kust van de zuidelijke Noordzee.



Bron: Waardenburg Ecology, 2025

Figuur 17.2 Kaart: Gedetailleerd overzicht van de locatie van onderzoeksgebieden ten opzichte van de nabijgelegen relevante Natura 2000-gebieden en KRM-gebieden in en langs de kust van de zuidelijke Noordzee.



Bron: Waardenburg Ecology, 2025

Tabel 17.1 Te bespreken beschermde natuurgebieden (EU: Natura 2000- en KRM-gebieden; VK: SPAs en SACs), hun status en doelstellingen relevant voor dit rapport (ht=habitattype, hrs=habitatrichtlijnsoorten, br=broedvogel, n-br=niet-broedvogel) en hun afstand tot de windgebieden.

Naam gebied	Land	Status	Relevante doelstelling	Afstand tot 6/7	Afstand tot LL	Afstand tot DDW
Flamborough and Filey Coast	UK	SPA (definitief)	br	238	262	348
Greater Wash	UK	SPA (definitief)	n-br	173	129	272
Southern North Sea SAC	UK	SPA (definitief)	Hrs	108	40	182
Seevogelschutzgebiet Helgoland	DU	VR (definitief)	Br	182	245	125
Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer	DU	VR (definitief)	Br	134	139	69
Borkum-Riffgrund	DU	HR (definitief)	Hrs	95	137	28

Vogels

Uit het ecologisch onderzoek (Bijlage 4) is gebleken dat de broedvogels uit alle kolonies in de beschermde gebieden in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk de drie plangebieden (Lagelander, Doordewind en zoekgebied 6/7) niet bereiken. Voor broedvogelsoorten van alle buitenlandse VR-gebieden en SPAs worden effecten daarom uitgesloten.

Voor niet-broedvogelsoorten uit buitenlandse gebieden is mogelijk sprake van effecten vanwege aanvaringen, habitatverlies (door verstoring) en barrièrewerking. De mate waarin effecten van barrièrewerking optreden, hangt mede af van de omvang en oriëntatie van een open zone in zoekgebied 6/7. Op dit moment zijn deze effecten niet nader kwantificeerbaar en wordt onderzoek in combinatie met een gefaseerde aanpak aanbevolen.

Vleermuizen

Via de habitatrichtlijn zijn voor diverse soorten vleermuizen HR-gebieden aangewezen. Met name de ruige dwergvleermuis en rosse vleermuis, waarvoor in één of meer HR-gebieden buiten Nederland IHD's gelden, kunnen de windenergiegebieden doorkruisen tijdens de seizoenstrek. Het risico op aanvaringsslachtoffers bij trekkende vleermuizen wordt met name verwacht voor Lagelander. Vanwege de west/zuidwestelijke oriëntatie van de migratie van ruige dwergvleermuizen, en de aanwezige routes langs de Duitse en Nederlandse kust (Bach et al. 2022), is het aannemelijk dat de migratieroutes meer ten zuiden van zoekgebied 6/7 en Doordewind liggen.

Grensoverschrijdende effecten voor vleermuizen worden met name verwacht als gevolg van de aanwezigheid van windturbines in Lagelander. Indien trekkende vleermuizen vanuit populaties in het Verenigd Koninkrijk de Noordzee oversteken (of *vice versa*), zou sprake kunnen zijn van aanvaringsslachtoffers. Het is onbekend of er als gevolg daarvan sprake kan zijn van een effect op een populatie uit het Verenigd Koninkrijk. Hoe de vleermuistrek ter plekke van de windenergiegebieden exact is, zal nader onderzocht moeten worden.

Zeezoogdieren

Grensoverschrijdende effecten op in buurlanden beschermde soorten zeezoogdieren kunnen optreden als de kwaliteit van gebieden met instandhoudingsdoelstellingen negatief wordt beïnvloed of als het

voornemen de staat van instandhouding van de soorten in het buurland negatief beïnvloedt. Buitenlandse beschermde gebieden die zijn aangewezen voor zeezoogdieren zijn Borkum Riffgrund (voor bruinvis, gewone zeehond en grijze zeehond) en Southern North Sea (voor bruinvis). De door onderwatergeluid veroorzaakte verstoringcontouren overlappen - bij het toepassen van een geluidsnorm van 160 dB (SELss op 750 m) - niet met de beschermde gebieden (zie Bijlage 2 en Bijlage 7).

17.3 Scheepvaart

Grensoverschrijdende effecten op de scheepvaart in het Britse deel van de Noordzee zijn niet aan de orde wanneer het scheepvaartverkeer op de route Esbjerg-Hull wordt geborgd door de instelling van een *clearway*. Grensoverschrijdende effecten op scheepvaart in België zijn niet aan de orde, gezien de ligging van de gebieden ten opzichte van de Belgische wateren. Grensoverschrijdende effecten op scheepvaart in Duitsland en Denemarken zijn in het kader van een internationale FSA onderzocht (MARIN, 2024; ABL & MARIN, 2024), waarin de Duitse, Deense en Nederlandse planvorming gezamenlijk zijn beschouwd en waarbij voor de Nederlandse situatie rekening is gehouden met de worst case verdelingsoptie met zoekgebied 6/7 zonder open zone. Een open zone door zoekgebied 6/7 kan in vergelijking daarmee tot minder grensoverschrijdende effecten leiden.

Niet-routegebonden scheepvaart op de Noordzee vindt in de situatie zonder windparken vrij plaats en is – met uitzondering van enkele specifieke gebieden – vrij toegestaan. Zodra windparken worden gerealiseerd levert dit beperkingen op voor de niet routegebonden scheepvaart, die verder doorwerken dan alleen bij de locatie zelf. Vaarroutes worden bijvoorbeeld minder logisch, wat zou kunnen leiden tot andere verkeersstromen omdat schepen om windparken heen moeten varen, waar voorheen vrije doorvaart mogelijk was.

17.4 Energieopbrengst: Zogefecten (windafvang)

Hoe meer windturbines er op de Noordzee verschijnen, hoe meer windafvang potentieel plaatsvindt. Ten oosten van Doordewind liggen verschillende Duitse windparken (i.e. Deustsche Bucht, Veja Mate, BARD offshore 1), welke zowel operationeel zijn als in ontwikkeling. De ontwikkeling van Doordewind zal zorgen voor enige windafvang bij deze windparken, en in mindere mate andersom (vanwege de overheersende windrichting vanuit het zuidwesten). Bij zoekgebied 6/7 zijn momenteel geen vergunde of operationele windparken in de nabijheid. De afstand van Lageland tot buitenlandse windparken is zodanig dat effecten niet te verwachten zijn.

18 Cumulatieve effecten

18.1 Inleiding: afbakening

Het plan-MER is in twee delen opgesteld: een deel voor windenergie en een deel voor zandwinning. Het raakvlak tussen beide activiteiten wordt gevormd door de energie-infrastructuur vanuit de gebieden naar land. Dit wordt onderzocht in het MER binnen het programma Verkenning Aanlanding Wind op Zee (pVAWOZ). Voor het overgrote deel van het voornemen voor de aanwijzing van windparken zijn er geen relevante raakvlakken vanwege de grote afstand tussen de gebieden voor windenergie en zandwinning en de verschillende aard van de activiteiten. Alleen in het geval dat Lageland wordt aangewezen, en er gelijktijdig met de aanleg van windturbines nabij dit gebied zand wordt gewonnen in de reserveringszone, is er mogelijk een effect. Dit staat beschreven in het hoofdstuk 31 cumulatieve effecten in deel C over zandwinning, waarbij is aangegeven dat dit effect in verhouding tot de al aanwezige referentiesituatie verwaarloosbaar klein is. Voor het overige grijpen mogelijke milieueffecten niet in op elkaar, worden geen cumulatieve effecten verwacht en is het logisch om deze voornemens in dit plan-MER afzonderlijk te beschouwen.

In dit plan-MER zijn drie gebieden onderzocht die mogelijk gaan bijdragen aan de opgave van 50 GW aan opgesteld vermogen van wind op zee in 2040. Dit zijn de gebieden zoekgebied 6/7, Doordewind / Doordewind (west) en Lageland. De milieueffecten van het realiseren van windenergie binnen die gebieden zijn op zichzelf beoordeeld in de verschillende hoofdstukken. Er kan echter ook sprake zijn van cumulatieve effecten. Dit kan zowel tussen de drie potentiële windenergiegebieden optreden als tussen deze ontwikkeling en ontwikkelingen van windenergie op zee buiten de Nederlandse landsgrenzen.

Kader 18.1 Cumulatie begrenzing: wat wel en niet meenemen

Cumulatie kan alleen redelijkerwijs worden beschouwd, wanneer ontwikkelingen waarmee cumulatieve effecten kunnen optreden een bepaalde mate van zekerheid hebben en voldoende concreet zijn dat ze daadwerkelijk plaatsvinden. In principe is de grens die hiervoor gehanteerd wordt of besluitvorming heeft plaatsgevonden en de ontwikkelingen zijn vastgelegd (in beleid) en voor zover deze ontwikkelingen geen onderdeel vormen van de referentiesituatie. Dit laatste geldt voor reeds bestaande of nog te realiseren windparken op zee binnen de Routekaart 21 GW, maar bijvoorbeeld ook bestaande scheepvaart en visserij-activiteiten.

In dit plan-MER wordt daarom enkel gekeken naar cumulatieve effecten met (toekomstige) ontwikkelingen op de Noordzee die een redelijke mate van zekerheid en concreetheid kennen. Dit gaat dan om de ontwikkeling van windparken. Voor andere ontwikkelingen, zoals of toekomstige olie- en gaswinning op de Noordzee tot ontwikkeling komt, of dat bijvoorbeeld scheepvaartintensiteiten in de toekomst toenemen, en die nog minder concreet of zeker zijn, is geen nadere beschouwing gemaakt. Omdat de planhorizon de periode 2032 - 2040 omvat is er nog veel onzekerheid over de exacte invulling van de windenergieontwikkelingen. De beoordeling is daarmee ook kwalitatief en op een relatief hoog abstractieniveau.

Dit hoofdstuk beschouwt de cumulatieve effecten die windparken binnen de onderzochte gebieden hebben in cumulatie met elkaar (paragraaf 18.2) en in cumulatie met andere windparken op zee buiten Nederland (paragraaf 18.3).

18.2 Cumulatie potentiële windenergiegebieden met elkaar

Bij het bepalen van de cumulatieve effecten van verschillende windenergiegebieden is gekeken naar verschillende mogelijkheden om het totaal aantal GW over verschillende gebieden te verdelen (verdelingsopties). Als de beschikbare ruimte voor windparken in Lageland, Doordewind en de

getrechterde varianten voor zoekgebied 6/7 bij elkaar wordt opgeteld, bieden de verschillende gebieden samen ruimte voor een totaal opgesteld vermogen tussen de circa 19 en 25 GW. Bij deze optelling is rekening gehouden met een open zone in zoekgebied 6/7 en niet meer dan 2 GW in Doordewind worden gerealiseerd, omdat in dit gebied is geconstateerd dat 4 GW alleen haalbaar zonder in rekening te houden met voldoende obstakelvrije ruimte voor een mijnbouwplatform. Tegelijkertijd kan blijken dat alsnog meer windenergie mogelijk is dan 25 GW, bijvoorbeeld door het wegvallen van (*prospects* voor) mijnbouwplatforms. Daarom is de verdelingsoptie meegenomen met een gebiedsindeling van zoekgebied 6/7 waarin geen open zone wordt vrijgehouden (*uiterste voor windenergie*), in combinatie met 4 GW in Doordewind en 2 GW in Lageland. Bezien vanuit de meeste andere belangen dan windenergie is dit een *worst case* verdelingsoptie, die ruimte biedt aan circa 43 GW opgesteld vermogen. Mogelijke (extra) effecten van deze *worst case* verdelingsoptie ten opzichte van de andere verdelingsopties worden voor de verschillende deelaspecten hierna steeds apart besproken.

Tabel 18.1 Cumulatieve invulling opgave windenergiegebieden: verdelingsopties voor opgesteld vermogen**

Gebied	Opgesteld vermogen en verdeling hiervan over de gebieden (GW)					
Zoekgebied 6/7 Basis = basis open zone Meest breed = meest brede open zone	Basis ± 21	Basis ± 21	Basis ± 21	Meest breed ± 19	Meest breed ± 19	Uiterste voor windenergie ± 37
Doordewind	2	2	0	2	0	4
Lageland	2	0	2	2	0	2
Totaal	± 25	± 23	± 23	± 23	± 19	± 43*

* dit is de *worst case* optie

** er zijn nog meer combinaties mogelijk, echter de hoeken van het speelveld qua cumulatieve effecten zijn met deze invullingen afgedekt.

Voor de volgende thema's (ecologie, scheepvaart, visserij en energieopbrengst) is daarbij sprake van cumulatieve effecten. De cumulatieve effecten op scheepvaartveiligheid en scheepvaartbereikbaarheid zijn al integraal meegenomen in de onderzoeken en beoordeling en daarom hier niet afzonderlijk opgenomen.

18.2.1 Ecologie

Vogels en vleermuizen

Voor de effecten van aanvaringen van zeevogels, trekvogels en vleermuizen is vooral het aantal opgestelde windturbines bepalend. De meeste effecten zijn dus te verwachten van de combinatie van de variant *Basis open zone* voor zoekgebied 6/7 met 2 GW in Lageland en Doordewind (ervan uitgaand dat het opgestelde vermogen per windturbine gelijk is). De effecten zijn het minst bij de variant van zoekgebied 6/7 met het minste windturbines, windturbines (*Meest brede open zone*) en er daardoor slechts 19 GW wordt geïnstalleerd. Aanvullend geldt dat juist in dit mogelijk vrij te houden deel van 6/7 verhoogde dichtheden zijn te verwachten van een aantal vogelsoorten. Door hier geen windturbines te plaatsen worden extra aanvaringen voorkomen.

Cumulatieve effecten van habitatverlies voor zeevogels zijn lastiger te beoordelen, en dan met name waar het gaat om de effecten op zeekoeten. Op basis van de beschikbare informatie wordt verwacht dat de indeling van zoekgebied 6/7 vooral bepalend is (hoe breder de open zone, hoe gunstiger), maar om de minimale doelstelling voor windenergie van 23 GW te halen, moet de getrechterde variant met de basis open zone zowel met Doordewind als Lageland worden gecombineerd. Op basis van de nu beschikbare

informatie lijkt Doordewind echter ook een belangrijk gebied voor zeekoeten te zijn. Met de huidige kennis is niet te voorspellen wat het minste effect heeft: een bredere open zone (en dus minder windturbines) in zoekgebied 6/7 of geen extra windturbines in Doordewind.

Mogelijke effecten van barrièrewerking spelen vooral een rol in zoekgebied 6/7, omdat dit gebied is gelegen tussen enerzijds de beschermde gebieden Doggersbank en KRM-gebied Centrale Oestergronden en anderzijds het Friese Front en de rest van de zuidelijke Noordzee. Vogels, die na het broedseizoen vanuit de noordwestelijk van zoekgebied 6/7 gelegen broedkolonies komen en door de aanwezigheid van een groot, aaneengesloten windpark gedwongen worden een langere route te vliegen of zwemmen, kunnen veel energie verliezen. Bij verdelingsopties waarbij in zoekgebied 6/7 een open zone vrij wordt gehouden van windparken, zoals dat in de getrechterde varianten het geval is, worden deze effecten van barrièrewerking voorkomen. Over de mate waarin barrièrewerking voorkomen wordt bestaan echter nog kennisleemten. Hoe groter de open zone, en hoe meer zichtlijnen, hoe minder zal er sprake zijn van barrièrewerking. Over de mate waarin dit effect is te voorkomen bestaan nog onzekerheden. Daarom is nader onderzoek nodig. Hier wordt nader op ingegaan onder conclusies en aanbevelingen in paragraaf 19.8.

Worst case verdelingsoptie

De cumulatieve effecten van de *worst case* verdelingsoptie (43 GW) pakken met name vanwege het volledig met windparken ingevulde zoekgebied 6/7 slechter uit dan de verdelingsopties die hiervoor zijn besproken. Dit komt met name door het grote aantal opgestelde windturbines. Daarnaast zullen de effecten van habitatverlies en barrièrewerking (zeekoeten) bij afwezigheid van een open zone groter zijn.

Zeezoogdieren

In Tabel 18.2 zijn de effecten op bruinvissen voor een aantal combinaties van de windenergiegebieden weergegeven. Hieruit blijkt dat de effecten het kleinst zijn als in zoekgebied 6/7 van de variant met de meest brede open zone wordt uitgegaan. In dat geval wordt de minimale doelstelling van 23 – 26 GW opgesteld vermogen echter niet gehaald. De effecten op bruinvissen worden grotendeels bepaald door het aantal windturbines (= het aantal verstoringsdagen) en daarom zijn bij de opties met een open zone door zoekgebied 6/7 de meeste effecten te verwachten bij de 25 GW-optie, waarin de basis open zone voor zoekgebied 6/7 wordt gecombineerd met +2 GW in Doordewind en 2 GW in Lagelander. De verschillen tussen de opties waarin de getrechterde variant *Basis open zone* voor zoekgebied 6/7 wordt gecombineerd met 2 GW in Doordewind dan wel 2 GW in Lagelander zijn marginaal (en een fractie kleiner in Lagelander). Dit verschil komt niet tot uiting in de getallen.

Tabel 18.2 Indicatie van effecten op bruinvispopulatie bij verschillende verdelingsopties van windenergiegebieden

	Opgesteld vermogen (GW)					
	± 25	± 23	± 23	± 23	± 19	± 43
Zoekgebied 6/7 – variant Basis = Basis open zone Meest breed = Meest brede open zone	Basis ± 21	Basis ± 21	Basis ± 21	Meest breed ± 19	Meest breed ± 19	Uiterste voor windenergie ± 37
Doordewind	2	2	0	2	0	4
Lagelander	2	0	2	2	0	2
Verstoring bruinvissen (miljoenen bruinvisverstoringsdagen)	2,0 – 2,1	1,9 – 2,0	1,9 – 2,0	1,8 – 1,9	1,6 – 1,7	3,3
Indicatieve reductie bruinvispopulatie NCP (%)	8,0 – 8,2	7,8 – 8,0	7,8 – 8,0	7,6 – 7,8	7,2 – 7,4	11

Worst case verdelingsoptie

De cumulatieve effecten van de **worst case verdelingsoptie** zijn het grootst, met name vanwege het grote aantal windturbines in zoekgebied 6/7. Dit komt omdat voor effecten op zeezoogdieren vooral het aantal opgestelde windturbines bepalend is, aangezien deze rechtstreeks verband houden met het aantal verstoringdagen. Dit is aanzienlijk hoger (circa 1,2 miljoen meer bruinvisverstoringdagen dan in de optie met circa 25 GW). De geschatte reductie van de bruinvispopulatie is in dat geval circa 11%.

18.2.2 Scheepvaart

De cumulatieve effecten van windenergiegebieden op scheepvaartveiligheid en scheepvaartbereikbaarheid zijn al meegenomen in het onderzoek van MARIN en Arcadis. Deze cumulatieve effecten zijn beschreven in paragraaf 9.1.2, Tabel 9.1.

18.2.3 Visserij

Ook voor visserij zijn de verschillende combinatiemogelijkheden bekeken. In alle gevallen behalve het *uiterste voor windenergie* in zoekgebied 6/7 is sprake van een open zone waar gevist kan worden. Voor Doordewind wordt momenteel onderzocht of actieve visserij onder voorwaarden mogelijk is als vorm van medegebruik. Voor de effectbeoordeling is er (worst case) nu wel vanuit gegaan dat Lageland en Doordewind gesloten worden voor visserij indien er windenergie gerealiseerd wordt, maar hierover is nog niet besloten.

Tabel 18.3 Gederfde jaarlijkse aanlandwaarde visserij in cumulatie

Onderzochte gebieden	Zoekgebied 6/7			Lageland	Doordewind	
	Uiterste voor windenergie (±37 GW)	Meest brede open zone (±19 GW)	Basis open zone (± 21 GW)		+2 GW (200 km²)	+4 GW (400 km²)
Aanlandwaarde boomkorvisserij tong (x 1000 EUR)	593	485	504	169	446	891
Aanlandwaarde bordenvisserij langoustine (x 1000 EUR)	792	100	224	2	13	26
Totale aanlandwaarde (x 1000 EUR)	1.510	642	797	178	459	917

Elk windenergiegebied dat afgesloten wordt voor **visserij** is een verdere afname van het areaal waarin gevist mag worden. Hoewel het areaal in cumulatie verder afneemt is het onzeker wat deze afsluiting doet met het visbestand en daarmee de aanlandwaarde van de visserij. Het cumulatief afsluiten van verschillende gebieden kan leiden tot een gunstig leefgebied voor vissen waardoor de vispopulatie in de Noordzee juist groeit, wat ten gunste komt van de visserij.

Worst case verdelingsoptie

In het geval dat zowel zoekgebied 6/7 als Lageland en Doordewind West volledig gesloten zouden worden voor visserij zou dit leiden tot een gederfde jaarlijkse aanlandwaarde van circa € 2,6 miljoen. Dit komt met name door het relatief grote aandeel **langoustinevisserij** in zoekgebied 6/7 waarvan de jaarlijkse aanlandwaarde relatief hoog is in vergelijking met andere vissoorten en die grotendeels plaatsvindt in de zone die in de getrechterde varianten open wordt gehouden.

18.2.4 Energieopbrengsten en vermeden emissies

Voor energieopbrengst en vermeden emissies is sprake van (positieve) effecten. Bij realisatie van de maximale verdelingsoptie (43 GW), zou een potentiële energieopbrengst van 167.100 GWh kunnen worden opgewekt. Deze optie heeft echter wel een relatief hogere LCoE ten opzichte van andere invullingen (+3,5%), als gevolg van de grote zogeeffecten in zoekgebied 6/7. In het geval van een open zone in zoekgebied 6/7 en invulling van Lageland en/of Doordewind neemt de cumulatieve energieopbrengst af (tussen 87.100 en 101.600 GWh per jaar), maar wordt wel een betere LCoE gerealiseerd.

Tabel 18.4 Energieopbrengsten in cumulatie

	Opgesteld vermogen (GW)					
	± 25	± 23	± 23	± 23	± 19	± 43
Zoekgebied 6/7 – variant Basis = Basis open zone Meest breed = Meest brede open zone	Basis ± 21	Basis ± 21	Basis ± 21	Meest breed ± 19	Meest breed ± 19	Uiterste voor windenergie ± 37
Doordewind	2	2	0	2	0	4
Lageland	2	0	2	2	0	2
Totaal energieopbrengst (GWh/jaar)	101.600	93.900	87.100	92.900	70.700	167.100

18.3 Cumulatie met andere windparken op zee buiten NL

18.3.1 Windparken op de Noordzee buiten Nederland

Ook in de Duitse, Deense, Belgische, Britse en Noorse Exclusieve Economische Zone (EEZ) worden windparken ontwikkeld. In het Maritime Spatial Plan van Duitsland wordt aangegeven dat er activiteiten in de Duitse Exclusieve economische zone (EEZ) in de buurt van Doordewind en zoekgebied 6/7 zijn. In het Belgische, Noorse, Britse en Deense EEZ zijn eveneens ontwikkelingen, met name nieuwe offshore windparken, voorzien. In Tabel 18.5 zijn de ambities per land opgenomen. Dit zijn niet-bindende ambities die nog niet allemaal in ruimtelijke plannen zijn verwerkt, en het is onzeker wat hiervan daadwerkelijk gerealiseerd wordt.

Tabel 18.5 Ambities windenergie op zee per land (niet bindend)

Land	België	Duitsland	Denemarken	Verenigd Koninkrijk	Noorwegen
Ambitie (GW)	8	60	19,3	95,2	15

De effecten daarvan kunnen cumuleren met de ontwikkelingen die in de PH zijn onderzocht. Hieronder wordt hier kort op ingegaan op het thema ecologie. Voor scheepvaart zijn mogelijk ook effecten te verwachten, als gevolg van het afsluiten van scheepvaartroute SN17 die nodig is om windparkontwikkelingen in Duitsland goed te laten aansluiten op die in Nederland. Die effecten zijn onder de beoordeling voor scheepvaart al meegenomen omdat in de gehanteerde rekenmodellen scheepvaartintensiteiten zijn gehanteerd op basis van Nederlandse, Duitse en Deense planvorming. Ook in relatie tot de effecten op helikopterbereikbaarheid is de aanname geweest dat aan Duitse zijde windparken worden geplaatst. Voor energieopbrengst spelen de effecten van zogverliezen tussen de windparken een rol, zeker bij toenemende dichtheden/aantallen aan windturbines op de Noordzee.

Hiervoor wordt momenteel een integrale studie uitgevoerd door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), waarvan de resultaten pas medio 2025 bekend worden. Deze effecten zijn daarom niet nader gekwantificeerd.

18.3.2 Ecologie

In het nog niet gepubliceerde KEC 5.0 is het internationale referentiescenario tot 2033 doorgerekend. Dit is in totaal 123 GW. Het internationale scenario in de planperiode van de partiele herziening wordt vooral bepaald door concreet geformuleerde plannen voor [Duitsland](#). Daarin wordt voor de periode tussen 2030 en 2040 een uitbreiding van (omgerekend) 20-22 GW beschreven, waarvan 4 GW in de Oostzee. De Britse dataset betreft alle huidige overeenkomsten voor offshore windparken in de pre-plannings-, plannings-, bouw- en operationele fasen. De windparken die al in de operationele fase zitten dragen uiteraard niet meer bij als cumulerend project, aangezien die reeds in de referentiesituatie zijn opgenomen. Voor de soorten waarvan in KEC 5.0 (referentiescenario) is bepaald dat deze richting de ecologische grenzen gaan of daaroverheen gaan, zullen significant negatieve effecten in cumulatie met het internationale scenario voor de partiele herziening niet uit te sluiten zijn.

Vogels

Zoals in het voorgaande hoofdstuk al aangegeven is uit het ecologisch onderzoek gebleken dat de broedvogels uit alle kolonies in de beschermde gebieden in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk de drie plangebieden (Lageland, Doordewind en zoekgebied 6/7) niet bereiken. Er is dus geen sprake van een grensoverschrijdend effect (zie ook hoofdstuk 17). Daarmee zijn ook cumulatieve effecten op de betreffende populaties van broedvogels uitgesloten.

Voor **niet-broedvogelsoorten** is mogelijk sprake van cumulatieve effecten vanwege aanvaringen, verstoring en barrièrewerking. Voor de soorten waarvan in KEC 5.0 (referentiescenario) is bepaald dat deze richting de ecologische grenzen gaan of daaroverheen gaan, zullen significant negatieve effecten in cumulatie met de internationale ontwikkeling van wind op zee voor de partiële herziening niet uit te sluiten zijn. Op dit moment zijn deze effecten niet nader kwantificeerbaar, daarom wordt nader onderzoek en een gefaseerde aanpak aanbevolen (zie paragraaf 19.8.4).

Vleermuizen

Voor diverse soorten vleermuizen zijn Natura 2000-gebieden aangewezen. In Nederland is dat alleen gebeurd voor de soorten meervleermuis, ingekorven vleermuis en vale vleermuis. Geen van deze soorten trekt over of foerageert verder dan 10 km boven de Noordzee. Daarnaast kunnen andere soorten, met name ruige dwergvleermuis en rosse vleermuis, waarvoor in één of meer Natura 2000-gebieden buiten Nederland IHD's gelden, het plangebied doorkruisen tijdens de seizoenstrek.

Uit de effectbeoordeling is gebleken dat aanvaringsslachtoffers kunnen vallen onder trekkende vleermuizen. Dit risico wordt met name verwacht voor Lageland, omdat het mogelijk op de trekroute tussen het Verenigd Koninkrijk en het Europese vasteland en de Baltische Staten en Scandinavië ligt. Vanwege de west/zuidwestelijke oriëntatie van de migratie van ruige dwergvleermuizen, en de aanwezige routes langs de Duitse en Nederlandse kust (Bach et al. 2022), is het aannemelijk dat de migratieroutes meer ten zuiden van zoekgebied 6/7 en Doordewind liggen. Cumulatieve effecten met de Duitse windparken worden om die reden ook niet voorzien. Een deel van de toekomstige Britse windparken ligt echter wel in dezelfde lijn, waardoor cumulatieve effecten op trekkende vleermuizen niet op voorhand uit

te sluiten zijn. Er is echter nog onvoldoende informatie over dichtheden en trekroutes om hier nadere uitspraken over te kunnen doen.

Zeezoogdieren

Zoals hiervoor aangegeven zijn significante effecten op de bruinvispopulatie als gevolg van verstoring door onderwatergeluid voor de combinatie van gebieden van de PH niet uit te sluiten, en daarmee ook niet op de Natura 2000-gebieden die voor deze soort zijn aangewezen. In cumulatie met de windparkambities in de buurlanden zal dit ook niet het geval zijn. Daarbij spelen er nog verschillende leemten in kennis en wordt nader onderzoek en een gefaseerde aanpak aanbevolen (zie paragraaf 19.8.4).

18.3.3 Scheepvaart

Voor scheepvaart geldt dat schepen op internationale routes langs windparken in nieuwe gebieden in de buurlanden moeten gaan varen en dit een verschuiving kan geven van scheepvaartintensiteiten. Dergelijke verschuivingen zijn in het kader van de effectinschattingen voor scheepvaart al meegenomen, omdat in de gehanteerde rekenmodellen scheepvaartintensiteiten zijn gehanteerd op basis van Nederlandse, Duitse en Deense planvorming. Dit is onderzocht in een *Internationale Formal Safety Assessment* (FSA) die Duitsland, Denemarken en Nederland gezamenlijk hebben uitgevoerd. Een mogelijke afsluiting van de SN17 in Duitsland zal de bereikbaarheid beïnvloeden. Experts adviseren om zeker in dat geval zoekgebied 6/7 in te richten met een open zone. Aangezien het Nederlandse voornemen zich concentreert aan de Duitse grens, is er minder interactie met toekomstige Britse windparken. Er is vooralsnog geen aanwijzing voor mogelijke knelpunten door cumulatie met windparken binnen de Britse EEZ.

18.3.4 Helikopterbereikbaarheid

Bij het inschatten van de effecten op helikopterbereikbaarheid is de aanname geweest dat aan Duitse zijde windparken worden geplaatst, zodat mogelijke toekomstige mijnbouwplatforms in het noordoosten van zoekgebied 6/7 niet vanuit de westzijde zijn te bereiken. Daarom zijn cumulatieve effecten van Duitse windparken al verdisconteerd.

18.3.5 Energieopbrengst: Zogeeffecten

Hoe meer windturbines er op de Noordzee verschijnen, hoe meer windafvang potentieel plaatsvindt (zogeeffect; Baas et al. 2023). RVO voert momenteel een onderzoek uit naar de verwachte cumulatieve effecten van windafvang op de Noordzee, inclusief de invloed van internationale windparken in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk. De resultaten van deze studie worden medio 2025 verwacht. Deze effecten zijn daarom niet nader gekwantificeerd.

Kader 18.2 Cumulatieve effecten met overige activiteiten: scheepvaart en medegebruik windparken

Scheepvaart vindt al in zoekgebied 6/7 plaats. Er varen weinig schepen per dag (circa 10). Door de aanleg van windparken in zoekgebied 6/7 zal de scheepvaart enigszins worden geconcentreerd in het midden van het gebied, naar de open zone. Tegelijk varen deze schepen hier nu al, en kan hier dus alleen een lichte verhoging van de scheepvaartintensiteit plaatsvinden. Gezien de zeer geringe intensiteit is het verwachte effect echter nihil.

Het is nog onduidelijk of en op welke wijze er **medegebruik** (aquacultuur/zeewierkweek, opwek duurzame energie (anders dan windturbines), actief natuurherstel en passieve visserij) in de windparken gaat plaatsvinden. Dit wordt dan ook niet meegenomen in de cumulatie.

19 Conclusies windenergie

19.1 Partiële herziening – ruimte voor windenergie reserveren

Opgave voor de PH is het vinden van ruimte voor tenminste 23-26 GW windenergie, omdat hier de ambitie van 50 GW in 2040 mee in zicht komt. Daarvoor worden drie gebieden beschouwd: zoekgebied 6/7, Doordewind en Lageland. Per gebied zijn er verschillende mogelijkheden voor de aanwijzing van ruimte voor windenergie, uitgedrukt in aantal GW per gebied. De verschillende aantallen GW tellen op tot het totaal aantal GW waarvoor ruimte zal worden aangewezen. Hierover vindt een integrale (politieke) afweging plaats, waarbij rekening is te houden met de ruimtebehoefte van andere belanghebbenden in de beschouwde gebieden, en met mogelijke (milieu)effecten die zijn beschreven in dit plan-MER. In dit hoofdstuk worden de conclusies ten aanzien van de milieueffecten per thema gepresenteerd.

Hieronder is tevens de samenvattende effectbeoordeling in tabel opgenomen, met daarin alle beoordeelde aspecten. Voor enkele aspecten, zoals waterstofproductie op zee en energie-infrastructuur, zijn in dit plan-MER wel mogelijke effecten besproken maar is geen beoordeling gegeven omdat daarvoor nog te weinig bekend is qua techniek, ligging en/of potentieel effect. In het geval van mijnbouw zijn wel mogelijke effecten op helikopterbereikbaarheid ingeschat maar is evenmin een beoordeling gegeven. Het is namelijk niet mogelijk om van nog niet bestaande platforms te beoordelen wat de omvang van het effect van eventuele verminderde helikopterbereikbaarheid is.

Er zijn twee afzonderlijke tabellen opgenomen: voor zoekgebied 6/7 (Tabel 19.1) en voor Lageland, Doordewind (Tabel 19.2). Voor Doordewind zijn twee varianten beschouwd: +2 GW en +4 GW. In de tweede optie zal het volledige gebied nodig zijn.

Tabel 19.1 Effectbeoordeling milieuaspecten zoekgebied 6/7

	Fase	Uitersten		Getrechterde varianten		
Aspect	Wanneer treedt effect op?	Uiterste met minste effect	Uiterste met meeste effect	Meest brede open zone (~19 GW)*	Bredere open zone (~20 GW)*	Basis open zone (~21 GW)*
Ecologie (zeevogels – aanvaringen)	Gebruiksfase	Visserij -	Windenergie ---	0/-	-	--
Ecologie (zeevogels – habitatverlies)	Gebruiksfase	Visserij -	Windenergie ---	-	-	--
Ecologie (zeevogels – barrièrewerking)	Gebruiksfase	Natuur -	Windenergie ---	-	-	--
Ecologie (trekvogels – aanvaringen)	Gebruiksfase	Visserij 0/-	Windenergie --	0/-	0/-	-
Ecologie (vleermuizen)	Gebruiksfase	Visserij 0/-	Windenergie -	0/-	0/-	0/-
Ecologie (troebelheid en algengroei)	Gebruiksfase	Visserij 0/-	Windenergie -	0/-	0/-	0/-
Ecologie (bodemiauna)	Aanlegfase	Visserij 0/-	Windenergie -	0/-	-	-

	Fase	Uitersten		Getrechterde varianten		
Aspect	Wanneer treedt effect op?	Uiterste met minste effect	Uiterste met meeste effect	Meest brede open zone (~19 GW)*	Bredere open zone (~20 GW)*	Basis open zone (~21 GW)*
	Gebruiksfase	Visserij 0	Windenergie n/a	0	0	0
Ecologie (vissen)	Aanlegfase	Visserij 0/-	Windenergie 0/-	0/-	0/-	0/-
Ecologie (bruinvissen)	Aanlegfase	Visserij -	Windenergie --	-	-	-
Ecologie (zeehonden)	Aanlegfase	Visserij 0	Windenergie 0	0	0	0
Scheepvaart (veiligheid)	Gebruiksfase	Uiterste combinatie-variant minste windenergie 0/-	Windenergie --	0/-	n/a	-
Scheepvaart (bereikbaarheid) - routegebonden	Gebruiksfase	Uiterste combinatie-variant minste windenergie 0/-	Windenergie --	0/-	n/a	0/-
Scheepvaart (bereikbaarheid) - niet routegebonden	Gebruiksfase	Uiterste combinatie-variant minste windenergie 0/-	Windenergie --	0/-	n/a	-
Mijnbouw, helikopter-bereikbaarheid**	Gebruiksfase	Uiterste combinatie-variant minste windenergie***	Uiterste combinatie-variant meeste windenergie***	***	n/a	***
Visserij (boomkorvisserij op tong en schol)	Gebruiksfase	Visserij -	Windenergie -	-	n/a	-
Visserij (bordenvisserij op langoustine)	Gebruiksfase	Visserij 0/-	Windenergie --	0/-	n/a	0/-
Energie-opbrengst	Gebruiksfase	Uiterste combinatie-variant minste windenergie +	Windenergie +++	+++	n/a	+++
Vermeden emissies	Gebruiksfase	Uiterste combinatie-variant minste windenergie +	Windenergie +++	+++	n/a	+++
Cultureel Erfgoed – bekende archeologische waarde****	Aanlegfase	0/-	0/-	0/-	n/a	0/-

	Fase	Uitersten		Getrechterde varianten		
Aspect	Wanneer treedt effect op?	Uiterste met minste effect	Uiterste met meeste effect	Meest brede open zone (~19 GW)*	Bredere open zone (~20 GW)*	Basis open zone (~21 GW)*
Cultureel erfgoed – te verwachten archeologische waarde****	Aanlegfase	0/-	0/-	0/-	n/a	0/-

* Er zijn in totaal 8 getrechterde varianten voor zoekgebied 6/7 beschouwd, in drie groepen. Alleen voor de natuuraspecten is gekeken naar de verschillen tussen deze 8 getrechterde varianten. Bij de andere aspecten is alleen de bandbreedte in beeld gebracht door alleen de getrechterde varianten met het minste en het meeste aantal GW te beschouwen. Voor natuur bieden de verschillen tussen de getrechterde varianten namelijk inzicht in welke delen van het gebied meer/minder effecten zijn te verwachten. Voor de andere aspecten zijn de verschillen tussen de verschillende varianten te klein voor het abstractieniveau van dit plan-MER.

** voor mijnbouw helikopterbereikbaarheid geldt dat nog geen beoordeling is gemaakt, omdat de meeste platforms nog niet bestaan en nog niet is vastgesteld wat de bereikbaarheidsbehoefte van ieder platform zal zijn.

*** De uiterste combinatievariant met het minste windenergie geeft het minste effect, de uiterste combinatievariant met de meeste windenergie het meeste. De uitgevoerde analyse laat geen verschil zien tussen de bereikbaarheid bij getrechterde varianten. In deze varianten wordt rekening gehouden met een onzekerheid over de ruimte rondom de (mogelijk toekomstige) platforms die vrij van obstakels wordt gehouden. De omgang met deze ruimte heeft wel invloed op de bereikbaarheid. Als sprake is van 5 NM obstakelvrije zone rondom platforms neigen de effecten meer naar het de uiterste combinatievariant met het minste windenergie. Als sprake van 2,5 NM obstakelvrije ruimte zijn er meer gevolgen voor de bereikbaarheid te verwachten. In welke mate de bereikbaarheid daarmee vermindert hangt af van de toepasbaarheid van ruimtebesparende vliegprocedures waar nog onderzoek naar plaats vindt.

**** Voor dit aspect is de beoordeling voor de verschillende uitersten niet onderscheidend, er worden daarom geen verschillende uitersten weergegeven in de tabel.

Tabel 19.2 Effectbeoordeling milieuaspecten Lageland en Doordewind

Aspect	Wanneer treedt effect op?	Lageland	Doordewind	
	Fase	(2 GW)	(+2GW)	(+4GW)
Ecologie (zeevogels – aanvaringen)	Gebruiksfase	0/-	0/-	-
Ecologie (zeevogels – habitatverlies)	Gebruiksfase	0/-	0/-	-
Ecologie (zeevogels – barrièrewerking)	Gebruiksfase	0	0	0
Ecologie (trekvogels – aanvaringen)	Gebruiksfase	0/-	0/-	0/-
Ecologie (vleermuizen)	Gebruiksfase	0/-	0/-	0/-
Ecologie (troebelheid en algengroei)	Gebruiksfase	0	-	-
Ecologie (bodemfauna)	Aanlegfase	-	0/-	0/-
	Aanlegfase	0/-	0/-	0/-
Ecologie (vissen)	Gebruiksfase	0	0/-	0/-
	Gebruiksfase	0	0/-	0/-
Ecologie (bruinvissen)	Aanlegfase	0/-	0/-	0/-
Ecologie (zeehonden)	Aanlegfase	0/-	0	0
Scheepvaart (veiligheid)	Gebruiksfase	-	0/-	0/-
Scheepvaart (bereikbaarheid) – routegebonden	Gebruiksfase	0	0	0

Aspect	Wanneer treedt effect op?	Lagelander	Doordewind	
	Fase	(2 GW)	(+2GW)	(+4GW)
Scheepvaart (bereikbaarheid) - niet routegebonden	Gebruiksfase	0/-	0/-	0/-
Mijnbouw*	Gebruiksfase	n/a	n/a	n/a
Visserij (boomkorvisserij op tong en schol)	Gebruiksfase	0/-	-	-
Visserij (bordenvisserij op langoustine)	Gebruiksfase	0	0	0
Energieopbrengst	Gebruiksfase	+	+	+
Vermeden emissies	Gebruiksfase	+	+	+
Cultureel erfgoed – bekende archeologische waarde	Aanlegfase	0/-	0/-	0/-
Cultureel erfgoed – te verwachten archeologische waarde	Aanlegfase	0/-	0/-	0/-

* voor mijnbouw is geen beoordeling gemaakt, aangezien voor Lagelander geen 2 GW-kavel is te identificeren en bij Doordewind dat kwantitatieve bereikbaarheidsanalyses reeds onderdeel uitmaken van de uitwerking van de Routekaart 21 GW (de referentie).

19.2 Ecologische effecten

19.2.1 Effecten zoekgebied 6/7

Er heeft een uitgebreide ecologische beoordeling plaatsgevonden van de te verwachten effecten. De beoordeelde getrechterde varianten zijn geschikt voor een opgesteld vermogen tussen de circa 19 en 21 GW. De te verwachten effecten zijn omgeven door relatief grote onzekerheden, omdat er nog een aantal zaken onbekend zijn. De volgende conclusies kunnen nu wel worden getrokken op basis van de ecologische beoordeling:

- Voor beschermde zeevogelsoorten (o.a. jan-van-gent, , zeekoet, grote jager) worden effecten verwacht als gevolg van aanvaring, habitatverlies en barrièrewerking. Zoekgebied 6/7 is van relatief groot belang voor deze soorten zeevogels die buiten het broedseizoen vanuit de broedkolonies in het noorden van het Verenigd Koninkrijk zich over de gehele Noordzee verspreiden;
- Het nabijgelegen Natura 2000-gebied Friese Front is onder de Vogelrichtlijn (VR) aangewezen voor bescherming van de zeekoet. Mogelijk wordt het KRM-gebied Centrale Oestergronden ook aangewezen voor de zeekoet. Zoekgebied 6/7 ligt tussen deze gebieden, en daarom zijn mogelijke effecten van barrièrewerking voor onder andere de zeekoet van specifiek belang;
- Uit recent onderzoek blijkt dat er sprake is van een groter vogelconcentratiegebied in het Noordelijk deel van het NCP voor alk, zeekoet en grote mantelmeeuw. Momenteel wordt onderzocht of er sprake is van deelgebieden waar vogels min of meer consistent in ruimte en tijd gebruik van maken. Deze nieuwe informatie zal worden benut bij aanwijzing van nieuwe VR-gebieden en is van belang voor de geadviseerde aanpak in fases bij verdere gebiedsuitwerking van Gebied 6/7;
- Het aanhouden van een open zone in zoekgebied 6/7 mitigeert negatieve effecten op vogels (hoewel niet volledig) doordat daarmee de mate van barrièrewerking wordt verminderd, en omdat er door minder windparken minder sprake zal zijn van habitatverlies en aanvaringen. Nader onderzoek is nodig naar de omvang van een open zone die in voldoende mate deze effecten mitigeert. Zie ook de conclusies en aanbevelingen;

- Voor zeezoogdieren (bruinvissen) worden effecten van verstoring tijdens aanleg verwacht. In zoekgebied 6/7 zijn gemiddeld iets meer bruinvissen per km² aanwezig dan in de andere twee gebieden. Het beschikbare aantal bruinvisverstoringsdagen voor het Nederlands Continentaal Plat (NCP) wordt voor alle getrechterde varianten van zoekgebied 6/7 overschreden, waardoor dit kan leiden tot een afname van de populatie (berekeningen gebaseerd op de huidige inzichten). Voor zeehonden is het gebied vanwege de noordelijke ligging en de grote afstand tot de kust van minder belang;
- Voor vleermuizen is het aannemelijk dat zoekgebied 6/7 vanwege de noordelijke ligging en de grote afstand tot de kust van minder belang is;
- Omdat zoekgebied 6/7 in een deel van de Noordzee ligt waar het water 's zomers niet volledig mengt (stratificeert) is het gebied gevoelig voor destratificatie-effecten. Dit kan leiden tot veranderingen in de timing en omvang van de algengroei. Door een aaneengesloten deel van het gebied vrij te houden van windturbines, zullen deze effecten kleiner zijn. Daarbij geldt: hoe groter de open zone, hoe kleiner het effect. Het is onbekend in welke mate destratificatie-effecten doorwerken in het voedselweb;
- Het gebied is voor zover nu bekend niet van bijzondere betekenis voor beschermde vissoorten of soorten die op grond van hun plaats in het voedselweb van belang zijn. Voor de meeste soorten zijn de te verwachten effecten op populatieniveau daarom waarschijnlijk beperkt. Eventuele effecten van door kabels gegenereerde elektromagnetische velden zijn (nog) onbekend, maar zouden vanwege de omvang van het gebied voor onder andere haaien en roggen een rol kunnen spelen;
- In het relatief slibrijke middendeel van zoekgebied 6/7 bevindt zich een waardevolle, soortenrijke bodemdiergemeenschap (met een aantal voor het Nederlands continentaal plat zeldzame soorten zoals de Noordkromp), die is aangepast aan de gestratificeerde omstandigheden in de zomer. Voor de nu niet voorkomende platte oester(banken) zijn de vestigingsmogelijkheden goed.

Verskil geen open zone, basis open zone en meest brede open zone

Het instellen van een open zone is met name voor het beperken van ecologische effecten positief. Het *uiterste voor windenergie*, waarbij het gehele gebied is gevuld met windturbines, scoort (waar beoordeeld) altijd gelijk of slechter dan de varianten waarbij een open zone is meegenomen. Bij de getrechterde varianten is de *Meest brede open zone* het minst ongunstig t.a.v. effecten van habitatverlies en barrièrewerking (zeekoet, jan-van gent). Specifieke aandachtspunten: een gebiedsindeling met een bredere toegang tot de open zone aan de noordwestkant en een ononderbroken zichtlijn richting het zuidoosten zal de positieve werking van een open zone versterken, dat wil zeggen tot minder negatieve effecten leiden.

19.2.2 Effecten Lagelander

De belangrijkste conclusies ten aanzien van de ecologische effecten van Lagelander zijn:

- In vergelijking met zoekgebied 6/7 en Doordewind is dit gebied van minder specifieke betekenis voor zeevogels. Mede vanwege de beperkte omvang van het gebied zullen effecten als gevolg van aanvaringen, vermijding (habitatverlies) en barrièrewerking op vogelpopulaties waarschijnlijk beperkt zijn; Het gebied ligt nabij het N2000-gebied Friese Front en effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de zeekoet zijn niet uit te sluiten. Enig negatief effect in de vorm van verstoring van bruinvissen (tijdens aanleg) is te verwachten. Voor zeehonden zijn de te verwachten effecten zeer beperkt.
- Vanwege de ligging van Lagelander tussen het Nederlandse vasteland en het Verenigd Koninkrijk zou het gebied van enige, zij het beperkte, betekenis voor migrerende vleermuizen (m.n. ruige dwergvleermuis) kunnen zijn;

- Te verwachten effecten op algengroei en vertroebeling (ecosysteemeffecten) zijn zeer beperkt gezien de grootte van het gebied en de reeds in de referentiesituatie aanwezige dynamiek;
- Het gebied onderscheidt zich niet van andere zandige gebieden in de Noordzee en is niet van bijzondere betekenis voor bodemfauna. Effecten op bodemfauna zijn daarom waarschijnlijk beperkt, zowel als gevolg van verstoring/vernietiging tijdens de aanleg als door mogelijke habitatverandering;
- In Lageland maakt de zandspiering gebruik van de zandige bodems om te paaïen. Het effect op deze soort is naar verwachting minimaal omdat er voldoende habitat beschikbaar blijft tussen de windturbines om de gemeenschap intact te houden. Verder is het gebied niet van bijzondere betekenis voor beschermde vissoorten of soorten die op grond van hun plaats in het voedselweb van belang zijn en de te verwachten effecten op populatieniveau zijn daarom waarschijnlijk beperkt.

19.2.3 Effecten Doordewind

Voor Doordewind kunnen de volgende conclusies worden getrokken ten aanzien van ecologische effecten:

- Te verwachten ecologische effecten op beschermde/kwetsbare zeevogelsoorten zijn effecten van aanvaring en habitatverlies. In dit gebied zijn vooral de soorten zeekoet en kleine mantelmeeuw relevant;
- Voor gebied Doordewind is een verhoogde aanwezigheid van zeekoeten te verwachten. Daarom verdient het bepalen van effecten op de zeekoetpopulatie (door habitatverlies) speciale aandacht, ook in relatie tot de nabijheid van het N2000-gebied Friese Front. Dit zal in het vervolgtraject moeten worden uitgezocht. Barrièrewerking is i.v.m. de omvang en ligging van dit gebied niet van belang;
- Voor zeezoogdieren (bruinvissen) worden effecten van verstoring tijdens aanleg verwacht;
- Het is aannemelijk dat gebied Doordewind vanwege de noordelijke ligging en de grote afstand tot de kust voor zeehonden van ondergeschikt belang is. Effecten zijn daarom zeer beperkt.
- Voor vleermuizen is aangenomen dat het gebied vanwege de noordelijke ligging van ondergeschikt belang is, maar dit is een op expert inschatting gebaseerde aanname;
- De zeebodem in Doordewind is iets slibrijker dan in Lageland (maar minder slibrijk dan het middendeel van zoekgebied 6/7). Uit de modelresultaten blijkt dat ecosysteemeffecten zoals vertroebeling en een reductie in algengroei zijn te verwachten. Dit effect wordt mogelijk mede veroorzaakt door windparken in de aangrenzende Duitse Noordzee;
- Het gebied is niet van bijzondere betekenis voor beschermde vissoorten of soorten die op grond van hun plaats in het voedselweb van belang zijn en effecten op populatieniveau zijn daarom niet te verwachten. Het gebied is geschikt als leefgebied voor platte oester(banken), maar deze komen daar nu niet voor.

19.3 Visserij effecten

19.3.1 Effecten zoekgebied 6/7

Voor zoekgebied 6/7 zijn de volgende conclusies te trekken ten aanzien van de effecten op visserij.

Daarbij wordt onderscheidt gemaakt tussen de bordenvisserij en boomkorvisserij:

- Met een gemiddelde jaarlijkse aanlandwaarde van de vangst van € 330 per km² representeert zoekgebied 6/7 een relatief lagere waarde dan de gebieden Doordewind en Lageland. Het gebied is echter groot en daarmee in zijn geheel goed voor een gemiddelde jaarlijkse aanlandwaarde van circa €1,5 miljoen. Er zijn grote verschillen in benutting van het gebied door verschillende visserijtypen;

- Voor Urk, de visserijregio waarvoor het gebied het belangrijkste is, vertegenwoordigt zoekgebied 6/7 ongeveer 1,3% van de lokale aanlandwaarde van de Urker kottervloot (uit de hele Noordzee, inclusief de wateren van buurlanden);
- Voor boomkorvisserij op tong en schol is zoekgebied 6/7 van gering belang. Zoekgebied 6/7 in zijn geheel representeert 0,5% van de totale jaarlijkse aanlandwaarde van tong (hele Noordzee, inclusief uit wateren van buurlanden).
- Voor de bordenvisserij op langoustine is zoekgebied 6/7 echter wel van bijzonder belang. De jaarlijkse aanlandwaarde van langoustine (uit geheel zoekgebied 6/7) bedraagt circa € 0,8 miljoen, wat 7,9% van de totale aanlandwaarde van langoustine (hele Noordzee) representeert. Dit percentage is zo hoog omdat langoustines alleen in geconcentreerde en specifieke leefgebieden voorkomen en de visserij daarom zeer locatiegebonden is. Met name het midden van zoekgebied 6/7 is zo'n specifiek gebied voor de langoustinevisserij: hier is het slibrijker en dieper. Indien dit middengebied (deels) open gehouden wordt, kan langoustinevisserij daar blijven plaatsvinden. De omvang van het effect van windparken op de langoustinevisserij hangt af van de vorm, locatie en grootte van een dergelijke open zone.
- Het effect op de boomkorvisserij in zoekgebied 6/7 is voor de uitersten en voor alle getrechterde varianten vergelijkbaar met een potentieel waardeverlies tussen € 485.000 en € 593.000. De verschillen zijn klein, doordat de boomkorvisserij vooral in het oostelijk deel plaatsvindt, waar in alle varianten windparken voorzien zijn. Het effect op de borden(langoustine)visserij verschilt sterker (tussen € 100.000 en € 792.000) tussen de meest gunstige getrechterde variant (meest brede open zone) en het *uiterste voor windenergie*.

Verskil geen open zone, basis open zone en meest brede open zone

In vergelijking met het *uiterste voor windenergie*, wordt bij de getrechterde varianten van zoekgebied 6/7 een zone, waar de langoustinevisserij zich concentreert, vrijgehouden van windparken, waarmee de potentiële impact op de langoustinevisserij (groten)deels wordt voorkomen. In hoeverre effecten op de langoustinevisserij kunnen worden beperkt, hangt af van de vorm, locatie en grootte van deze open zone. Door het aanhouden van een open zone in zoekgebied 6/7 zal het effect op de langoustinevisserij sterk worden beperkt. In de variant met een basis open zone blijft circa 70% van de langoustinevisserij in zoekgebied 6/7 behouden; in de variant met de meest brede open zone circa 85%.

19.3.2 Effecten Lagelander

Ten aanzien van de effecten op visserij kan voor het gebied Lagelander het volgende worden geconcludeerd:

- Lagelander kent met een gemiddelde jaarlijkse aanlandwaarde van € 887 per km² het midden tussen Doordewind en zoekgebied 6/7;
- De belangrijkste vorm van visserij is de boomkorvisserij op tong en schol. Activiteit van bordenvisserij op langoustine is nihil in dit gebied;
- De ruimte die nodig is voor realisatie van 2 GW (200 km²) representeert circa € 178.000, oftewel 0,20% van de totale jaarlijkse aanlandwaarde van de boomkorvisserij (hele Noordzee, inclusief uit wateren van buurlanden).
- Voor de regio Kop van Noord-Holland, is het gebied relatief het belangrijkste, met een relatief groter aandeel van de lokale aanlandwaarde van de lokale boomkorvloot. Tegelijkertijd wordt opgemerkt dat recent de aanlandingen uit dit gebied zijn afgenomen in vergelijking met eerdere jaren. Dat kan (deels) te maken hebben met saneringen van schepen in de kop van Noord-Holland die vooral in dit gebied actief waren.

19.3.3 Effecten Doordewind

Ten aanzien van de effecten op visserij kan voor Doordewind het volgende worden geconcludeerd:

- Doordewind is met een gemiddelde jaarlijkse aanlandwaarde van € 2.293 per km² relatief waardevoller dan Lageland en zoekgebied 6/7.
- De belangrijkste visserij is de boomkorvisserij op tong en schol. De jaarlijkse aanlandwaarde van de boomkorvisserij corresponderend met 200 of 400 km² (voor de realisatie van respectievelijk 2 of 4 GW) bedraagt circa € 446.000 - € 891.000 oftewel 0,39 - 0,78% van de totale aanlandwaarde van de boomkorvisserij uit de gehele Noordzee (inclusief uit wateren van buurlanden).
- Bordenvisserij op langoustine vindt slechts in zeer beperkte mate plaats.
- Urk is het meest afhankelijk van dit gebied met relatief het grootste aandeel van aanlandingen uit dit gebied op de lokale aanlandwaarde van de boomkorvloot.
- Het al eerder aangewezen deel van Doordewind is relatief waardevoller dan het aanvullende deel Doordewind (west). Een keuze voor +2 GW is gunstiger voor de visserij dan een keuze voor +4 GW en kan mogelijk nog extra gunstig uitpakken als een 2 GW-kavel meer naar het westen wordt geplaatst.
- Het al eerder aangewezen deel van Doordewind is relatief waardevoller dan het aanvullende deel Doordewind (west). Een keuze voor +2 GW heeft minder gevolgen voor de visserij dan een keuze voor +4 GW en kan mogelijk nog minder effect hebben als een 2 GW-kavel meer naar het westen wordt geplaatst.

19.4 Scheepvaart effecten

Voor de beoordeling van effecten op scheepvaart is gekeken naar twee aspecten: de bereikbaarheid voor scheepvaart, voor zowel routegebonden verkeer als niet routegebonden verkeer, en naar effecten op de scheepvaartveiligheid. Om kwantitatieve uitspraken te kunnen doen over scheepvaartveiligheid zijn modelberekeningen gemaakt voor de kans op scheepvaartincidenten. Deze zijn aangevuld met kwalitatieve expert judgement. Bereikbaarheid is alleen kwalitatief beschouwd. De kans op scheepvaartincidenten is berekend per windenergiegebied (Lageland, Doordewind, zoekgebied 6/7 en de gebieden in de referentie) en cumulatief voor de beschouwde gebieden in dit plan-MER. Omdat de beschouwde gebieden sterk in omvang verschillen, is ook een relatieve vergelijking gemaakt van de kans op aanvaringen/aandrijvingen per individuele windturbine. Daarmee wordt inzichtelijk gemaakt hoe de effecten per gebied zich verhouden en hoe de aanvaringskans moet worden gezien in het licht van andere windparken op zee die al onderdeel zijn in de referentiesituatie. Hieronder zijn per gebied de effecten samengevat.

Kader 19.1 Context: totale effecten op de Noordzee

Op basis van de cumulatieve berekeningen neemt, afhankelijk van de invulling van zoekgebied 6/7, het aantal modelmatig berekende totaal aantal incidenten met 0,114 – 0,257 incidenten per jaar toe. Het aantal windturbines is daarbij sterk bepalend. Zoekgebied 6/7 kent de laagste aanvaring/aandrijvingskans per individuele windturbine van alle windenergiegebieden op de Noordzee. Aangezien het relatief groot is, is er geen sprake van “versnipperde” windparken en de noordelijke Noordzee zijn de scheepvaartintensiteiten relatief laag in vergelijking met de zuidelijke Noordzee.

19.4.1 Effecten scheepvaartveiligheid zoekgebied 6/7

Veiligheidsrisico's in het gebied worden vooral veroorzaakt doordat aan de zuidzijde van het gebied sprake is van relatief lange contourlijnen langs drukke scheepvaartroutes. Door de grootte van het gebied

is sprake van enige verdrukking van met name niet routegebonden verkeer naar omliggende scheepvaartroutes, met name in het geval er geen open zone is. Bestemmingsverkeer in windpark legt redelijk lange tot lange afstanden af in het windpark langs windturbines, wat de kans op een aanvaring vergroot. De grootte van het gebied kan SAR-operaties bemoeilijken. In vergelijking met Lageland en Doordewind heeft het installeren van windparken in zoekgebied 6/7 per GW minder gevolgen voor de scheepvaart. Dat geldt ook als zoekgebied 6/7 wordt vergeleken met andere windturbineparken op de Noordzee in de referentiesituatie. Bij aanwijzing van zoekgebied 6/7 met open zone is ongeveer 100% meer windturbinecapaciteit te realiseren, terwijl het aantal incidenten met schip-turbine aanvaringen/aandrijvingen met minder dan 20% toeneemt.

Verskil geen open zone, basis open zone en meest brede open zone

Het berekende aantal incidenten bij een gesloten zoekgebied 6/7 (windturbines in het gehele gebied) is 0,1658 per jaar. Bij een gebiedsindeling met een open zone varieert dit aantal van 0,0522 (*uiterste combinatievariant met minste windenergie*) tot 0,1009 (variant die vergelijkbaar is met *Basis open zone*). Dat komt met name doordat er bij een volledige invulling van zoekgebied 6/7 aanzienlijk meer windturbines zijn, en omdat er bij volledige invulling meer windturbines langs drukbevaren scheepvaartroutes staan. De effecten op scheepvaartveiligheid worden daarom minder negatief beoordeeld in varianten met een open zone dan zonder open zone, mits deze zone voldoende ruimte biedt voor het instellen van een veilige *clearway*. In dat geval is de aanwezigheid van een open zone ook belangrijk voor de bereikbaarheid van zowel routegebonden als niet routegebonden verkeer.

19.4.2 Effecten Lageland

Er is sprake van hoge scheepvaartintensiteiten rondom dit gebied. De invulling van Lageland met windparken levert een belemmering op voor oost-west gaand scheepvaartverkeer, verlies van ruimte voor andere scheepvaartfuncties die nu in het gebied plaatsvinden (zoals driften). Bovendien wordt lokaal verkeer verdrongen naar scheepvaartroutes in het drukste deel van de Noordzee, wat risico verhogend werkt. Per windturbine is in dit gebied het veiligheidsrisico hoger dan bij zoekgebied 6/7 en Doordewind (0,000243 berekende aantal incidenten per windturbine per jaar). Dit alles maakt dat windparken in Lageland relatief (per windturbine) meer effect hebben dan in de andere onderzochte gebieden.

19.4.3 Effecten Doordewind

Voor windenergiegebied Doordewind is het aanvaar- en aandrijfrisico relatief laag. Het aantal schip-turbine aanvaringen/aandrijvingen neemt bij dit windenergiegebied (bij aanvullend 4 GW) met circa 8% toe, terwijl de windturbinecapaciteit met bijna 20% toeneemt. Geadviseerd wordt om Doordewind (west) wel toe te voegen aan het gebied om een vloeiende overgang naar de Duitse windparken te realiseren. Hiermee wordt voorkomen dat de scheepvaart op "een muur" van windturbines in Duitsland vaart. Dit verhoogt de kans op ongevallen. Verdrukking van met name niet routegebonden verkeer naar omliggende scheepvaartroutes is redelijk beperkt.

19.4.4 Effecten scheepvaartbereikbaarheid

Voor niet routegebonden verkeer (recreatie, visserij, etc.) worden ten gevolge van windparken de keuzemogelijkheden ten aanzien van te nemen routes beperkt, zeker bij het grote zoekgebied 6/7 bij het *uiterste voor windenergie* zonder open zone. Met een open zone gelden deze beperkingen in mindere mate, maar zijn ze nog wel aanwezig. De windparken Lageland en Doordewind zijn veel kleiner in

vergelijking met zoekgebied 6/7 en hebben daarmee ook kleinere effecten ten aanzien van niet routegebonden scheepvaart.

19.5 Gevolgen voor mijnbouw

In en nabij de te onderzoeken gebieden voor windenergie liggen bestaande mijnbouwplatforms en is sprake van *prospects* (geïdentificeerde kansen) voor toekomstige mijnbouwactiviteiten, die kunnen leiden tot nieuwe platforms voor olie- en gasproductie en CO₂- en H₂-opslag. Afhankelijk van het type platform maken operators gebruik van helikopters voor transport van en naar het platform. De veilige bereikbaarheid per helikopter wordt onder andere beïnvloed door de beschikbare vrije ruimte om een platform. Wanneer windturbines worden gerealiseerd in de nabijheid van platforms kan dit een effect hebben op de helikopterbereikbaarheid van die platforms. Een te sterk gereduceerde bereikbaarheid kan gevolgen hebben voor de mate waarin de exploitatie van een platform rendabel is.

De benodigde mate van bereikbaarheid verschilt sterk, afhankelijk van het soort platform en de levensfase van de ontwikkeling. Daarover zijn op voorhand moeilijk uitspraken te doen, en het is zonder specifieke analyse van ieder afzonderlijk platform niet goed in te schatten wat het effect is van een verminderde bereikbaarheid. Daarnaast is er nog onzekerheid of *prospects* ook daadwerkelijk tot ontwikkeling komen. Daarom zijn in deze effectbepaling alleen de effecten op de helikopterbereikbaarheid ingeschat, maar is geen beoordelingsschaal toegepast.

To70 heeft een bereikbaarheidsanalyse uitgevoerd om voor gebied 6/7 het effect op helikopterbereikbaarheid kwantitatief in te schatten. Het gaat hier met name om mogelijke toekomstige platforms. Voor Lageland en Doordewind is dit alleen kwalitatief gedaan. Bij Lageland is de reden daarvoor dat zonder een exacte duiding van de locatie van een 2 GW-kavel binnen het gebied geen effecten op helikopterbereikbaarheid zijn in te schatten. Bij Doordewind zijn kwantitatieve bereikbaarheidsanalyses reeds onderdeel geweest van de uitwerking van de Routekaart 21 GW (de referentie).

Naast ruimte voor helikopterbereikbaarheid kan rondom (mogelijk toekomstige) CCS-platforms ruimte nodig zijn voor seismische monitoring van geïnjecteerde CO₂. In het plan-MER is deze benodigde ruimte benoemd, maar niet gekwantificeerd, en zijn hierop ook geen effecten bepaald. De benodigde ruimte is namelijk afhankelijk van de te hanteren techniek en van de vorm van het lege gasveld waarin CCS kan plaatsvinden.

19.5.1 Effecten zoekgebied 6/7

Bij de inschatting van het effect op offshore helikopterbereikbaarheid voor zoekgebied 6/7 is gekeken naar de toepasbaarheid van verschillende vliegprocedures per platform. Welke procedure inzetbaar is, hangt af van de zichtomstandigheden en de beschikbare ruimte rondom platforms, en kan ook nog afhangen van het type helikopter.

Voor de inschatting van effecten binnen zoekgebied 6/7 zijn 19 platforms beschouwd, voor het overgrote deel nog niet bestaande maar mogelijk toekomstige platforms. Daarbij is het verschil in bereikbaarheid voor en na realisatie van windturbines bepaald. De resultaten laten zien dat voor een goede bereikbaarheid van de platforms een open zone in zoekgebied 6/7 van belang is. Bij de getrechterde varianten heeft het verschil in de omvang van de open zone weinig effect op de helikopterbereikbaarheid.

Wel is de aangehouden ruimte om de platforms van belang. Bij een obstakelvrije ruimte met een straal van 2,5 NM is er minder ruimte voor helikopterbereikbaarheid, en meer ruimte voor windenergie, dan bij een straal van 5,0 NM.

Bij deze inschattingen zijn een aantal aannames gehanteerd die nog onzeker zijn. Aanname dat de zogenaamde Point in Space (PinS)-procedure op de Noordzee toepasbaar wordt, maar dit moet nog worden aangetoond. Andere aanname is dat bij een obstakelvrije zone van 5 NM rondom het platform, aangevuld met een open zone, sprake is van 95% bereikbaarheid, maar dit zou lager kunnen zijn bij de aangenomen windturbinehoogte. Er is dus kans dat het effect op de bereikbaarheid is onderschat. Voor meer precieze inschattingen is gedetailleerd maatwerkonderzoek per platform nodig (op het moment dat er al is) of als duidelijk is dat dit er komt (mogelijk toekomstig platform).

Verskil geen open zone, basis open zone en meest brede open zone

De keuze voor de breedte van een open zone in zoekgebied 6/7 heeft geen invloed op bovenstaande maatwerkonderzoeken. De onzekerheden rondom de mijnbouwontwikkelingen en de uitkomsten van de maatwerkonderzoeken zorgen wel voor een bandbreedte in haalbare GW's in de verschillende opties.

19.5.2 Effecten Lagelander

Lagelander kent een hoog activiteitsniveau voor mijnbouw; momenteel zijn 11 platforms aanwezig. Daarnaast zijn in en om het gebied kansen voor CCS. Wanneer in dit gebied windturbines worden gerealiseerd zullen vanwege de grote hoeveelheid platforms ook grote bereikbaarheidsverliezen ontstaan. Toekomstige realisatie van 2 GW aan windparken is alleen mogelijk via een intensief maatwerktraject met de betreffende mijnbouwoperators, waarin zowel helikopterbereikbaarheid (van bestaande en nieuwe platforms) als seismische monitoring bij CCS-opslag moeten worden meegenomen. Als dit slaagt, is er geen impact. Echter, het is op dit moment erg onzeker of dat lukt.

Bij CO₂-opslag kan monitoring nodig zijn van de geïnjecteerde CO₂. Afhankelijk van de toe te passen techniek hiervoor gaat dat gepaard met een aanzienlijke ruimtebehoefte, die zich niet goed laat combineren met windparken. Het gevolg van windparken kan zijn dat in dat geval andere meer kostbare monitoringstechnieken moeten worden toegepast. Indien ervoor gekozen wordt om windenergiegebieden aan te wijzen nabij bestaande of potentiële CCS-locaties is het zaak nadere afstemming te zoeken met de betreffende operators.

19.5.3 Effecten Doordewind

Bij Doordewind worden voor een bestaand platform maatwerkoplossingen onderzocht voor helikopterbereikbaarheid. De aanwijzing van DDW (west) zal de beschikbare ruimte in het totale gebied vergroten. Dat vergroot de beschikbare ruimte voor helikopterbereikbaarheid. De aanname is dat maatwerkoplossingen haalbaar en voor de betreffende mijnbouwoperator acceptabel zijn. Daarom is de impact op helikopterbereikbaarheid neutraal beoordeeld in geval van invulling met +2 GW, indien daarbij ook Doordewind (west) wordt benut. Dit maatwerk zal bij een invulling met +4 GW niet mogelijk zijn, en daarom is de impact daarvan wel negatief beoordeeld.

19.6 Energieopbrengst en vermeden emissies

Hierbij is gekeken naar het opgestelde vermogen (aantal GW) per gebied, de verwachte energieopbrengsten (GWh per jaar) en vermeden emissies (ton CO₂, NO_x en SO₂ per jaar). Daarnaast is

de Levelized Cost of Energy (LCoE) beschouwd omdat dit de rendabiliteit van een windpark ten opzichte van een referentiewindpark (IJmuiden Ver Alpha) aangeeft en daarmee relevant is voor de rendabiliteit.

19.6.1 Effecten zoekgebied 6/7

Voor zoekgebied 6/7 zijn de effecten van twee uitersten en de uiterste getrechterde varianten met het meeste en minste windenergie (*Basis open zone* nr.1 en *Meest brede open zone* nr 8) ingeschat. Het uiterste waarbij alle ruimte aan windenergie wordt gealloceerd (37,4 GW) is meer dan genoeg om aan de opgave voor deze PH te voldoen. Hiermee is jaarlijks 137.000 GWh op te wekken en wordt 58.200 ton CO₂ emissie vermeden.

Verskil geen open zone, basis open zone en meest brede open zone

In de uiterste getrechterde varianten is bij de meest brede open zone (nr 8) 19,1 GW en bij de basis open zone (nr 1) 21,6 GW te plaatsen. Met afronding naar minimale kavelgroottes van 0,5 GW wordt dit 18,5 resp. 21,5 GW. Bij groepering van de getrechterde varianten gaat het om ruimte tussen circa 19-21 GW. Dit komt in de richting van de opgave van minimaal 23-26 GW, waarbij nog wel andere ruimte nodig is, en waarbij ook nog onzekerheden gelden in relatie tot benodigde ruimte voor mijnbouw en natuur.

De energieopbrengsten zijn berekend voor de twee uiterste getrechterde varianten met het minste en het meeste windenergie en variëren maximaal van 70.700 GWh per jaar (meest brede open zone nr 8) tot 79.400 GWh per jaar (basis open zone nr 1). Deze energieopbrengsten corresponderen met een vermeden CO₂ emissies van 29.100 ton tot 33.700 ton. Het verschil in opgesteld vermogen tussen de twee uiterste getrechterde varianten is maximaal en niet afgerond circa 2,7 GW, en het verschil in netto energieopbrengst is 11%.

Een volledige invulling met windturbines in zoekgebied 6/7 (uiterste voor windenergie) leidt tot een minder gunstige LCoE. Dit komt voornamelijk doordat het zogeeffect toeneemt naar mate er meer windturbines in het gebied staan, maar ook doordat de fundatiekosten iets toenemen bij een hoger opgesteld vermogen. Dit laatste komt doordat de waterdiepte in het centrale deel van zoekgebied 6/7 groter is. De resterende LCoE-parameters (kabeluitgaven, kapitaaluitgaven en operationele uitgaven aan windturbines, en *infield* kabel verliezen) zijn voor de verschillende varianten niet onderscheidend. De getrechterde variant met het minste windenergie (meest brede open zone nr 8, niet afgerond 19,1 GW) heeft gemiddeld een vrijwel gelijke LCoE als het referentiewindpark (-0,1%) en de getrechterde variant met het meeste windenergie (basis open zone nr 1, niet afgerond 21,6 GW) heeft gemiddeld een hogere, dus minder gunstige LCoE (+1,3%). Het gaat hier om een gemiddelde LCoE, waarbij aan de randen van het windenergiegebied lagere LCoE's worden verwacht dan in het midden. Daarom wordt onderzoek naar optimalisatiemogelijkheden geadviseerd.

19.6.2 Effecten Lagelander

In het windgebied Lagelander is rekening gehouden met ruimte voor 2 GW aan opgesteld vermogen, dit levert jaarlijks 8.000 GWh aan energie op. Dit leidt tot 3.390 ton vermeden CO₂ emissie. De LCoE t.o.v. de referentie is met -11,2% het meest gunstig van alle varianten. Dit komt met name door de geringe zogeeffecten.

19.6.3 Effecten Doordewind

In Doordewind is ruimte voor +2 of +4 GW aan (extra) opgesteld vermogen, respectievelijk levert dit circa 7.700 en circa 14.500 GWh op. Dit leidt respectievelijk tot 3.390 en 6.610 ton vermeden CO₂ emissie. Beide varianten in het gebied Doordewind hebben een gunstiger LCoE (t.o.v. het referentiewindpark). In het geval van + 2GW (-6,2%) is dit beter dan in het geval van +4 GW variant (-2,2%). Het onderlinge verschil wordt voornamelijk veroorzaakt door toenemende zogeffecten bij meer windturbines in het gebied.

19.7 Overige effecten

Naast de effecten op ecologie, mijnbouw, visserij, scheepvaart en energieopbrengst zijn ook andere milieuaspecten onderzocht in dit plan-MER. Het gaat om archeologie en cultuurhistorie, effecten van energie-infrastructuur en waterstofproductie op zee. Voor deze aspecten geldt dat ze ofwel niet onderscheidend zijn, ofwel dat er relatief eenvoudig maatregelen te nemen zijn, in het geval er in de uitvoering toch sprake zou zijn van een effect. Zo kan ten aanzien van archeologische waarden aantasting voorkomen worden door *micro-siting* of de archeologische waarde op te graven. *Micro-siting* houdt in dat bij er bij de locatiekeuze bij de bouw van een windpark, de windturbines of de kabels dusdanig verplaatst kunnen worden dat ze geen conflict hebben met de archeologische waarden en dat deze bewaard kunnen blijven.

Voor effecten van energie-infrastructuur en waterstofproductie geldt dat de daadwerkelijke inrichting van de gebieden (en het aantal waterstofelektrolyzers, de configuratie en de toegepaste techniek bij waterstofconversie) bepalend zijn voor de effecten. Hierover wordt niet besloten in het kader van de PH. Daarnaast is er nog veel onbekend over te maken systeemkeuzes en mogelijke effecten van offshore waterstofproductie. Daarom is er geen beoordeling gemaakt en zijn met name kennisleemten geïdentificeerd.

19.8 Eindconclusies en aanbevelingen windenergie

Op basis van de effectbeschrijvingen en beoordelingen in het plan-MER is per thema en per gebied belangrijke milieu-informatie verzameld om uiteindelijk tot een keuze in de PH te kunnen komen. Omdat het hierbij gaat om het al dan niet aanwijzen van de drie gebieden (zoekgebied 6/7, Lageland en Doordewind) en de hoeveelheid GW windenergie binnen deze gebieden, worden de belangrijkste conclusies hieronder per gebied gepresenteerd.

19.8.1 Zoekgebied 6/7

Wanneer zoekgebied 6/7 volledig wordt benut voor windenergie is er ruimte voor circa 37 GW. Dit is meer dan nodig is en blijkt bovendien zeer ongunstig voor verschillende aspecten waaronder natuur, visserij, scheepvaart en helikopterbereikbaarheid van (bestaande en mogelijk toekomstige) mijnbouwplatforms. De belangrijkste ecologische effecten treden op voor zeevogels (o.a. zeekoet, jan-van-gent, grote jager) als gevolg van habitatverlies, barrièrewerking en aanvaring en op bruinvissen (verstoring door onderwatergeluid). Voor visserij geldt dat het centrale gebied van 6/7 belangrijk is voor de langoustinevisserij, die niet eenvoudig kan uitwijken naar andere visgronden, omdat deze visserij sterk locatiegebonden is en de afhankelijkheid van dit gebied daarom groot is. Windparken in zoekgebied 6/7 hebben relatief beperkte effecten op scheepvaartveiligheid, omdat het om een groot en niet versnipperd gebied gaat en er sprake is van relatief lage scheepvaartintensiteiten in vergelijking met de zuidelijke Noordzee. Het gebied kent de laagste aanvaring/aandrijvingskans per individuele windturbine van alle

windenergiegebieden op de Noordzee. Wel is vanwege de omvang scheepvaartbereikbaarheid een aandachtspunt.

Wanneer een open zone wordt aangehouden die het gebied doorsnijdt, dan nemen bovengenoemde effecten af. Ook is een open zone, in combinatie met ruimte rondom mogelijke toekomstige mijnbouwplatforms, gunstig voor de helikopterbereikbaarheid. Deze open zone varieert in de getrechterde varianten van 1.320 – 1.620 km². Op basis van de ruimtelijke analyse is in de getrechterde varianten rekening gehouden met de benodigde ruimte voor een veilige *clearway*, die van belang is voor scheepvaartveiligheid en -bereikbaarheid. Afhankelijk van te maken keuzes over de uiteindelijke omvang en inrichting van de open zone is er ruimte voor circa 19 – 21 GW in zoekgebied 6/7. Voor de visserij leidt een open zone tot het behouden blijven van de belangrijkste visgronden voor de langoustinevisserij. Afhankelijk van de in dat geval te kiezen variant blijft 70% (*Basis open zone*) tot 85% (*Meest brede open zone*) van deze visserij in het gebied behouden. Voor bruinvissen is met name het aantal windturbines bepalend, wat betekent dat de grootste open zone en de minste windturbines het minste effect heeft. Voor barrièrewerking voor zeevogels (zeekoet) is naast de omvang van de open zone ook de ligging en de breedte van de invliegopening relevant. De mate waarin barrièrewerking en (daaraan gerelateerd) habitatverlies is te voorkomen is onzeker: er is sprake van kennisleemten over verstoringafstanden (met name voor de zeekoet) en effecten op populatieniveau. Daarom wordt onderzoek aanbevolen en het inbouwen van flexibiliteit in het vervolgtraject. Ook voor de effecten op vogels door aanvaringen geldt dat bij de meest brede open zone de minste effecten zijn te verwachten. Voor helikopterbereikbaarheid van mijnbouwplatforms blijken uit uitgevoerde bereikbaarheidsanalyse geen onderscheidende verschillen tussen de getrechterde varianten onderling. Dat effect wordt vooral bepaald door de ruimte rondom platforms en de toepasbare vliegprocedures. Er is in de uitwerking onderzoek nodig naar specifieke ruimtebesparende vliegprocedures, alsook maatwerkonderzoek naar de bereikbaarheid van individuele platforms.

19.8.2 Doordewind

Voor Doordewind is zowel een +2 als +4 GW optie onderzocht. Voor beide opties geldt dat negatieve effecten worden verwacht voor natuur, visserij, scheepvaart en helikopterbereikbaarheid van (bestaande en mogelijk toekomstige) mijnbouwplatforms. De belangrijkste ecologische effecten treden op voor zeevogels (met name zeekoet) als gevolg van habitatverlies en aanvaring en op bruinvissen (verstoring door onderwatergeluid). Barrièrewerking is vanwege de omvang en ligging van dit gebied niet van vergelijkbaar belang als voor zoekgebied 6/7. Doordewind heeft een relatief hoge aanlandwaarde per km² voor met name de tongvisserij, maar de totale jaarlijkse aanlandwaarde is beperkt en deze visserij heeft (nog) uitwijkmogelijkheden naar andere visgronden. De risico's voor scheepvaartveiligheid zijn relatief beperkt. De uitbreiding van Doordewind met Doordewind (west) zorgt voor een vloeiende overgang naar de Duitse windparken, en dat is gunstig vanuit het perspectief van scheepvaartveiligheid. In Doordewind wordt bij de +2GW optie geen impact verwacht op mijnbouw, omdat aangenomen wordt dat maatwerkoplossingen voor helikopterbereikbaarheid voor een bestaand platform toereikend zullen zijn. Bij een keuze voor de +4 GW optie is die ruimte niet toereikend en is er wel een negatief effect op de helikopterbereikbaarheid.

19.8.3 Lagelander

Wanneer in Lagelander 2 GW wordt gerealiseerd is sprake van negatieve effecten voor natuur, visserij, scheepvaart en helikopterbereikbaarheid van (bestaande en mogelijk toekomstige) mijnbouwplatforms. Lagelander is van minder specifieke betekenis voor zeevogels, maar ligt mogelijk wel op een trekroute

voor vleermuizen. Ook is verstoring van bruinvissen door onderwatergeluid te verwachten. Het gebied is van belang voor de tongvisserij, maar de totale jaarlijkse aanlandwaarde is beperkt en deze visserij heeft (nog) uitwijkmogelijkheden naar andere visgronden. Lagelander kent relatief hoge scheepvaartintensiteiten rondom het gebied. De invulling levert een belemmering op voor oost-west gaand scheepvaartverkeer, verlies van ruimte voor andere scheepvaartfuncties die nu in het gebied plaatsvinden zoals driften. Daarom is het gebied relatief ongunstig in relatie tot scheepvaartveiligheidsrisico's. In het gebied is sprake van veel mijnbouwactiviteiten, zowel wat betreft olie- en gaswinning als, meer in de toekomst, wat betreft CCS. Toekomstige realisatie van 2 GW aan windparken is alleen mogelijk via een intensief maatwerktraject met de betreffende mijnbouwoperators, waarin zowel helikopterbereikbaarheid (van bestaande en nieuwe platforms) als seismische monitoring bij CCS-opslag moeten worden meegenomen.

19.8.4 Aanbeveling: gefaseerde aanpak

In dit stadium zijn significante effecten op N2000-gebieden en beschermde soorten niet uit te sluiten. Dat heeft te maken met kennisleemten over effecten op zeevogels en effecten op bruinvissen. Daarom is het advies om enerzijds in te zetten op onderzoek en toepassing van mitigerende maatregelen en anderzijds op flexibiliteit in het vervolgtraject.

Ten eerste is het advies om onderzoek in gang te zetten en de inzet op verdere ontwikkeling van mitigerende maatregelen. In relatie tot zeevogels gaat het onder andere om onderzoek naar de verstoringafstanden van zeekoeten en de betekenis daarvan voor aangewezen VR-gebieden. Ook gaat het om mogelijke effecten van (aan verstoringafstanden gerelateerd) habitatverlies en gevolgen daarvan voor de populaties van zeevogels (met name zeekoet), en onderzoek naar mitigerende maatregelen om deze effecten te beperken. In relatie tot de effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren gaat het om het preciseren van effectvoorspellingen en onderzoek naar de effectiviteit van in ontwikkeling zijnde nieuwe mitigerende maatregelen. Uit deze onderzoeken kan blijken dat significante effecten zijn uit te sluiten.

Ten tweede is het advies om flexibiliteit in te bouwen in het vervolgtraject, met als doel om op basis van onderzoeksresultaten het plan aan te kunnen passen. Te denken is aan:

- I. aanpassingen in te benutten ruimte voor windparken of;
- II. aanpassingen van het aantal te realiseren GW.

Beide typen aanpassingen leiden tot minder of geen windparken in gebieden waar deze tot significante effecten leiden. Mogelijk leidt dit tot het niet behalen van de gestelde windenergieambitie met de gebieden die in dit plan-MER en de PB zijn onderzocht.

Tot slot wordt aanbevolen om in te zetten op het toepassen van ruimtebesparende vliegprocedures voor de bereikbaarheid van mijnbouwplatforms. Daarvoor is meer gedetailleerd onderzoek nodig via simulaties en gerichte maatwerkonderzoeken. Het ontwikkelen en toepassen van maatwerkoplossingen in samenwerking met mijnbouwoperators kan negatieve effecten op helikopterbereikbaarheid verminderen of wegnemen. Het gaat dan bijvoorbeeld om afspraken over de mate van ruimte die wordt vrijgelaten rondom platforms, zodra er meer bekend is over de plaatsing, het type en het ontwerp van een platform.

20 Monitoring

De leemten in kennis die in dit Plan-MER zijn geïdentificeerd vragen om onderzoek waar in een aantal gevallen monitoring een belangrijke bijdrage aan kan leveren. Dit geldt bijvoorbeeld voor meer kennis over het gebruik van de Noordzee door vogelsoorten en verstoringsafstanden van vogels, de mate waarin gewinning kan optreden, effecten van innovatieve mitigerende maatregelen zoals voor het beperken van onderwatergeluid en effecten van destratificatie op algengroei en vertroebeling en interacties binnen het voedselweb. Ook is via monitoring meer inzicht te krijgen in de effecten op scheepvaartveiligheid en de effectiviteit van mitigerende maatregelen. Dergelijke monitoringsvragen kunnen mogelijk worden opgenomen, of zijn al gepland, in het kader van lopende programma's.

- Het programma Monitoring-Onderzoek-Natuurversterking-Soortbescherming (**MONS**) heeft als doel de centrale vraag te beantwoorden of en hoe het veranderende gebruik van de Noordzee past binnen de ecologische draagkracht van de Noordzee.
- Het onderzoeksprogramma Windenergie op zee ecologisch programma (**Wozep**) richt zich op belangrijke ecologische vragen rond bouw en exploitatie van windparken op zee die vooral een generiek karakter hebben en niet zozeer windpark- of locatiespecifiek zijn.
- Het effect op de scheepvaartveiligheid van windenergie op zee wordt nader onderzocht in het Monitorings- en Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee (**MOSWOZ**). Het doel van het programma is om meer inzicht te krijgen in het effect op scheepvaartveiligheid van windparken op zee, de effectiviteit van mitigerende maatregelen en om tijdig te kunnen inspelen op innovaties op dit gebied.

Voor de effecten van waterstofproductie bieden demonstratieprojecten de mogelijkheid om deze te monitoren, mogelijk in combinatie met simulaties. Hetzelfde geldt voor de helikopterbereikbaarheid van mijnbouwplatforms bij ruimtebesparende vliegprocedures.

21 Bronvermelding

- ABL & MARIN, (2024). *SN10 Phase II Navigational Risk Modelling: ABL and MARIN Joint Technincal Memo*.
- Baas P., Verzijlbergh, R., Van Dorp, P., Jonker, H. (2023) *Investigating energy production and wake losses of multi-gigawatt offshore wind farms with atmospheric large-eddy simulation*
- Bach, P., Voigt, C.C., Götsche, M., Bach, L., Brust, V., Hill, R., Hüppop, O., Lagerveld, S., Schmaljohann, H. & Seebens-Hoyer, A. (2022). *Offshore and coastline migration of radio-tagged Nathusius' pipistrelles*. Conservation Science and Practice 4(10): e12783.
- Bellmann, M., Müller, T., Scheiblich, K., & Betke, K. (2023). *Experience report on operational noise - Cross-project evaluation and assessment of under-water noise measurements from the operational phase of offshore wind farms*. itap report no. 3926, funded by the German Federal Maritime and Hydrographic Agency, funding no. 10054419.
- Boele, A., Vergeer, J-W., van Bruggen, J., Goffin, B., Koffijberg, K., van Oostveen, C., Schoppers J. & Jansen, D. (2024). *Broedvogels in Nederland in 2023*. Sovon-rapport 2024/40.
- CBS, (2023). *Rendementen en CO2-emissie van elektriciteitsproductie in Nederland, update 2023*
- DNV, (2024). *Certification Report Site Conditions Wind Resource Assessment*
- Gill, A.B., Hutchison, Z.L. & Desender, M. (2023). *Electromagnetic Fields (EMFs) from subsea power cables in the natural marine environment. Cefas Project Report for Crown Estate Offshore Wind Evidence and Change Programme*
- Gyimesi, A. & Middelveld, R.P. (2023). *Dichtheden zeevogelsoorten in offshore windenergie-zoekgebied 6/7*. Rapport 22-257. Waardenburg Ecology, Culemborg.
- Hansen, K.A., Hernandez, A., Mooney, T.A., Rasmussen, M.H., Sørensen, K., Wahlberg, M. (2020). *The common murre (Uria aalge), an auk seabird, reacts to underwater sound*
- Hermans, A, Schilt, B., Tams, J. (2024). *Current state of knowledge Electromagnetic fields: Electromagnetic fields and the Marine Strategy Framework Directive Descriptor 11 – Energy*
- Klinowska, M. (1990). *Geomagnetic Orientation in Cetaceans: Behavioural Evidence*. In J. Thomas, & R. Kastelein (Eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans*. NATO ASI Series, vol 196. . Boston: Springer.
- MARIN, (2019). *Wind op zee 2030: Gevolgen voor scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen*.
- MARIN, (2024). *FSA – SN10 – Phase II*.
- Pondera Consult, (2024). *Bijlagen MER kavel I Nederwiek (zuid)*
- RVO, (2022). *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie, Herziening 2022*
- Van Donk, S., van Bemmelen, R., Chen, C., Tulp, I. & Melis, E. (2024). *Seabird maps of the North Sea. A short description of methodology*. Rapport C024/24. Wageningen Marine Research, Den Helder.
- Vogel, R., Zoetebier, D., Van Winden, E., Sierdsema, H., Foppen, R. & van den Bremer, L. (2024). *Geactualiseerd landelijk overzicht van vogelsoorten met concentraties van (inter)nationaal belang*. Sovon-rapport 2024/13. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Waggitt, J.J., Evans, P.G.H., Andrade, J., Banks, A.N., Boisseau, O., Bolton, M., Bradbury, G., Brereton, T., Camphuysen, C.J., Durinck, J., Felce, T., Fijn, R.C., Garcia-Baron, I., Garthe, S., Geelhoed, S.C.V., Gilles, A., Goodall, M., Haelters, J., Hamilton, S., Hartny-Mills, L., Hodgins, N., James, K., Jessopp, M., Kavanagh, A.S., Leopold, M., Lohrengel, K., Louzao, M., Markones, N., Martínez-Cedeira, J., Cadhla, O.Ó., Perry, S.L., Pierce, G.J., Ridoux, V., Robinson, K.P., Santos, M.B., Saavedra, C., Skov, H., Stienen, E.W.M., Sveegaard, S., Thompson, P., Vanermen, N., Wall, D., Webb, A., Wilson, J., Wanless, S. & Hiddink, J.G. (2020). *Distribution maps of cetacean and seabird populations in the North-East Atlantic*. Journal of Applied Ecology 57: 253-269.