

Milieueffectrapport Kavel I

Windenergiegebied IJmuiden Ver

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

721180 | Definitief

21-6-2023



Pondera

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

Postadres

Postbus 919
6800 AX Arnhem

Vestiging South East Asia

Jl. Mampang Prapatan XV no 18
Mampang
Jakarta Selatan 12790
Indonesia

Vestiging North East Asia

Suite 1718, Officia Building 92
Saemunan-ro, Jongno-gu
Seoul Province
Republic of Korea

Colofon

Soort document

Milieueffectrapport Kavel I

Projectnaam

Windenergiegebied IJmuiden Ver

Versienummer

Definitief

Datum

21-6-2023

Project nummer

721180

Opdrachtgever

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Auteur

Maarten Jaspers Fajier, Maarten Sosef, Joost Sissingh, Noud Maas

Nagekeken door

Sergej van de Bilt

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.



Inhoudsopgave

SAMENVATTING

SUMMARY

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	M.e.r.-procedure voor het kavelbesluit	4
1.3	Inhoud milieueffectrapportage	4
1.4	Initiatiefnemer en betrokken partijen	4
1.5	Inspraak	5
1.6	Leeswijzer	5
2	Wet- en regelgeving en beleidskader	7
2.1	Beleid windenergie op zee	7
2.2	Belangrijkste internationale beleid	13
3	Locatiekeuze	16
3.1	Locatiekeuze IJmuiden Ver	16
3.2	Ligging en beschrijving van windenergiegebied IJmuiden Ver	18
3.3	Ligging kavels in het Windenergiegebied IJmuiden Ver	21
4	Aanpak effectbeoordeling	30
4.1	Inleiding bandbreedte-benadering	30
4.2	Uitwerking van de bandbreedte en alternatieven	31
4.3	Milieuaspecten	38
4.4	Effectbeoordeling	43
4.5	Mitigerende maatregelen	50
5	Morfologie en hydrodynamica	51
5.1	Beoordelingskader	51
5.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	56
5.3	Effectbeschrijving	65
5.4	Effectbeoordeling	76
5.5	Cumulatie	76
5.6	Mitigerende maatregelen	77
5.7	Leemten in kennis	77
6	Vogels en vleermuizen	78
6.1	Inleiding	78
6.2	Te beschouwen alternatieven/bandbreedte	78
6.3	Beoordelingskader	79
6.4	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	81
6.5	Effectbeschrijving	88
6.6	Conclusie	105
6.7	Cumulatie	106
6.8	Mitigerende maatregelen	112

6.9	Leemten in kennis en informatie	117
6.10	Grensoverschrijdende effecten	117
7	Onderwaterleven	118
7.1	Inleiding	118
7.2	Beoordelingskader	118
7.3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	120
7.4	Effectbeoordeling	126
7.5	Mitigerende maatregelen	133
7.6	Cumulatie	135
7.7	Leemten in kennis	141
8	Scheepvaartveiligheid	146
8.1	Inleiding	146
8.2	Te beschouwen bandbreedte en alternatieven	148
8.3	Beoordelingskader	148
8.4	Aanpak MARIN	148
8.5	Effectbeschrijving	160
8.6	Effectbeoordeling	165
8.7	Cumulatie	166
8.8	Mitigerende maatregelen	166
8.9	Leemten in kennis	169
9	Landschap	171
9.1	Inleiding	171
9.2	Opzet en Leeswijzer	174
9.3	Zichtbaarheid van windturbines op zee	174
9.4	Effectbeoordeling	183
9.5	Cumulatie	183
10	Overige gebruiksfuncties	185
10.1	Inleiding	185
10.2	Onderzochte alternatieven binnen de bandbreedte	185
10.3	Beoordelingskader	187
10.4	Visserij	188
10.5	Mijnbouw	206
10.6	Luchtvaart	208
10.7	Zand-, grind- en schelpenwinning	213
10.8	Baggerstort	215
10.9	Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	215
10.10	Kabels en leidingen	221
10.11	Telecommunicatie	224
10.12	Militaire activiteiten en NGE	225
10.13	Recreatie en toerisme	229
10.14	Cultuurhistorie en archeologie	231
10.15	Bestaande windparken	235
10.16	Effectbeoordeling	237
10.17	Cumulatie	238
10.18	Mitigerende maatregelen	239
10.19	Leemten in kennis	240

11	Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies	241
11.1	Inleiding	241
11.2	Te beschouwen bandbreedte en alternatieven	241
11.3	Beoordelingskader	244
11.4	Berekende situaties	244
11.5	Effectbeschrijving	247
11.6	Effectbeoordeling	250
11.7	Cumulatie	250
11.8	Mitigerende maatregelen	252
11.9	Leemten in kennis	252
12	Conclusie	253
12.1	Inleiding	253
12.2	Toetsing aan wettelijk kader	253
12.3	Effecten binnen de bandbreedte	254
12.4	Cumulatie	261
12.5	Grensoverschrijdende effecten	263
12.6	Mitigerende maatregelen	264
12.7	Overwegingen voorkeursalternatief	266
12.8	Leemten in kennis	266
12.9	Monitoring en evaluatie	273

Bijlagen MER IJmuiden Ver

Bijlage 1 – Literatuurlijst

Bijlage 2 – Voornemen

Bijlage 3 – Coördinaten

Bijlage 4 – Achtergrondrapport Vogels en Vleermuizen

Bijlage 5 – Aanvullende ecologische analyse jan-van-gent

Bijlage 6 – Achtergrondrapport onderwaterleven

Bijlage 7 – Achtergrondrapport scheepsvaartveiligheid

Bijlage 8 – Soortenbeschermingstoets

Bijlage 9 – Passende beoordeling

Bijlage 10 – Elektriciteitsopbrengst berekening

Bijlage 11 – Actualisatie ALI-toets

Samenvatting

1. Inleiding

Nederland heeft ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor het realiseren van de opwekking van duurzame - hernieuwbare - energie. Windenergie speelt daarin een prominente rol. De periode tot en met 2030 richtte zich tot nu toe op de doelstelling uit het Klimaatakkoord om in 2030 jaarlijks 49 TWh aan windenergie van zee te produceren. Daarvoor is een capaciteit van ongeveer 11,5 gigawatt (GW) nodig.

Aanvullend op deze doelstelling heeft de minister met de vaststelling van drie nieuwe windenergiegebieden in het Programma Noordzee aangegeven voor 2030 nog eens 10,7 GW extra aan wind op zee te willen realiseren.

De Wet windenergie op zee geeft het Rijk de mogelijkheid kavels uit te geven voor de ontwikkeling van windparken op zee.

Om deze doelstellingen in 2030 te halen, zullen de komende jaren nieuwe kavels worden vastgesteld en uitgegeven. De kavels worden vastgesteld binnen de grenzen van de gebieden die als windenergiegebied zijn aangewezen in het Programma Noordzee 2022 - 2027. In het kavelbesluit wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden. Na een kavelbesluit volgt vergunningverlening. Alleen de vergunninghouder heeft het recht om op de locatie van de kavel een windpark te bouwen en te exploiteren. In het Waterbesluit zijn algemene regels voor windparken op zee vastgelegd.

De Minister voor Klimaat en Energie kan, in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, de Minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke ordening en de Minister voor Natuur en Stikstof, een kavelbesluit nemen en stelt ten behoeve van het kavelbesluit een milieueffectrapport (MER) op.

Dit document betreft het MER voor kavel I in het windenergiegebied IJmuiden Ver (zie figuur S1). Het MER beschrijft de milieueffecten die optreden bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbines in de kavel.

In deze samenvatting passeren de volgende paragrafen de revue na deze inleiding (paragraaf 1):

2. de beleidscontext en de aanleiding voor het te nemen kavelbesluit;
3. de locatiekeuze voor windenergiegebied IJmuiden Ver;
4. de verkaveling binnen windenergiegebied IJmuiden Ver;
5. de wijze van effectbeoordeling;
6. het resultaat van de effectbeoordeling;
7. cumulatie;
8. grensoverschrijdende effecten;
9. mitigerende maatregelen;
10. overwegingen voorkeursalternatief;
11. leemten in kennis en informatie;
12. monitoring en evaluatie.

2. Beleidscontext en aanleiding kavelbesluiten

De routekaart windenergie op zee omvat plannen voor het ontwikkelen van windparken met een totale capaciteit van ongeveer 21,5 GW in de volgende windenergiegebieden:

- Borssele met een vermogen van 1.502 MW;
- Hollandse Kust (zuid) met een vermogen van 1.520 MW;
- Hollandse Kust (west) met een vermogen van 2.100 MW;
- Ten noorden van de Waddeneilanden met een vermogen van 700 MW;
- IJmuiden Ver met een vermogen van circa 6.000 MW;
- Nederwiek met een vermogen van circa 6.000 MW;
- Doordewind met een vermogen van 4.000 MW;

Conform deze routekaart moet in 2030 ongeveer 11 GW aan windvermogen op zee operationeel zijn. De routekaart windenergie op zee ziet er daarmee uit zoals weergegeven in figuur S1. In tabel S1 is ook de verkaveling per windenergiegebied weergegeven.

Figuur S1 Routekaart Windenergie op zee juni 2022



Tabel S1 Aanvullende routekaart Windenergie op Zee 2030 (juni 2022)

Omvang (ca. GW)	Windenergiegebieden, kavel(s)	Tender Kavels	(Verwachte) ingebruikname windpark
1,0	In 2015 bestaande windparken	-	-
0,7	Borssele, kavels I en II	Gerealiseerd in 2016	2020
0,7	Borssele, kavels III, IV en V	Gerealiseerd in 2016	2020
0,7	Hollandse Kust (zuid), kavels I en II	Gerealiseerd in 2017	(2022 - 2023)
0,7	Hollandse Kust (zuid), kavels III en IV	Gerealiseerd in 2019	(2022 - 2023)
0,7	Hollandse Kust (noord), kavel V	Gerealiseerd in 2020	(2023)
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VI	Gerealiseerd in 2022	(2025 - 2026)
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VII		(2025 - 2026)
1,0	IJmuiden Ver, kavel III	Vierde kwartaal 2023	(2028)
1,0	IJmuiden Ver, kavel IV		(2028)
1,0	IJmuiden Ver, kavel I		(2029)
1,0	IJmuiden Ver, kavel II		(2029)
1,0	IJmuiden Ver (noord), kavel V	Tweede kwartaal 2025	(2029)
1,0	IJmuiden Ver (noord), kavel VI		(2029)
2,0	Nederwiek (zuid), kavel I	2026	(2030)
2,0	Nederwiek (noord), kavel II		(2030)
2,0	Nederwiek (noord), kavel III		(2031)
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VIII	2026/2027	N.t.b.
0,7	Ten noorden van de Waddeneilanden, kavel I	2026/2027	(2031)
2,0	Doordewind, kavel I	2027	(2031)
2,0	Doordewind, kavel II	2027	(2031)

Dit MER is opgesteld voor kavel I van windenergiegebied IJmuiden Ver.

3. Locatiekeuze windenergiegebied

In het Programma Noordzee 2022 - 2027 zijn eerder aangewezen gebieden herbevestigd als windenergiegebied. Daarbij is ervoor gekozen om alleen de contouren van de gebieden aan te geven en zijn de kavels nog niet allemaal vastgelegd. Het windenergiegebied IJmuiden Ver heeft daarbij een aangepaste begrenzing gekregen zodat er geen overlap met Natura 2000-gebied de Bruine Bank bestaat. Dit heeft geen effect gehad op de kavels I - IV.

Onderzoek naar de locatiekeuze in eerdere MER

In (het planMER bij) het nationaal waterplan 2009 - 2015 is nagegaan of windenergiegebied IJmuiden Ver geschikt is voor de realisatie van windenergie. Daarbij zijn de effecten van windenergie in het gebied IJmuiden Ver op hoofdlijnen onderzocht wat betreft de aspecten ecologie, scheepvaartveiligheid, overige gebruiksfuncties (olie en gas, visserij, zandwinning, defensie etc.), geologie en hydrologie, landschap (zichtbaarheid), recreatie(vaart), cultuurhistorie en archeologie. In het planMER bij het Nationaal

Waterplan 2009-2015 is tevens gekeken naar de geschiktheid in vergelijking met de overige voor windenergie aangewezen gebieden.¹ Hieruit volgt dat het gebied niet minder geschikt is dan de overige aangewezen gebieden. Negatieve effecten zijn in algemene zin vergelijkbaar. Op het gebied van scheepvaart en recreatie zijn de effecten minder dan voor het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid, noord en west).

In de MER's voor de kavels van windenergiegebied Borssele en voor de kavels I en II van Hollandse Kust (zuid) is op hoofdlijnen de vergelijking tussen de windenergiegebieden gemaakt. Uit deze vergelijking op hoofdlijnen komen aandachtspunten naar voren waar rekening mee gehouden moet worden bij de verdere ontwikkeling van windenergie in de windenergiegebieden, zoals het effect op zeezoogdieren en vogels. Dit MER zal daar ook nadrukkelijk aandacht aan besteden,

Onderzoek naar de locatiekeuze in Programma Noordzee

Het Programma Noordzee (PNZ) 2022-2027, dat onderdeel is van het Nationaal Waterprogramma (NWP), heeft acht zoekgebieden op kaart gezet die in aanmerking komen om aangewezen te worden als windenergiegebied in de Noordzee tot 2040. Ook is sprake van een viertal reeds aangewezen en nog niet benutte (delen van) windenergiegebieden, die herbevestigd zijn. Bij het invullen van de doelstelling en de benodigde versnellingsopgave voor 2030 speelt windenergie op zee een belangrijke rol. Volgens de Stuurgroep Extra Opgave is 10 GW aan windenergie op zee nodig om 55% CO₂-reductie te kunnen behalen. Hiertoe is onderzocht wat nodig is voor het invullen van de resterende opgave van de 49%-doelstelling (0,7GW) in de bestaande windenergiegebieden en het vinden van ruimte voor de versnellingsopgave (55% EU-doelstelling) tot 2030.

Uit het planMER voor de aanvulling op het Programma Noordzee blijkt dat de 10,7 GW in de nieuw aangewezen en deels herbevestigde windenergiegebieden in zijn geheel nodig is om de 55% EU-doelstelling te kunnen halen. Daarnaast is onderzocht in welke reeds eerder aangewezen windenergiegebieden de meest geschikte ruimte is voor het realiseren van de resterende opgave voor de 49% doelstelling.

Deze ruimte is gevonden in het windenergiegebied Hollandse Kust (west). Het zuidelijke deel van dit windenergiegebied is herbevestigd in het Programma Noordzee. De twee noordelijke kavels van het windenergiegebied IJmuiden Ver zijn tevens herbevestigd in het Programma Noordzee (zie figuur S2). IJmuiden Ver maakt daarmee dus onderdeel uit van de routekaart om de CO₂-doelstelling in 2030 te halen. Verdere CO₂-reductie zal worden behaald met de nieuwe aangewezen gebieden.

Een locatieafweging tussen de nieuw aangewezen en deels herbevestigde gebieden met het windenergiegebied IJmuiden Ver is in zoverre niet noodzakelijk, omdat voor het behalen van de doelstellingen alle aangewezen gebieden noodzakelijk zijn.

4. Verkaveling

Het aangewezen windenergiegebied IJmuiden Ver ligt in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ). Het gebied ligt op ongeveer 62 kilometer van de kust. Het windenergiegebied had oorspronkelijk een oppervlakte van in totaal 1170 km². Echter is in het Programma Noordzee 2022-2027 de zuidelijke begrenzing van het windenergiegebied IJmuiden Ver aangepast vanwege de aanwijzing van de Bruine Bank als Vogelrichtlijngebied. Het beoogde gebied voor de kavels I-IV reikt in zuidelijke richting tot deze

¹ Royal Haskoning, PlanMER Ontwerp Nationaal Waterplan, 31 maart 2009

nieuwe zuidgrens en heeft een oppervlakte van ca. 388 km². De waterdiepte in het gehele (oorspronkelijk aangewezen) windenergiegebied varieert van 16,8 tot 46,9 meter (lowest astronomical tide - LAT).²

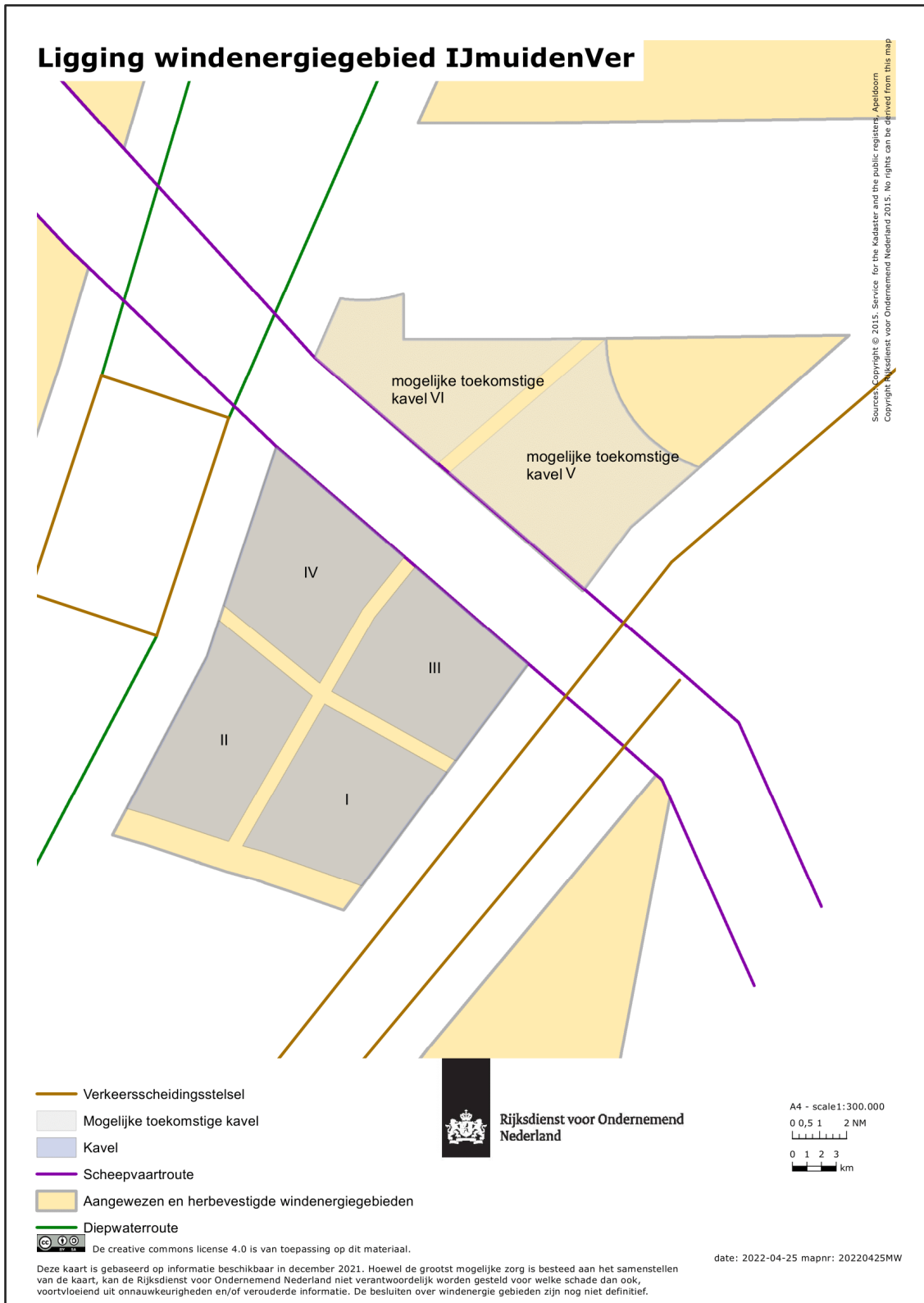
Binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver is ruimte voor zes kavels van elk ca. 1 GW. De tender van de kavels I tot en met IV is gepland in het vierde kwartaal van 2023. Voor de kavels V en VI ten noorden van de beoogde clearway is dat het tweede kwartaal van 2025. Het uitgangspunt van het Programma Noordzee 2022-2027 is het zoveel mogelijk combineren van het gebruik van de schaarse ruimte op de Noordzee met betrekkelijk compacte kavels van ca. 10 MW/km².

Bij de verkaveling worden diverse kaders en richtlijnen gehanteerd. In het Programma Noordzee 2022-2027 zijn bijvoorbeeld het 'Ontwerpproces: afstand tussen mijnbouwlocaties en windparken' en het 'Ontwerpcriterium afstand tussen scheepvaartroutes en windparken' opgenomen. Ook zijn onderzoeken verricht naar de effecten van zogturbulentie van windturbines op de vliegveiligheid³ en naar de helikopterbereikbaarheid van mijnbouwplatforms.

² Voor meer informatie over de kenmerken van het gebied, zie de locatiestudies op <https://offshorewind.rvo.nl/generallJmuiden>

³ NLR, in opdr. van Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Offshore windturbinezog en veilige helikopteroperaties, ref. NLR-CR-2016-266, 2016. Zie ook: To70, in opdr. van RvO.nl, Effect of wind turbine wake turbulence on offshore helicopter operations in and around wind farms, ref 19.200.01, 2020.

Figuur S2 Ligging windenergiegebied IJmuiden Ver en verkaveling gebied.



Kavel I

Kavel I in het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt aan de zuidoostzijde van het windenergiegebied. Zoals aangegeven is de nu getrokken zuidelijke grens daar neergelegd vanwege de Bruine Bank, die recent is aangewezen als Vogelrichtlijngebied. Aan de oostzijde van de kavel ligt een scheepvaartroute en aan de westzijde de begrenzing met Kavel II, inclusief de toekomstige ligging van het platform net op zee IJmuiden Ver Alpha. Aan de noordzijde wordt de kavel begrenst door Kavel III. Tussen Kavel I en Kavel III is een deel van het kabeltracé voor het net op zee IJmuiden Ver Bèta voorzien.

5. Wijze van effectbeoordeling

Bandbreedte

In een MER worden alternatieven van een activiteit beoordeeld door ze op effecten te onderzoeken en naast elkaar te zetten. Een alternatief is een mogelijke manier waarop de voorgenomen activiteit, in dit geval opwekking van energie met windturbines, kan worden gerealiseerd met inachtneming van het doel van deze activiteit (zie tekstkader). In dit MER zijn alternatieven voor één gebied met één windpark onderzocht (zogenaamde 'kavel'). De alternatieven zijn opgebouwd uit een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types die mogelijk zijn binnen een dergelijke kavel.

De kavel binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver wordt aldus uitgegeven met de mogelijkheid voor de windparkontwikkelaar om deze naar eigen wens in te richten. De bandbreedte waarbinnen gebleven moet worden, wordt vastgelegd in het kavelbesluit.

Bandbreedte

Door een kavel uit te geven waarbinnen verschillende turbineopstellingen, turbintypes en funderingsmethoden mogelijk zijn, binnen een vooraf bepaalde bandbreedte, wordt een flexibele inrichting van de kavel mogelijk. De ontwikkelaar heeft binnen de bandbreedte de vrijheid om een optimaal ontwerp te maken voor het windpark in termen van kosteneffectiviteit en energieopbrengst. Deze bandbreedtebenadering stelt specifieke eisen aan het MER. Alle milieueffecten die verbonden zijn aan alle mogelijke opstellingen die het kavelbesluit mogelijk maakt, dienen onderzocht te zijn. Het onderzoeken van alle mogelijke opstellingen is door de veelheid aan denkbare combinaties echter niet mogelijk. Daarom wordt uitgegaan van een worst-case-benadering: als de worst-case-situatie van de bandbreedte wat betreft de effecten toelaatbaar is, dan zijn alle opstellingen binnen de bandbreedte mogelijk.

Alternatieven

De worst case situatie zal voor verschillende aspecten anders zijn. Bij het onderzoek wordt hiermee rekening gehouden door als alternatieven in het MER meerdere worst case situaties te onderzoeken en te vergelijken. De parameters die de worst case situaties afbakenen worden benoemd en beschreven; denk hierbij aan zaken als maximaal aantal turbines, maximale onder-/bovengrens van de rotor, maximaal rotoroppervlak, kenmerken van de funderingsmethode etc.

Om een beeld te verkrijgen van de mogelijkheden om de effecten te verminderen worden voor elk aspect tevens mitigerende maatregelen benoemd en onderzocht. Hiermee wordt voorkomen dat alleen een worst case situatie in beeld wordt gebracht en worden mogelijkheden voor optimalisatie geïdentificeerd.

De bandbreedte aan invullingsmogelijkheden binnen de uit te geven kavel staat in de volgende tabel. De waarden van de bandbreedte zijn gebaseerd op de huidige stand der techniek en verwachtingen omtrent ontwikkelingen voor de komende jaren. De bandbreedte waarbinnen gebleven moet worden, wordt vastgelegd in het kavelbesluit.

Tabel S2 Bandbreedte MER

Onderwerp	Bandbreedte
Totaal opgesteld vermogen kavel	Ca. 1 GW
Maximaal aantal turbines	67
Vermogen individuele windturbines	Minimaal 15 MW
Tiphoogte individuele windturbines	Maximaal 305 meter
Tiplaagte individuele windturbines	Minimaal 25 meter
Rotordiameter individuele windturbines	236 – 280 meter
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 4 maal de rotordiameter
Aantal bladen per windturbine	2, 3
Type funderingen	Monopile, multipile, gravity based structure, suction bucket

Maximaal geluidniveau (in geval van heien)	160 of 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ SELss op 750 meter van de geluidsbron
In geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per turbine:	
Monopile	1 paal van 11,5 tot 15 meter
Multipile (waaronder 'tripods' en 'jackets')	3 tot 4 palen van 3 - 5 meter
In geval van een fundering zonder heien: afmetingen op zeebodem:	
Gravity Based	Tot 50 meter in diameter
Suction Bucket	Tot 30 meter in diameter
Elektrische infrastructuur (inter-array bekabeling)	66 kV, ingegraven op 1 meter diepte

De worst case situatie kan voor verschillende aspecten anders zijn. De onderstaande tabel geeft voor de verschillende milieuaspecten de worst case en best case aan.

Tabel S3 Worst case en best case binnen de bandbreedte per milieuaspect.

Bandbreedte	Alternatief (Worst case)	Alternatief (Best case)
Milieuaspect		
Vogels en vleermuizen	67 x 15 MW-turbines Tiplaagte 25 m rotordiameter 236 m	50 x 20 MW-turbines Tiplaagte 25 m rotordiameter 280 m
Onderwaterleven*	67 x 15 MW-turbines 1 turbinelocatie per dag	50 x 20 MW-turbines 1 turbinelocatie per dag
Scheepvaart	67 x 15 MW-turbines	50 x 20 MW-turbines
Geologie en hydrologie	50 x 20 MW-turbines met Gravity Based fundering of suction bucket	67 x 15 MW-turbines met Tripod fundering
Landschap**	67 x 15 MW-turbines rotordiameter 280 m ashoogte 165 m	
Overige gebruiksfuncties	50 x 20 MW-turbines met Gravity Based fundering of suction bucket	67 x 15 MW-turbines met Tripod fundering
Elektriciteitsopbrengst**	67 x 15 MW-turbines	

* Voor onderwaterleven is de worst case en best case situatie verschillend per 'sub aspect' (zeezoogdieren, vissen, bodemleven) en ook niet op voorhand eenduidig te benoemen.

** Voor landschap en elektriciteitsopbrengst is één alternatief onderzocht omdat de verwachte effecten binnen de bandbreedte niet voldoende onderscheidend zijn.

Beoordeling

Om de effecten van de varianten per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een + / - schaal beoordeeld ten opzichte van het nulalternatief (dat is de huidige situatie en de autonome ontwikkeling). Hiervoor wordt de volgende beoordelingschaal gehanteerd, zoals weergegeven in tabel S4. De beoordeling wordt gemotiveerd.

Tabel S4 Scoringsmethodiek

Beoordeling ten opzichte van het nulalternatief (de referentiesituatie)	Score
Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering	--
Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering	-
Het voornemen onderscheidt zich niet van het nulalternatief	0
Het voornemen leidt tot een merkbare positieve verandering	+
Het voornemen leidt tot een sterk merkbare positieve verandering	++

Indien de effecten marginaal zijn, wordt dit in de voorkomende gevallen aangeduid met 0/+ (marginaal positief) of 0/- (marginaal negatief).

In de Passende Beoordeling worden effecten gekwantificeerd om uitspraken te kunnen doen over het al dan niet optreden van significante effecten op Natura 2000-gebieden.

Naast het effect van een windpark in kavel I zijn ook cumulatieve effecten van andere windparken en activiteiten beschouwd en zijn tevens mitigerende maatregelen onderzocht.

6. Resultaat milieubeoordeling

De volgende tabellen geven de beoordelingen van de alternatieven per aspect naar de verschillende beoordelingscriteria weer, zonder de inzet van mitigerende maatregelen⁴. De tabellen worden vervolgens per aspect besproken.

6.1 Morfologie en hydrodynamica

Tabel S5 Effectbeoordeling morfologie en hydrologie kavel I

Aspect (gedurende aanleg, onderhoud en exploitatie)	Alternatief 1 (15 MW)	Alternatief 2 (20 MW)
Golven	0	0
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0	0/-
Waterdiepte en bodemvormen	0	0
Bodemsamenstelling	0	0
Troebelheid en waterkwaliteit	0	0
Stratificatie	0	0
Sedimenttransport	0	0
Kustverdediging	0	0

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik, de verwijdering en het onderhoud van het geplande windpark en de kabels zijn zeer beperkt van omvang. Daarnaast zijn de effecten tijdens de aanleg en verwijdering tijdelijk van aard. De veranderingen, voor zover deze optreden, zijn zeer gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied. Door de relatief geringe afmetingen van de funderingspalen, de relatief grote onderlinge afstand tussen de

⁴ Voor onderwaterleven geldt wel dat de geluidnormen uit het Kader Ecologie en Cumulatie 4.0 als uitgangspunt zijn gehanteerd. Aan deze geluidnormen kan alleen worden voldaan als er maatregelen getroffen worden bij het heien.

windturbines en het aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving van de funderingspalen en het parkbekabelingtracé en is van tijdelijke aard. Alleen bij een gravity-based fundering zijn de effecten door de grotere dimensies van de fundering op waterbeweging iets groter en scoort daarmee licht negatief.

6.2 Vogels en vleermuizen

Alternatief 1 (67 x 15MW turbines) leidt tot enkele tientallen vogelslachtoffers méér dan Alternatief 2 (50 x 20 MW-turbines). Op basis van de huidige kennis wordt verwacht dat Alternatief 1, met meer en kleinere turbines, een groter aantal vleermuislachtoffers oplevert (naar schatting 67) dan Alternatief 2 (naar schatting 50). Alternatief 2 is daarom het meest milieuvriendelijke alternatief gezien vanuit vogels en vleermuizen, voornamelijk door het geringere aantal aanvaringslachtoffers dan bij het andere alternatief met meer turbines. De complete effectbeoordeling is samengevat in tabel 6.

Tabel S6 Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven voor het windpark in IJmuiden Ver op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	67 * 15 MW ø 236 m	50 * 20 MW ø 280 m
<u>Aanlegfase vogels</u>		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
<u>Gebruiksfase vogels</u>		
Lokale zeevogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
Broedende (kolonie) vogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0/-	0/-
- indirecte effecten	0/-	0/-
Trekvogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
<u>Verwijderingsfase vogels</u>		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	67 * 15 MW ø 236 m	50 * 20 MW ø 280 m
<u>Vleermuizen</u>		
- aanvaringen	--/-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0/-	0/-

Er is ook ingegaan op het verwachte effect van tweebladige in plaats van driebladige turbines. Als er rekening wordt gehouden met het feit dat een vogel in aanraking kan komen met een wiek minder per turbine, maar de draaisnelheid gemiddeld wel wat hoger ligt van de bladen (circa 1,33x), dan treden naar verwachting minder slachtoffers op bij tweebladige turbines dan bij driebladige turbines.

Voor dit MER is ook een passende beoordeling opgesteld. Daaruit blijkt het volgende:

- Effecten als gevolg van aanvaringen en habitatverlies op **niet-broedvogels** uit Natura 2000-gebieden, die buiten het broedseizoen gebruik maken van kavel I zijn niet uit te sluiten. Significante effecten zijn wel uit te sluiten.
- Significant negatieve effecten van kavel I op de broedpopulaties van **kleine mantelmeeuwen** uit de Nederlandse Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee zijn uit te sluiten. De additionele sterfte door het windpark is maximaal 0,06%, en dit valt onder de 1% natuurlijke mortaliteitsnorm.
- Effecten op enkele soorten **trekvoegels** op seizoenstrek uit Natura 2000-gebieden als gevolg van aanvaringen zijn niet uit te sluiten. Significante effecten zijn wel uit te sluiten.

Voor dit MER is ook een soortentoets uitgevoerd. Daaruit blijkt het volgende:

- Voor de meeste soorten waarvan in kavel I in windenergiegebied IJmuiden Ver slachtoffers worden verwacht, bedraagt de voorspelde sterfte bij alle soorten minder dan 1,0% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de populatie in de Nederlandse EEZ. De uitzonderingen betreffen de jan-van-gent en grote mantelmeeuw. Op basis hiervan kan voor alle soorten, behalve jan-van-gent en grote mantelmeeuw, met zekerheid uitgesloten worden dat de realisatie van kavel I in windenergiegebied IJmuiden Ver zal leiden tot effecten op de GSI van de betrokken populaties.

6.3 Onderwaterleven

De effecten op bodemdieren en vissen zijn klein van omvang. Een uitzondering geldt voor Sabellaria-banken. Dit is een kritische habitat die mogelijk in het plangebied aanwezig is. Deze rifvormende soort, die een rifbreedte van enkele meters kan bereiken en hiermee een habitat creëert voor andere soorten, kan door de aanleg van een turbine worden vernietigd. Bij het worst case alternatief waarbij 17 turbines meer worden geplaatst dan bij de best case zal dat effect groter zijn. Daarbij beslaat een gravity based fundering een groter oppervlakte dan een monopile fundering.

Voor zeezoogdieren treden tijdens de aanleg van het windpark effecten op voor zowel bruinvissen als zeehonden vanwege het onderwatergeluid dat ontstaat door hei-activiteiten. Tijdens het heien kunnen dieren verstoord worden, doordat zij zich binnen de geluidscontour bevinden waarbinnen een verandering van het gedrag optreedt. Uit de analyse blijkt dat bij toepassing van een geluidnorm van 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ of 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 meter van de geluidsbron, deze verstoring noch bij zeehonden noch bij

bruinvissen tot effecten op de populatie zal leiden, waardoor de effecten niet tot een verslechtering van de Staat van Instandhouding (Svi) leiden.

Tabel S7 Effectbeoordeling IJmuiden Ver onderwaterleven

Type	Fase	Effectbeoordeling	Alternatief 1	Alternatief 2
			67 x 15MW	50 x 20MW
Benthos	Alle	Verstoring	0	0
		Aantasting	-	-
		Habitatverlies	0	0
Vissen	Aanleg	Geluidstrillingen door heien	n.v.t.	0/-
		Bodemberoering: vertroebeling	0	0
		Bodemberoering: habitatdestructie	0/-	0/-
	Gebruik	Uitsluitel van visserij	0/+	0/+
		EMV door kabels	0/-	0/-
		Kunstmatig hard substraat	0/+	0/+
	Verwijdering	Verlies nieuw habitat	0	0
Zeezoogdieren	Aanleg	Verstoord oppervlak (km2)	0/-	0/-
		Aantal aangetaste dieren	0/-	0/-
		Aantal verstoorde dieren	0/-	0/-
		Tijdsduur van de verstoring	0/-	0/-
		Populatie-effecten	0/-	0/-

6.4 Scheepvaart en veiligheid

Tabel S8 Beoordeling scheepvaartveiligheid

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving met windturbines	-
	Gevolgschade van aanvaring en aandrijving	0/-
Scheepvaart	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0

In tegenstelling tot de overige onderwerpen, is voor scheepvaartveiligheid het cumulatieve effect van de verschillende windparken als uitgangspunt genomen. De geplande verkeersroutes voor het routegebonden verkeer wijzigen namelijk niet, aangezien de routestructuur op zee zodanig is ontworpen dat deze rekening houdt met de reeds aangelegde en aan te leggen windparken. Het beschouwde nulalternatief is dus ook het cumulatieve scenario.

Vanuit het meest recente onderzoek (waarbij aangenomen is dat er geen doorvaart in de windparken zal plaatsvinden) is de totale verwachte aanvaring -en aandrijffrequentie (met een turbine) voor het scenario

RK2030 0,987 per jaar (eens in de 1,0 jaar). Dit is het scenario uit de oorspronkelijke routekaart (t/m IJmuiden Ver I-IV) plus de versnellingsopgave, maar zonder de toekomstige routekaart 2040. Daarom is de beoordeling wat betreft kans op aanvaringen en aandrijvingen negatief (-).

6.5 Landschap

Voor beide kavels geldt dat de worst case turbines niet zichtbaar zullen zijn op ooghoogte. Op een hoogte van 20 meter (aan de kust) zijn de turbines theoretisch gezien zichtbaar. De meteorologische omstandigheden zullen echter vrijwel altijd de turbines aan het zicht onttrekken. Het windpark zal theoretisch minder dan 1% van de tijd (minder dan 1 dag per zomer, en op die dag minder dan 7 minuten lang) zichtbaar zijn.

Beoordelingscriterium	Beoordeling
Zichtbaarheid in percentage van de tijd	0

6.6 Overige gebruiksfuncties

De meeste effecten op de overige gebruiksfuncties worden neutraal beoordeeld omdat ze gering van omvang zijn, of op voorhand uit te sluiten. Dat geldt voor Mijnbouw, Luchtvaart (met uitzondering van helikopterverkeer), Zand-, grind- en schelpenwinning, Baggerstort, Scheeps-, wal- en luchtvaartradar, Kabels en leidingen, Telecommunicatie, Militaire activiteiten, en Recreatie en toerisme.

Tabel S9 Effectbeoordeling van de onderzochte onderwerp van het milieuaspect overige gebruiksfuncties.

Onderwerp	Beoordelingscriterium	Alternatief 1 67 x 15 MW	Alternatief 2 50 x 20MW
Visserij	Beperkingen visserij	0/-	0/-
Mijnbouw	Beperkingen olie- en gaswinning	0	0
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0	0
	Interferentie helikopterverkeer	-	-
	Interferentie Kustwacht	0	0
	Interferentie militaire luchtvaart	0	0
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	0	0
Baggerstort	Beperkingen baggerstortlocaties	0	0
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	Interferentie radar	0	0
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0	0
Telecommunicatie	Verstoring straalpaden	0	0
Militaire activiteiten en NGE	Interferentie Militaire activiteiten	0	0
	Aanwezigheid niet gesprongen explosieven	-	-
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart	0	0
	Beperkingen kustrecreatie	0	0
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0/-	0/-

Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0/-	0/-
-----------------------------	---	-----	-----

De effecten op de visserij als geheel worden licht negatief beoordeeld. De gebiedssluiting van de kavel is gering in vergelijking met het voor vissers beschikbare areaal. Wel is het mogelijk dat individuele vissers grotere effecten ondervinden dan anderen wanneer zij vaak gebruik maken van visbestekken binnen de kavel. De effecten voor Cultuurhistorie en archeologie zijn ook licht negatief beoordeeld door de aanwezigheid van (mogelijke) archeologische waarden waar rekening mee gehouden moet worden. Ook is er een licht negatief effect op bestaande windparken door de nabijheid van Hollandse Kust (west), waarop beperkte windafvang plaats kan vinden.

Voor helikopterverkeer (Luchtvaart) en NGE is de beoordeling negatief. De reden hiervoor is dat de kavel door een Helikopter Main Route doorkruist wordt. De komst van een windpark beperkt de minimale vlieghoogte en maakt het noodzakelijk deze te verhogen. Binnen de kavels is de aanwezigheid van NGE daarnaast zeer aannemenlijk waardoor er noodzakelijke maatregelen getroffen moeten worden. Hiermee kunnen de effecten goed gemitigeerd worden.

6.7 Elektriciteitsopbrengst

Tabel S10 Overzicht effectbeoordelingen Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies zonder mitigatie

Deelaspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling Alternatief 15 MW
Electriciteitsopbrengst	Electriciteitsopbrengst	++
Vermeden emissies	CO ₂ -emissie reductie	++
	SO ₂ -emissie reductie	++
	NO _x -emissie reductie	++

Voor de 15 MW turbine is een netto elektriciteitsopbrengst berekend van 4.164 GWh/jaar. Andere alternatieven met andere windturbintypes zullen ongeveer eenzelfde elektriciteitsopbrengst kunnen verzorgen. In de MERen voor de kavels van andere windenergiegebieden bleek steeds dat een opstelling met een ander aantal turbines en vermogen per turbine maar een opgesteld totaal vermogen dat ongeveer hetzelfde was (1 GW), tot min of meer dezelfde elektriciteitsopbrengst leidde.

De genoemde elektriciteitsproductie staat gelijk aan 0,77% van het landelijk energetisch eindverbruik van 1.994 PJ (in 2020, conform totaal bruto energetisch eindverbruik, bron: CBS). Kavel I in IJmuiden Ver kan circa 1.525.000 huishoudens van elektriciteit voorzien⁵.

De bijdrage van het windpark aan de reductie van CO₂, NO_x en SO₂ is evenredig met de netto energieopbrengst. De reductie is berekend aan de hand van het gemiddelde gebruik van brandstoffen bij elektriciteitscentrales.

⁵ Dit is niet hetzelfde als dat de elektriciteit ook daadwerkelijk naar zoveel huishoudens toegaat en wordt gebruikt door huishouders. Het geeft een indicatie van de omvang van de opwek, maar de elektriciteit zal het openbare elektriciteitsnetwerk voeden en worden afgenomen door in potentie alle elektriciteitsgebruikers die op het openbare elektriciteitsnetwerk zijn aangesloten.

Waarschijnlijk zullen turbines met een hoog vermogen én een relatief grote rotor de meeste elektriciteitsopbrengst genereren. De toekomstige windparkontwikkelaar is vrij om een optimum te bepalen binnen de bandbreedte waarbij uiteraard ook de kostprijs een rol zal spelen.

7. Cumulatie

In de volgende tabel is kort aangegeven welke cumulatieve effecten optreden en welke gevolgen dit heeft voor het te nemen kavelbesluit. In de eerste kolom wordt het aspect aangegeven, in de tweede kolom welke effecten in cumulatie relevant kunnen zijn en in de derde kolom wordt aangegeven welke gevolgen dit heeft voor het te nemen kavelbesluit.

Tabel S11 Relevante cumulatieve effecten en gevolgen

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen kavelbesluit
Morfologie en hydrodynamica	Op het schaalniveau van het windenergiegebied IJmuiden Ver zal het effect op morfologie en geologie neutraal zijn. Uit recente studies is echter gebleken dat zeer grootschalige ontwikkeling van windenergie op de Noordzee mogelijk effect kan hebben op (het mengen van) en de waterbeweging en morfologie. In welke mate de effecten ten aanzien van deze aspecten optreden en welke doorwerking dit heeft op overige geologische en ecologische processen is echter hoogst onzeker.	Geen gevolgen
Vogels en vleermuizen	<p><u>Vogels</u> Significant negatieve effecten in cumulatie kunnen voor alle vogelsoorten uitgesloten worden. Ook voor jan-van-gent en zilvermeeuw wordt de acceptable level of impact (ALI) voor beide alternatieven niet overschreden, terwijl dit binnen KEC 4.0 wel het geval was. Ook op basis van nieuwe ALI-normen kunnen significant negatieve effecten in cumulatie uitgesloten worden, met uitzondering voor alk en zeekoet in het internationale scenario (alle windparken in de zuidelijke Noordzee t/m 2027), in het nationale scenario (alle windparken in het Nederlandse deel van de Noordzee t/m 2027) kunnen significant negatieve effecten voor alk en zeekoet wel uitgesloten worden.</p> <p><u>Vleermuizen</u> Over vleermuizen is veel minder informatie beschikbaar dan over vogels. Dat vleermuizen over de Noordzee vliegen staat vast, maar hun aantallen, de populatiegroottes waarvan deze dieren afkomstig zijn en hun gedrag op zee zijn, is niet goed bekend. Volgens de gebruikte rekenmethode komt het aantal slachtoffers onder ruige dwergvleermuizen met 4.109 dieren ruim boven de PBR van 1.905 dieren.</p>	<p><u>Vogels</u> Er lopen verschillende onderzoeken naar mogelijke mitigerende maatregelen om de effecten te verminderen. Met die maatregelen kan mogelijk het aantal slachtoffers worden gereduceerd.</p> <p><u>Vleermuizen</u> Gebaseerd op huidige kennis is het niet met zekerheid uit te sluiten dat in het worst case-scenario negatieve effecten op de staat van instandhouding van ruige dwergvleermuis optreden, ook na het toepassen van een stilstandvoorziening als mitigatiemaatregel.</p>
Onderwaterleven	<p><u>Benthos en vissen</u> De toename van het aantal windturbines en funderingen zou kunnen leiden tot verandering in stroming, stratificatie of primaire productie van bodemdieren. Ook is het mogelijk dat de</p>	

	<p>kolonisatie door exoten faciliteert. Er is echter niet genoeg informatie beschikbaar om deze effecten te kunnen inschatten.</p> <p><u>Zeezoogdieren</u> Bij toepassing van een geluidnorm van 160 dB re 1μPa²s of 164 dB re 1 μPa²s op 750 meter van de geluidsbron, zal verstoring noch bij zeehonden noch bij bruinvissen leiden tot significante cumulatieve effecten.</p>	<p>Wanneer de in dit MER beschreven geluidsnormen wordt gehanteerd, kunnen effecten op de GSI van zeezoogdieren worden uitgesloten.</p>
Scheepvaart en veiligheid	<p>In dit MER wordt het cumulatieve effect van de verschillende windparken op zee niet apart beschouwd. Het beschouwde nulalternatief is dus ook het cumulatieve scenario.</p> <p>Vanuit het meest recente onderzoek is de totale verwachte aanvaring -en aandrijffrequentie (met een turbine) voor het scenario Rk2030 (1281 turbines) 0,56 per jaar (eens in de 1,8 jaar). Voor het scenario waarbij de versnelling is meegenomen loopt deze frequentie op naar 0,987 (eens in de 1,0 jaar).</p>	<p>Geen gevolgen.</p>
Landschap	<p>Het windkavel IJmuiden Ver ligt op grote afstand van de kust, en is alleen daardoor op jaarbasis minder dan 24 uur zichtbaar. Hetzelfde geldt voor het nabijgelegen windenergiegebieden zoals Hollandse Kust (west) en Nederwiek. Er wordt daarom geen significante bijdrage aan de cumulatieve effecten verwacht en zijn er geen mitigerende maatregelen noodzakelijk.</p>	<p>Geen gevolgen.</p>
Overige gebruiksfuncties	<p><u>Visserij</u> Bij de komst van meer windparken op zee neemt het totale ruimtebeslag toe. Hierdoor wordt een groter gebied gesloten voor de visserij. Het toekomstig cumulatieve effect van deze gebiedssluiting voor de visserij wordt mede bepaald door de toekomstige ontwikkelingen in de ecologie van de Noordzee en de beleidsmatige en sociaaleconomische context. De mogelijkheid dat er in de toekomst meer natuurgebieden worden gesloten voor de visserij, en de mogelijke sluiting van Britse wateren na 2025 vergroten dit effect.</p> <p><u>Archeologie</u> Met een groter aantal turbines op de Noordzee wordt ook de kans groter dat archeologisch resten worden aangetast, of NGE worden getroffen. De realisatie van de kavels binnen van windenergiegebied IJmuiden Ver vergroot deze kans, al zijn er goede mitigerende maatregelen voor beschikbaar.</p> <p><u>Recreatievaart</u> Voor de recreatievaart zijn de cumulatieve effecten beperkt omdat deze tot 24 meter lengte wordt toegelaten binnen bepaalde windparken, en er voor windparken waar dit niet is toegestaan doorvaartpassages worden</p>	<p>Geen gevolgen</p>

	aangewezen waar schepen tot 46 meter gebruik van kunnen maken. Daarbij maakt de recreatievaart met name gebruik maakt van de 10 à 20 km brede zone langs de kust, waardoor gebiedssluitingen verder op zee een beperkt effect hebben.	
Elektriciteitsopbrengst	<p>Door de toename van windparken op de Noordzee nemen de mogelijke zog-effecten toe. Voor kavel I van windenergiegebied IJmuiden Ver neemt het aantal vollasturen af van 4.190 tot 3.926.</p> <p>Wanneer rekening gehouden wordt met de andere kavels in IJmuiden Ver, en met de toekomstige Britse windparken, nemen de zogverliezen met 5.5 procentpunt toe van 12.1% tot 17.6%. Daardoor neemt de netto elektriciteitsopbrengst en de hoeveelheid vermeden emissies af met 6.3% van 4.211 GWh/j tot 3.946 GWh/j.</p>	Geen gevolgen.

8. Grensoverschrijdende effecten

Voor de aspecten vleermuizen en vogels én onderwaterleven zijn grensoverschrijdende effecten mogelijk te verwachten.

8.1 Vogels en vleermuizen

8.1.1 Broedvogels

Windenergiegebied IJmuiden Ver ligt buiten bereik van de meeste broedkolonies gelegen in Natura 2000-gebieden. Alleen broedende kleine mantelmeeuwen afkomstig uit de kolonies in de Nederlandse Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee kunnen het windenergiegebied in theorie bereiken. Windenergiegebied IJmuiden Ver ligt niet binnen de foerageerrange van andere Nederlandse of buitenlandse kolonies in Natura 2000-gebieden waarvoor een instandhoudingsdoelstelling voor kleine mantelmeeuw als broedvogel is geformuleerd.

8.1.2. Niet-broedvogels

Met de aanname dat zeevogels buiten het broedseizoen zich nomadisch verplaatsen over de gehele Noordzee, kunnen individuen op de (zuidelijke) Noordzee als één populatie worden gezien. De verwachting is daarom dat individuen die gebruik maken van Natura 2000-gebieden, en dus de 'populatie' van zo'n Natura 2000-gebied, vergelijkbare impact ondervinden als de Noordzee-populatie als geheel.

In dit hoofdstuk en de Passende Beoordeling is geconcludeerd dat significante effecten op populaties binnen Natura 2000-gebieden ook in cumulatie zijn uitgesloten. Dit geldt ook voor buitenlandse Natura 2000-gebieden.

8.2 Onderwaterleven

Vissen

Voor vissen geldt dat de effecten van heien marginaal zijn en bovendien sterk locatie gebonden. Het heien zal daarom geen grensoverschrijdende effecten tot gevolg hebben. Operationeel geluid van een windmolen heeft geen aantoonbaar effect op de visgemeenschap en daarmee dus ook geen grensoverschrijdende effecten.

Zeezoogdieren

De berekeningen die zijn gedaan wat betreft de effecten op zeezoogdieren gelden voor de populatie binnen het NCP. Er zijn geen berekeningen gedaan voor andere populaties. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen voor bruinvissen of zeehonden in Nederland of het buitenland. Er is daarom geen sprake van grensoverschrijdende effecten of directe externe werking.

9. Mitigerende maatregelen

Na toetsing blijkt dat bij de meeste aspecten kan worden voldaan aan de voorwaarden uit het wettelijk kader. Voor het beperken van cumulatieve effecten op vogels en vleermuizen en bruinvissen en het kunnen verzekeren dat geen verslechtering optreedt van de staat van instandhouding zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk. Het optreden van (resterende) negatieve effecten door aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark kan echter niet worden uitgesloten. Deze mogelijke resterende effecten kunnen worden gemitigeerd door de volgende maatregelen. Het zijn dus maatregelen die aanvullend genomen kunnen worden en besluitvorming over welke mitigerende maatregelen genomen worden vindt plaats in het kavelbesluit.

Tabel S12 Mogelijke mitigerende maatregelen

Aspect	Effect	Mogelijke mitigerende maatregelen
Vogels en vleermuizen	Verstoring	Bouwen in juni t/m september als er weinig verstoringsgevoelige soorten aanwezig zijn. Minimale verlichting op schepen toepassen, met een 'vogelvriendelijke' kleur
	Verstoring en slachtoffers	Inrichtingsmaatregelen toepassen, zoals het aanleggen van corridors of het gebruik van een alternatieve vorm van het windpark (ruit, vierkant, etc.). Over de effectiviteit en precieze invulling is echter nog niet veel bekend.
		Vergroot detectiekans van het windpark voor vogels door reflectors, lasers en geluid (afhankelijk van vogelsoorten en daarmee gebonden aan diverse beperkingen).
		Stilzetten windturbines bij bepaalde weersomstandigheden in combinatie met gesignaleerde trekpieken. Installeer een zo klein mogelijk aantal grote windturbines in plaats van groter aantal kleinere windturbines. Installeer twebladige in plaats van driebladige turbines. Door slim plannen van onderhoudswerkzaamheden, wanneer turbines stil worden gezet, kunnen slachtoffers worden voorkomen (denk aan periodes met verhoogde vogelactiviteit)
Verstoring	Slopen in een periode dat er weinig verstoringsgevoelige soorten aanwezig zijn.	
Onderwaterleven	Verstoring en habitatdestructie	<u>Benthos</u> Gebruik een zo klein mogelijke fundering. <u>Zeezoogdieren</u> Gebruik geluiddempende maatregelen (heimantels, bellenschermen, e.d.).

		<p>Kies voor de meest ondiepe locaties in het plangebied.</p> <p>Voer heiwerkzaamheden uit wanneer de dichtheid van het aantal zeezoogdieren laag is (herfst).</p> <p>Kies voor een klein aantal, relatief grote turbines in plaats van meerdere kleinere.</p> <p>Gebruik alternatieve funderingstechnieken, zoals trillen, schroeven of blue piling.</p> <p>Gebruik andere funderingen, zoals tripods, jackets of suction buckets.</p>
	Verstoring en habitatdestructie	<p><u>Benthos</u> Verwijder de windturbinezuilen en bestortingen niet, zodat de zich ontwikkelde gemeenschap blijft bestaan.</p> <p>Gebruik biologisch afbreekbare betonstructuren</p>
Scheepvaart en veiligheid	Aanvaringsrisico en scheepvaartbewegingen	<p>Gebruik maken van het Automatic Identification System (AIS) en VHF-antenne in het park</p> <p>Vessel Traffic Management (VTM)</p> <p>Aanvullende markering en identificatie windturbines</p> <p>Inzetten van een Emergency Towing Vessel</p> <p>Extra SAR-capaciteit</p> <p>ETV uitrusten met bestrijdingsmiddelen tegen olie-verontreiniging</p> <p>Fysieke barrière bij windparken om aandrijving te voorkomen</p>
Morfologie en hydrodynamica	n.v.t.	n.v.t.
Landschap	n.v.t.	n.v.t.
Overige gebruiksfuncties	Beperking visserijgebieden	Er zijn mogelijkheden voor het visserijvriendelijk inrichten van windenergiegebieden. Voor de betrokken partijen in zijn geheel lijken de baten echter niet op te wegen tegen de kosten.
	Separatie-eis HMR KY650	Verplaats de HMR of verhoog de minimale vliegroute
	Niet-gesprongen explosieven	Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen.
	Aantasting archeologische waarden	De locatie van een windturbine of kabel wijzigen om zo een (mogelijk) archeologisch object te ontwijken.
	Mogelijke verstoring van bestaande straalpaden	Rekening houden met halve rotor + 2° fresnel-zone rondom straalpad bij plaatsing van de windturbines.
Elektriciteitsopbrengst	n.v.t.	n.v.t.

10. Overwegingen voorkeursalternatief

Inleiding

In deze paragraaf worden enkele overwegingen meegegeven ten behoeve van keuze van het voorkeursalternatief, welke mogelijk wordt gemaakt in het kavelbesluit. Het gaat dan om de bandbreedte die is beschouwd in dit MER en de te nemen mitigerende maatregelen.

Overwegingen bandbreedte

Er zijn geen aspecten in dit MER die de beschouwde bandbreedte inperken.

Overwegingen te nemen mitigerende maatregelen

Een aantal maatregelen is nodig om effecten op stikstofgevoelige habitattypen, cumulatieve effecten op vogels, vleermuizen en bruinvissen te beperken en om de gunstige staat van instandhouding te kunnen garanderen. Het gaat om bijvoorbeeld een stilstandvoorziening bij vogel- en vleermuistrek en het voldoen aan een geluidsnorm voor onderwatergeluid bij het heien. In tabel S12 staan de mogelijke maatregelen die in dit MER zijn genoemd, waarmee effecten kunnen worden gemitigeerd. De keuze wordt in het kavelbesluit toegelicht.

Conclusie

Het kavelbesluit kan de voorkeursbandbreedte van de kavel op de beschouwde locatie mogelijk maken. Wel dient de toepassing van (ten minste) de noodzakelijke maatregelen in het kader van vogels, vleermuizen en bruinvissen geborgd te worden.

11. Leemten in kennis

Inleiding

Hoewel er de laatste jaren flink wordt gebouwd aan nieuwe windparken op zee, heeft de ontwikkeling van windparken op zee toch een relatief korte geschiedenis. Er zijn monitoringsevaluaties bekend van onder andere parken op zee in Engeland, Denemarken, Duitsland en Nederland. Het gaat om resultaten van relatief korte monitoringsperiodes. Beter inzicht in de exacte aard en omvang van de effecten met (empirisch) onderzoek kan pas op de lange termijn worden geboden. Wel bieden huidige ontwikkeling en onderzoeksprogramma's handvatten voor een effectvoorspelling, zoals in dit MER met een worst-case-aanpak gepresenteerd wordt. Tijdens (het vooronderzoek van) de effectvoorspelling voor het voorliggende MER zijn verschillende leemten in kennis geconstateerd die het inzicht in de aard en omvang van de effecten van een windpark in kavel I beperken. Er blijven kennisleemten bestaan over de effecten, onder meer over de cumulatieve effecten van meerdere windparken onderling en in cumulatie met andere activiteiten op de Noordzee.

De leemten in kennis die bestaan, zijn niet alleen toe te schrijven aan het recente verleden van windenergie op zee. In brede zin dient veel kennis over diersoorten en hun dichtheden, diversiteit en gedrag nog aangevuld te worden. In deze paragraaf worden leemten in kennis toegelicht die relevant zijn in het kader van dit MER. Achtereenvolgens worden de leemten in kennis beschreven ten aanzien van de effectinschatting op vogels, onderwaterleven, morfologie en hydrodynamica, scheepvaart, landschap, overige gebruiksfuncties en elektriciteitsopbrengst.

Vogels en vleermuizen

Er zijn leemtes in kennis over aanvaringsrisico's, barrièrewerking en verstoring door windparken op zee (zowel overdag als 's nachts). Met name soort-specifieke kennis ontbreekt. Validatie van modellen om aanvaringssslachtoffers te voorspellen op zee ontbreekt. Ook over verstoringgevoeligheden en verstoringafstanden van zeevogels zijn nog leemtes in kennis, evenals in hoeverre vogels kunnen wennen aan windparken. Op basis van literatuur is aangenomen dat 10% van de verstoorde vogels sterft. Het is niet bekend in hoeverre deze aanname overeenkomt met de werkelijkheid, maar wel kan worden gesteld dat 10% aan de veilige kant is (worst-case aanname).

Voor vleermuizen geldt dat er leemtes in kennis zijn ten aanzien van de basiskennis over populatieomvang en soort-specifieke verspreiding. Onbekend is het relatieve belang van de Noordzee voor verschillende soorten vleermuizen en hun veranderingen in gedrag door de aanwezigheid windparken.

Onderwaterleven

Benthos

Kennisleemten bestaan ten aanzien van het kunnen voorspellen van de gevolgen van de abiotische veranderingen (vooral sedimentverandering in de omgeving van het windpark) op benthos. Ook de gevolgen van elektromagnetische velden langs de kabels zijn nog niet goed bekend. Daarnaast staat het onderzoek naar de effecten van zeebodenvibraties vanwege heiwerkzaamheden nog in de kinderschoenen (Roberts & Elliot 2017). Verder onderzoek is nodig om aan te tonen of deze effecten omkeerbaar zijn, en of deze effecten door kunnen werken op gemeenschaps- en populatieniveau.

Over indirecte effecten op plankton en benthos in beschermde gebieden door de aanleg van een windpark zijn modelstudies ontwikkeld (Boon et al. 2018; Zijl et al. 2021). De modelresultaten zijn op dit moment nog niet geschikt om voorspellingen te doen over van wat er in de toekomst zal gebeuren. Positief dan wel negatieve effecten zijn nog niet uit te sluiten.

Naarmate er meer (of grotere) windparken op zee komen, zal dit resulteren in een groter areaal aan beschikbaar hard substraat oppervlak door turbinezuilen, beschermende bestortingen en verhoging van het aantal scheepvaartbewegingen. Dit kan de kolonisatie door exotische marine fauna die geassocieerd is met harde substraten van dit deel van de Noordzee faciliteren/versnellen. In hoeverre dit daadwerkelijk optreedt is tot op heden nooit onderzocht.

Vissen

Een belangrijke leemte in kennis betreft de invloed van menselijke geluidsbronnen op in of in de nabijheid van de bodem levende vissen en ongewervelde dieren (Hawkins et al. 2021). Het is waarschijnlijk er vissen en bepaalde ongewervelden zijn die dit kunnen waarnemen. Of dit ook tot effecten op het gedrag en de fitness leidt, is onbekend. Voor vissen is al het nodige onderzoek uitgevoerd naar de effecten van onderwatergeluid op vissen (Bolle et al. 2012, Debusschere et al. 2014, Popper et al. 2014). Hieruit blijkt dat vissen veel minder gevoelig zijn voor onderwatergeluid dan zeezoogdieren en dat sommige soorten (met zwemblaas) gevoeliger zijn dan andere soorten.

Ook worden in de kavelbesluiten enkel geluidsnormen genoemd voor de constructiefase (vooral vanwege het heien van de funderingen), maar niet voor de operationele fase van het windpark. Dit maakt het mogelijk dat windparkontwikkelaars de tipsnelheid van rotors onbegrensd kunnen verhogen, wat hogere geluidsniveaus in de operationele fase, ook waarschijnlijk onder water, met zich meebrengt. Omdat het momenteel niet goed bekend is of het geluid van windturbines een rol speelt in de verstoring van vissen, is niet te zeggen of een onbegrensde tipsnelheid en de daarmee gepaard gaande geluidsniveaus tot verhoogde verstoring onder vissen leiden. Vooralsnog is niet bekend of een onbegrensde tipsnelheid en de daarmee gepaard gaande operationele geluidsniveaus tot verhoogde verstoring onder vissen leiden. Gericht onderzoek naar het effect van verschillende operationele geluidsniveaus op het gedrag van vissen zal dit moeten aantonen.

Zeezoogdieren

De belangrijkste leemten in kennis met gevolgen voor de omvang van de berekende effecten hebben betrekking op onderliggende aannames ten aanzien van:

- Onzekerheden in de procedure voor het bepalen van populatie-effecten
- Kwantificering van brongeluid en geluidpropagatie
- Dosis-responsrelatie voor verstoring/gedragsverandering

- Kwantificeren van het aantal verstoorde dieren
- Doorvertalen van effecten op individuele bruinvissen naar populatie-effecten (iPCoD)
- Doorvertalen van bruinvisverstoring naar effecten op vital rates
- Aannames in iPCoD-model over populatieontwikkeling en demografische parameters
- Toepassen van Interim PCoD-model voor het doorvertalen van effecten op gewone en grijze zeehonden
- Toepasbaarheid van alternatieve installatietechnieken
- Onzekerheid over de effecten van toepassing van andere funderingstypen
- Continu geluid tijdens de aanleg- en exploitatiefase
- Verwijdering bestaande windparken en onderwatergeluid

Scheepvaart en veiligheid

Bij draaiende windparken op zee wordt gemonitord hoeveel en welke schepen gebruik maken van de omgeving van het windpark en hoeveel en welke incidenten hierbij plaatsvinden. Met de gegevens die daaruit voortkomen zal besloten worden of het gewenst is om hier een afwegingskader en een kansmodel voor te ontwikkelen. Het gedrag en de verkeersstromen van niet-routegebonden verkeer, dat in het SAMSON model buiten windenergiegebied IJmuiden Ver is geplaatst, kan tevens gemonitord worden. Verder kunnen de scenario's en impact van aanvaringen en aandrijvingen met windturbines verder onderzocht en uitgewerkt worden.

Zo zijn in dit MER voor het bepalen van persoonlijk letsel bepaalde aannames gedaan. Het is bijvoorbeeld niet bekend wat de kans is dat de mast op dan wel van het schip af valt bij aanvaringen en aandrijvingen. Ook komt het bezwijkgedrag van windturbines uit een studie uit 2000 (Barentse, 2000), terwijl windturbines fors groter zijn geworden.

In het kader van de doorgroei van windenergie op zee is in cumulatieve zin gekeken naar scheepvaartveiligheid en wordt er nagedacht hoe geconstateerde kennisleemten en hiaten in te vullen zijn. Door MARIN is een onderzoek uitgevoerd naar de scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen door het gecombineerde effect van de autonome ontwikkeling en de uitrol van de routekaart windenergie op zee 2030⁶. Meer recentelijk is een vergelijkbaar onderzoek gedaan waarbij ook de versnellingsopgave voor 2030 is meegenomen⁷. Naar aanleiding van beide onderzoeken is besloten een monitorings- en onderzoeksprogramma op te zetten voor de scheepvaart, om kennisleemten en hiaten in te vullen. Onderdeel van die hiaten is de effectiviteit van de voorgestelde mitigerende maatregelen. Dit programma is in het voorjaar van 2021 gestart onder de naam MOSWOZ (Monitorings- en Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee).

Morfologie en hydrodynamica

Er is nader onderzoek nodig ten aanzien van de mogelijke effecten op stratificatieprocessen en waterbeweging van een grootschalige (internationale) ontwikkeling van windenergie op de Noordzee. In Van Duren et. al 2021 is reeds een goede aanzet gedaan voor het gecumuleerd in kaart brengen van de ontwikkelingen van windparken op de Noordzee. Zij geven echter een aantal belangrijke aanbevelingen om nader onderzoek naar de gecumuleerde effecten uit te voeren. De daadwerkelijke impact op de

⁶ Zie <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/scheepvaart/> voor meer informatie en het onderzoek.

⁷ Koldenhof, Y. SAMSON-analyse Wind op Zee; versnellingsopgave 2030 met doorkijk naar 2040, MARIN, 31797-1-MO-rev0.2, 7 maart 2022

stratificatieprocessen en waterbeweging in de Noordzee van ontwikkelingen op het Nederlands continentaal plat zijn niet eenduidig te benoemen.

Landschap

Voor het thema Landschap zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de effectbeschrijving.

Overige gebruiksfuncties

Buiten de reeds genoemde onderwerpen waarop nader onderzoek nodig is, zijn er voor het milieuaspect Overige gebruiksfuncties geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de effectbeschrijving in dit MER.

Elektriciteitsopbrengst

Het milieuaspect elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies kent significante leemten in kennis. Naar verwachting geven de opbrengstberekeringen in dit hoofdstuk een goede indicatie van de werkelijk te behalen opbrengst. Met een windmeetcampagne kan een meer accurate benadering van het windklimaat worden gesimuleerd die leidt betrouwbaardere resultaten, echter zijn deze niet beschikbaar op het moment van schrijven en zal deze naar verwachting door de uiteindelijke vergunninghouder worden uitgevoerd. Ook zijn er momenteel geen gegevens van daadwerkelijk in productie zijnde 15 MW offshore turbines beschikbaar. Er in de berekeningen gebruik gemaakt van de turbinekenmerken die door de IEA zijn opgesteld voor een fictieve, 15 MW onderzoeks-turbine (Offshore reference-15.000 IEA). Het gebruik hiervan leidt naar verwachting niet tot significant andere resultaten.

Conclusie

De leemten in kennis leiden er niet toe dat geen goed beeld verkregen is van de effecten van een windpark in kavel I in windenergiegebied IJmuiden Ver. Wel is het bij de besluitvorming van belang inzicht te hebben in de onzekerheden die bij de effectvoorspellingen een rol hebben gespeeld. Dit inzicht is verstrekt met dit MER.

13 Monitoring en evaluatie

13.1 WOZEP

Het monitorings- en evaluatieprogramma Wozep (windenergie op zee ecologisch programma) richt zich op belangrijke ecologische vragen rond bouw en exploitatie van windparken op zee die vooral een generiek karakter hebben en niet zozeer windpark specifiek zijn.

Onder het Wozep valt zowel de dóór-ontwikkeling van het instrument KEC (update en implementatie van kennis) als het MEP (het monitoring en onderzoeksprogramma). Onder het MEP valt monitoring en onderzoek zoals dat verplicht is gesteld vanuit de Wet Milieubeheer.

Het Wozep vervangt daarmee de monitoringsverplichting per windpark. Zo wordt ook een efficiëntieslag gemaakt die bovendien bijdraagt aan een kosten efficiënte realisatie van de doelstellingen voor windenergie op zee.

Bij de evaluatie van het Wozep wordt aandacht besteed aan de doorvertaling van de nieuwe kennis enerzijds in het instrument KEC (dit kan ook betekenen het checken van aannames en/of effectberekeningen); anderzijds als doorvertaling naar beleid- en beheerconsequenties. Voorbeeld van dat laatste is het opleggen of aanpassen van mitigerende maatregelen. In het Wozep richt het onderzoek zich

met name op het verkrijgen van meer inzicht in de cumulatieve ecologische effecten en brengt dit in beeld en adviseert de bevoegde gezagen hierover.

Stand van zaken

Eind 2016 is een meerjarig monitoring- en onderzoeksprogramma opgeleverd waarin globaal de onderzoekslijnen voor de periode 2017-2023 zijn geschetst. Keuze van de onderzoekslijnen wordt bepaald door een afweging op twee tijdshorizonten:

- Korte termijn (tot 2023): gericht op gebruik van de resultaten in de geplande windparken. Centraal hierin staat het onderzoek naar de aannames die in de ecologische beoordeling voor deze parken zijn gedaan. Daarnaast worden ook nut, noodzaak en effectiviteit onderzocht van de maatregelen die worden opgelegd aan de windsector om ecologische schade te beperken;
- Lange termijn (na 2023): welke kennis is nodig om verdere uitbreiding van windparken op zee op een verantwoorde manier te kunnen laten plaatsvinden, wat zijn de te verwachten effecten van het verder uitbreiden van het aantal windparken op de Noordzee, waar precies kunnen ze komen en met welke mogelijke consequenties, hoe kunnen negatieve effecten in voldoende mate worden vermeden, etc.

Voor meer informatie zie de website: <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch>.

De leemten in kennis uit dit MER bieden input voor monitoring binnen WOZEP (voor de ecologische aspecten) en voor monitoring voor de aspecten scheepvaart en morfologie en hydrologie.

13.2 MOSWOZ

In 2019 heeft Rijkswaterstaat de cumulatieve effecten van windparken op de scheepvaartveiligheid onderzocht. Het gaat om de windparken die tot 2030 worden gebouwd op het zuidelijke deel van de Nederlandse Noordzee. In totaal betreft het circa 850 extra windturbines over een gebied van zo'n 1.600 km².

Ondanks het vele onderzoek en de betrokkenheid van allerlei experts zijn er nog onzekerheden over de daadwerkelijke risico's en over de effectiviteit van een aantal maatregelen. Dat is de reden dat het Monitorings- en Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee (MOSWOZ) is gestart. Het programma loopt tot 2029 en houdt de komende jaren de vinger aan de pols bij ontwikkelingen rond scheepvaartveiligheid in relatie tot de uitrol van windparken op zee. De uiteindelijke doelen zijn om meer inzicht te krijgen in het effect op scheepvaartveiligheid van windparken op zee en om tijdig te kunnen inspelen op innovaties op dit gebied.

Om deze doelen te bereiken heeft MOSWOZ de genoemde kennisleemtes uitgewerkt in onderzoeksvragen en vervolgens gebundeld in verschillende thema's. Binnen die thema's zal in de komende jaren gezocht worden naar de antwoorden op onderzoeksvragen, om zo beleidsmakers en andere betrokkenen goed te kunnen ondersteunen en adviseren.

Het programma is zo ingericht dat het gebruik kan maken van voortschrijdend inzicht. Keuzes en prioriteiten worden afgestemd op de actualiteit.

Tabel S13 MOSWOZ Thema's

Thema	Uitleg thema
Monitoring	Gericht op actuele risico-ontwikkeling op zee als gevolg van windparken voor alle scheepvaart
Veiligheid	Gevolgen van aanvaringen en aandrijvingen windturbines
Doorvaart	Risico's doorvaart windparken versus omvaren
Vessel Traffic Monitoring	Inrichtingseisen Vessel Traffic Monitoring (VTM)
Emergency Towing Vessels	Verkennen inzet meerdere Emergency Towing Vessels (ETV's) – effectiviteit en modus operandi
Hydro-meteo	Hydro-meteo in relatie tot scheepvaartveiligheid – effecten windparken op wind, golven en zicht – verbeteren weerwaarschuwingen
Ankergebieden	Ankergebieden beter benutten
Crisisorganisatie	Verkennen impact op crisisorganisatie (vanwege complexiteit)
Buitenlandse benchmarking	Buitenlandse benchmarking windparken onder andere constructieve eisen aan windturbines, inzet van maatregelen, harmonisatie.

Voor meer informatie, zie de website: <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/scheepvaart-moswoz/>

English summary

1. Introduction

The Netherlands has set ambitious targets for achieving sustainable - renewable - energy production. Wind energy plays a prominent role in achieving that target. The period up to 2030 has so far focused on the Climate Accord target of producing 49 TWh of offshore wind energy annually by 2030. This requires a capacity of about 11.5 gigawatts (GW).

In addition to this target, by establishing three new wind farm zones in the North Sea Programme, the minister has indicated his intention to realise an additional 10.7 GW of offshore wind by 2030.

The Offshore Wind Energy Act allows the national government to issue sites for the development of offshore wind farms.

To meet these targets by 2030, new sites will be established and issued in the coming years. The sites will be established within the boundaries of the areas designated as wind farm zones in the North Sea Programme 2022 - 2027. The Wind Farm Site Decision determines where and under what conditions a wind farm may be built and operated. Following a Wind Farm Site Decision, licensing follows. Only the permit holder has the right to build and operate a wind park at the location of the site. The Water Decree lays down general rules for offshore wind farms.

The Minister for Climate and Energy, in agreement with the Minister for Infrastructure and Water Management, the Minister for Housing and Spatial Planning and the Minister for Nature and Nitrogen, can take a Wind Farm Site Decision and prepares an Environmental Impact Assessment (EIA) for the purpose of the Wind Farm Site Decision.

This document concerns the Environmental Impact Assessment for site I in the IJmuiden Ver Wind Farm Zone (see Figure S1). The Environmental Impact Assessment describes the environmental effects that occur during the construction, operation and removal of wind turbines.

In this summary, the following sections are covered after this introduction (section 1):

2. the policy context and the reason for the Wind Farm Site Decision to be taken;
3. the choice of location for IJmuiden Ver wind farm zone;
4. the site subdivision of IJmuiden Ver wind farm zone;
5. the method of the EIA;
6. the result of the EIA;
7. cumulation;
8. cross boundary effects;
9. mitigation;
10. considerations of the preferred alternative;
11. gaps in knowledge and information;
12. monitoring and evaluation.

2. Policy context and reason for Wind Farm Site Decisions

The Offshore Wind Energy Roadmap includes plans to develop wind farms with a total capacity of about 21.5 GW in the following wind farm zones:

- Borssele with a capacity of 1,502 MW;
- Hollandse Kust (zuid) with a capacity of 1,520 MW;
- Hollandse Kust (west) with a capacity of 2,100 MW;
- North of the Wadden Islands with a capacity of 700 MW;
- IJmuiden Ver with a capacity of approximately 6,000 MW;
- Nederwiek with a capacity of approximately 6,000 MW;
- Doordewind with a capacity of 4,000 MW;

In accordance with this roadmap, about 11 GW of offshore wind capacity should be operational by 2030. The offshore wind roadmap thus looks as shown in Figure S1. Table S1 also shows the site subdivision for each wind farm zone.

Figure S1 Offshore wind energy roadmap June 2022



Table S1 Additional roadmap offshore wind energy 2030 (June 2022)

Size (ca. GW)	Wind farm zone, site(s)	Site tenders	(expected) commissioning of wind parks
1,0	In 2015 existing offshore wind parks	-	-
0,7	Borssele, sites I en II	Realised in 2016	2020
0,7	Borssele, sites III, IV en V	Realised in 2016	2020
0,7	Hollandse Kust (zuid), sites I en II	Realised in 2017	(2022 - 2023)
0,7	Hollandse Kust (zuid), sites III en IV	Realised in 2019	(2022 - 2023)
0,7	Hollandse Kust (noord), site V	Realised in 2020	(2023)
0,7	Hollandse Kust (west), site VI	Realised in 2022	(2025 - 2026)
0,7	Hollandse Kust (west), site VII		(2025 - 2026)
1,0	IJmuiden Ver, site III	Fourth quarter of 2023	(2028)
1,0	IJmuiden Ver, site IV		(2028)
1,0	IJmuiden Ver, site I		(2029)
1,0	IJmuiden Ver, site II		(2029)
1,0	IJmuiden Ver (noord), site V	Second quarter of 2025	(2029)
1,0	IJmuiden Ver (noord), site VI		(2029)
2,0	Nederwiek (zuid), site I	2026	(2030)
2,0	Nederwiek (zuid), site II		(2030)
2,0	Nederwiek (zuid), site III		(2031)
0,7	Hollandse Kust (west), site VIII	2026/2027	N.t.b.
0,7	Ten noorden van de Waddeneilanden, site I	2026/2027	(2031)
2,0	Doordewind, site I	2027	(2031)
2,0	Doordewind, site II	2027	(2031)

This Environmental Impact Assessment has been prepared for Site I of IJmuiden Ver Wind Farm Zone.

3. Site choice offshore wind farm zones

The North Sea Programme 2022 - 2027 reconfirmed previously designated areas as wind farm zones. In doing so, it was chosen to only indicate the contours of the wind farm zones. The sites have not yet all been defined. In the process, the IJmuiden Ver wind farm zone has been given a modified boundary so that there is no overlap with Natura 2000 area the Brown Bank. This had no effect on sites I - IV.

Site selection in previous Environmental Impact Assessment

In the Strategic Environmental Assessment accompanying the National Water Plan 2009 - 2015, it was investigated whether the IJmuiden Ver Wind Farm Zone is suitable for the realisation of wind energy. The effects of wind energy in the IJmuiden Ver Wind Farm zone were generally examined in terms of ecology, shipping safety, other user functions (oil and gas, fishery, sand extraction, defence, etc.), geology and hydrology, landscape (visibility), recreation (navigation), cultural history and archaeology. The Strategic Environmental Assessment accompanying the National Water Plan 2009-2015 also looked at suitability in

comparison to other wind farm zones designated for wind energy.⁸ It follows that the area is no less suitable than the other designated zones. In a general negative effects are similar. In terms of shipping and recreation, the effects are less than for the Hollandse Kust Wind Farm Zone (zuid, noord and west).

In the Environmental Impact Assessment for the sites of Wind Farm Zone Borssele and for Sites I and II of Hollandse Kust (zuid), a general comparison was made between the wind farm zones. This general comparison highlights specific aspects that need to be taken into account in the further development of wind energy in the wind farm zones, such as the effect on marine mammals and birds. This Environmental Impact Assessment will pay explicit attention to these aspects.

North Sea Programme site selection study

The North Sea Programme (PNZ) 2022-2027, which is part of the National Water Programme (NWP), has mapped eight search areas eligible for designation as wind farm zones in the North Sea until 2040. There are also four already designated and not yet used (parts of) wind farm zones, which have been reconfirmed. In fulfilling the target and the required acceleration till 2030, offshore wind energy plays a vital role. According to the Additional Task Steering Group, 10 GW of offshore wind energy is needed to achieve 55% CO₂ reduction. To this end, the study examined what is needed to fulfil the remaining target of the 49% target (0.7GW) in the existing wind farm zones and to find space for the additional EU acceleration target (55%) until 2030.

Showing from the supplement Strategic Environmental Assessment for the North Sea Programme that the 10.7 GW in the newly designated and partly re-designated wind farm zones are needed in their entirety to meet the 55% EU target. It was also examined which previously designated wind energy areas have the most suitable space to realise the remaining task for the 49% target.

This space has been found in the Hollandse Kust (west) Wind Farm Zone. The southern part of this wind farm zone has been reconfirmed in the North Sea Programme. The two northern sites of the IJmuiden Ver Wind Farm Zone have also been reconfirmed in the North Sea Programme (see figure S2). IJmuiden Ver is thus part of the roadmap to meet the CO₂ target in 2030. Further CO₂ reductions will be achieved with the newly designated wind farm zones.

A location trade-off between the newly designated and partly reconfirmed areas with the IJmuiden Ver Wind Farm Zone is not necessary since all designated areas are necessary to achieve the targets.

4. Site subdivision

The designated IJmuiden Ver Wind Farm Zone is located in the Dutch Exclusive Economic Zone (EEZ). The area is about 62 kilometres from the coast. The wind farm zone originally had a total area of 1170 square kilometres. However, the North Sea Programme 2022-2027 adjusted the southern boundary of the IJmuiden Ver Wind Farm Zone due to the designation of the Brown Bank as a Birds Directive area. The intended area for sites I-IV extends southwards to this new southern boundary and covers an area of about 388 square kilometres. The water depth in the entire (originally designated) wind energy area ranges from 16.8 to 46.9 metres (lowest astronomical tide - LAT).⁹

⁸ Royal Haskoning, PlanMER Ontwerp Nationaal Waterplan, 31 maart 2009

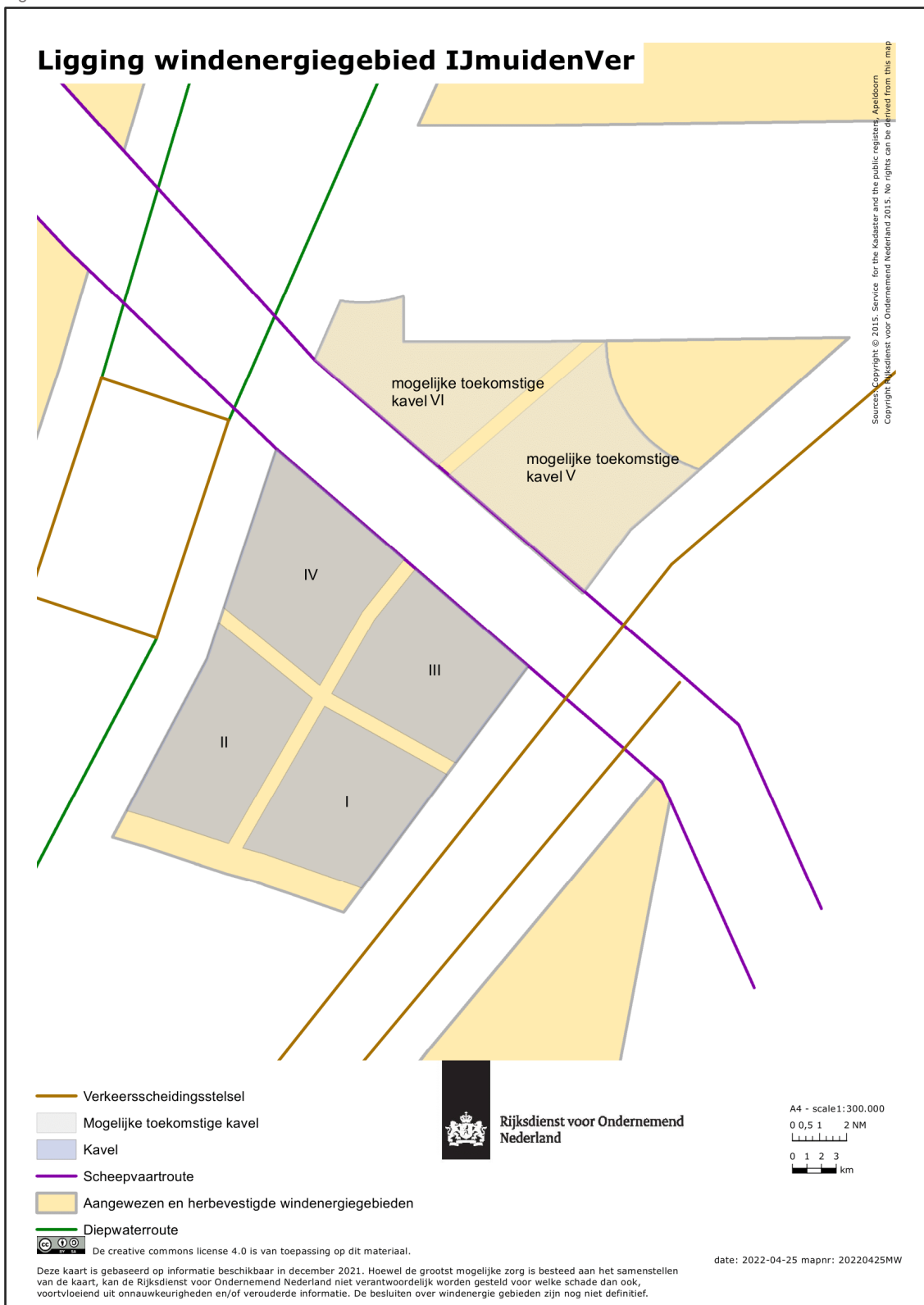
⁹ Voor meer informatie over de kenmerken van het gebied, zie de locatiestudies op <https://offshorewind.rvo.nl/generalIJmuiden>

Within the IJmuiden Ver Wind Farm Zone, there is space for six sites of about 1 GW each. The tenders of sites I to IV are planned in the fourth quarter of 2023. The tenders for sites V and VI, north of the proposed clearway, are planned in the second quarter of 2025. One of the main points of departure of the North Sea Programme 2022-2027 is to combine the use of scarce space in the North Sea as much as possible with relatively compact sites of about 10 MW/km².

In the site subdivision process of the zones various frameworks and guidelines are used. For example, the North Sea Programme 2022-2027 includes the 'Design process: distance between mining sites and wind farms' and the 'Design criterion distance between shipping lanes and wind farms'. Studies have also been conducted on the effects of wake turbulence from wind turbines on flight safety and on the helicopter accessibility¹⁰ of mining platforms.

¹⁰ NLR, in opdr. van Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Offshore windturbinezog en veilige helikopteroperaties, ref. NLR-CR-2016-266, 2016. Zie ook: To70, in opdr. van RvO.nl, Effect of wind turbine wake turbulence on offshore helicopter operations in and around wind farms, ref 19.200.01, 2020.

Figure S2 Location of IJmuiden Ver Wind Farm Zone and site subdivision



Site I

Site I of the IJmuiden Ver Wind Farm Zone is located on the southeast side of the wind farm zone. As indicated, the currently drawn southern boundary has been placed there because of the Brown Bank, which was recently designated as a Birds Directive area. On the eastern side of the site is a shipping lane and on the western side the boundary with Site II, including the future location of the offshore platform of the IJmuiden Ver wind farm zone Alpha. On the north side, the site is bordered by Site III. In between Site I and Site III part of the cable route for the offshore grid IJmuiden Ver Beta is planned.

5. Method of impact Assessment

Bandwidth

In an Environmental Impact Assessment, alternatives of an activity are assessed by examining the effects an activity might have and comparing them side by side. As stated above this Environmental Impact Assessment does not examine site alternatives. Instead this Environmental Impact Assessment examined alternatives for one area with one wind farm (so-called 'site'). The alternatives consist of a range or bandwidth (see text box) of different wind turbine types and configurations possible within such a site.

The site within the IJmuiden Ver Wind Farm Zone is thus issued with the possibility for the wind farm developer configure the site as it wishes. The bandwidth within which it must remain is laid down in the Wind Farm Site Decision.

Bandwidth

This site is issued with a predetermined bandwidth. This allows for a flexible site design within which different types of turbines, configurations and foundations are possible. Within the bandwidth, the developer has the freedom to create an optimal design for the wind farm in terms of cost-effectiveness and energy yield. This bandwidth approach places specific requirements on the Environmental Impact Assessment. All environmental impacts associated with all possible configurations enabled by the wind farm site decision must be investigated. However, investigating all possible configurations is not possible due to the multitude of conceivable combinations. Therefore, a worst-case approach is adopted: if the worst-case situation of the bandwidth is acceptable in terms of impacts, then all setups within the bandwidth are possible.

Alternatives

The worst case situation will be different for different aspects (e.g. different for birds than for marine mammals). The study takes this into account by examining and comparing multiple worst case situations as alternatives in the Environmental Impact Assessment. The parameters delineating the worst case situations are named and described; for example, things like maximum number of turbines, maximum lower/upper limit of the rotor, maximum rotor swept area, characteristics of the foundation construction method, etc.

To obtain a picture of the possibilities to reduce impacts, mitigating measures are also identified and examined for each aspect. This prevents only a worst-case situation from being portrayed and identifies opportunities for optimisation.

The bandwidth of the site to be issued is shown in the following table. The values of the bandwidth are based on the current state of the art and expectations regarding developments for the coming years. The upper and lower limits of the bandwidth will be laid down in the Wind Farm Site Decision.

Table S2 Bandwidth EIA

Subject	Bandwidth
Installed capacity site	approx. 1 GW
Maximum number of turbines	67
Power of individual wind turbines	Min15 MW
Tip height (top) individual wind turbines	Maximum 305 meter
Tip height (bottom) individual wind turbines	Minimum 25 meter
Rotor diameter individual wind turbines	236 – 280 meter
Spacing between wind turbines	Minimum 4 times the rotordiameter
Number of blades per wind turbine	2, 3
Type of foundations	Monopile, multipile, gravity based structure, suction bucket
Maximum noise level (in case of pile driving)	160 or 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ SELss 750 metres from the noise source
In case of foundation piling: diameter of foundation pile/piles and number of piles per turbine:	
Monopile	1 pile of 11,5 to 15 meter
Multipile (including 'tripods' en 'jackets')	3 to 4 piles of 3 - 5 meter
In case of foundation without piling: dimensions on seabed:	
Gravity Based	Up to 50 meter in diameter
Suction Bucket	Up to 30 meter in diameter
Electrical infrastructure (inter-array cabling)	66 kV, buried at a depth of 1 metre

The worst case situation may be different for different aspects, e.g. for birds and for marine mammals. The table below shows the worst case and best case for the different environmental aspects.

Table S3 Worst and best case within the bandwidth for each environmental aspect.

Environmental aspect	Bandwidth	Alternative (Worst case)	Alternative (Best case)
	Birds and bats		67 x 15 MW-turbines Tip (bottom) 25 m rotordiameter 236 m
Marine life*		67 x 15 MW-turbines 1 turbine location per day	50 x 20 MW-turbines turbine location per day
Shipping		67 x 15 MW-turbines	50 x 20 MW-turbines

Geology and hydrology	50 x 20 MW-turbines with a Gravity Based foundation or suction bucket	67 x 15 MW-turbines with Tripod foundation
Landscape **	67 x 15 MW-turbines rotordiameter 280 m hub-height 165 m	
Other functions	50 x 20 MW-turbines with a Gravity Based foundation or suction bucket	67 x 15 MW-turbines with Tripod foundation
Electricity yield**	67 x 15 MW-turbines	

* For marine life, the worst case and best case situation is different for each 'sub aspect' (marine mammals, fish, benthic life).

** For landscape and electricity yield, one alternative was examined because the expected impacts within the range are not sufficiently distinctive.

Assessment

To compare the effects of the alternatives for each aspect, they are assessed on a +/- scale compared to the zero alternative (which is the current situation and autonomous development). The following rating scale is used for this purpose, as shown in Table S4. The assessment is elaborated.

Table S4 assessment methodology

Assessment relative to the zero alternative (the reference situation)	Score
The plan leads to a strong noticeable negative change	--
The plan leads to a noticeable negative change	-
The plan does not differ from the zero alternative	0
The plan leads to a noticeable positive change	+
The plan leads to a significant positive change	++

If the effects are marginal, this is indicated by 0/+ (marginal positive) or 0/- (marginal negative) where applicable.

The Appropriate Assessment quantifies effects in order to make statements on whether or not significant effects on Natura 2000 areas will occur.

Besides the effect of a wind farm in Site I, cumulative effects of other wind farms and activities have also been considered, as well as mitigating measures.

6. Result of environmental Assessment

The following tables show the ratings of the alternatives by aspects according to the different assessment criteria, without the use of mitigation measures¹¹. The tables are then discussed for each aspect.

¹¹ For marine life, however, the noise standards from the Ecology and Cumulation Framework 4.0 have been used as a starting point. These noise standards can only be met if measures are taken during pile driving.

6.1 Morphology and hydrodynamics

Table S5 Impact assessment morphology and hydrology Site I

Aspect (during construction, maintenance and operation)	Alternative 1 (15 MW)	Alternative 2 (20 MW)
Waves	0	0
Water movement (water level and current)	0	0/-
Water depth and bottom shape	0	0
Bottom composition	0	0
Turbidity and water quality	0	0
Stratification	0	0
Sediment transportation	0	0
Coastal defence	0	0

All morphological and hydrological changes resulting from the construction, use, removal and maintenance of the planned wind farm and cables are very limited in magnitude. In addition, the effects during construction and removal are only temporary. The changes, when they occur, are very small compared to the natural dynamics of the area. Due to the relatively small size of the foundation piles, the relatively large distance between the wind turbines and the number of wind turbines, the changes are very localised. The impact is limited to the immediate vicinity of the foundation piles and the park cable route and is again only temporary. Only in the case of a gravity-based foundation are the effects on water movement slightly greater due to the larger dimensions of the foundation, thus scoring slightly negative.

6.2 Birds and bats

Alternative 1 (67 x 15MW turbines) results in several dozen more bird casualties than Alternative 2 (50 x 20 MW turbines). Based on current knowledge, Alternative 1, with more and smaller turbines, is expected to result in a higher number of bat casualties (an estimated 67) than Alternative 2 (an estimated 50). Alternative 2 is therefore the most environmentally friendly alternative from the perspective of birds and bats, mainly due to the lower number of collision casualties than the other alternative with more turbines. The complete impact assessment is summarised in Table 6.

Table S6 Impact assessment of the different IJmuiden Ver wind farm alternatives on colony birds, local seabirds, migratory birds and bats.

Effects of wind farm	Alternative 1	Alternative 2
	67 * 15 MW ø 236 m	50 * 20 MW ø 280 m
Construction phase birds		
- construction of foundations	0/-	0/-
- increased shipping	0/-	0/-
Use phase birds		
Local seabirds		
- collisions	-	-
- barrier effect	0	0
- habitat loss	-	-
- indirect effects	0/-	0/-

Effects of wind farm	Alternative 1	Alternative 2
	67 * 15 MW ø 236 m	50 * 20 MW ø 280 m
Breeding (colony) birds		
- collisions	-	-
- barrier effect	0	0
- habitat loss	0/-	0/-
- indirect effects	0/-	0/-
Migratory birds		
- collisions	-	-
- barrier effect	0	0
- habitat loss	0	0
- indirect effects	0	0
Removal phase birds		
- deconstruction of foundations	0/-	0/-
- increased shipping	0/-	0/-
Bats		
- collisions	--/-	-
- barrier effect	0	0
- habitat loss	0	0
- indirect effects	0/-	0/-

The expected effect of two-bladed instead of three-bladed turbines was also considered. Taking into account the fact that a bird may come into contact with one less blade per turbine, but the rotational speed of the blades is somewhat higher on average (about 1.33x), fewer casualties are expected to occur with two-blade turbines than with three-blade turbines.

An Appropriate Assessment has also been prepared for this Environmental Impact Assessment. This shows the following:

- Effects due to collisions and habitat loss on non-breeding birds from Natura 2000 areas, which use Site I outside the breeding season, cannot be ruled out. Significant effects, however, can be ruled out.
- Significant negative effects of Site I on breeding populations of lesser black-backed gulls from the Dutch Natura 2000 areas Dunes and Lage Land Texel, Dunes Vlieland and Wadden Sea can be ruled out. The additional mortality caused by the wind farm is at most 0.06%, and this falls below the 1% natural mortality standard.
- Effects on some species of migratory birds on seasonal migration from Natura 2000 areas as a result of collisions cannot be ruled out. Significant effects, however, can be ruled out.

A Species Assessment was also carried out for this Environmental Impact Assessment. This shows the following:

- For most species whose victims are expected in Site I in IJmuiden Ver Wind Farm Zone, the predicted mortality for all species is less than 1.0% of the annual natural mortality of the population in the Dutch EEZ. The exceptions are the gannet and great black-backed gull. On this basis, for all species except gannet and great black-backed gull, it can be said with certainty that the realisation of Site I in IJmuiden Ver Wind Farm Zone will not lead to effects on the GSI of the populations concerned.

6.3 Marine life

Impacts on benthic animals and fish are small in magnitude. An exception applies to Sabellaria banks. This is a critical habitat potentially present in the plan area. This reef-forming species, which can reach a reef width of several metres, thus creating habitat for other species, may be destroyed by turbine construction. In the worst case alternative where 17 more turbines are installed than in the best case, this effect will be greater. Furthermore, a gravity-based foundation covers a larger area than a monopile foundation.

For marine mammals (porpoises and seals), effects will occur during the construction phase of the wind farm due to the underwater noise created by pile-driving activities. During pile driving, animals may be disturbed by being within the noise contour within which a change in behaviour occurs. The Assessment shows that, when applying an underwater noise level of 160 dB re 1 μ Pa²s or 164 dB re 1 μ Pa²s on 750 meters of the noise source, this disturbance will not lead to population effects for either seals or porpoises, so the effects will not lead to a deterioration of the State of Conservation (Svi).

Table S7 Impact assessment IJmuiden Ver marine life

Type	Fase	Impact assessment	Alternative 1	Alternative 2
			67 x 15MW	50 x 20MW
Benthos	All	Disturbance	0	0
		Impairment	-	-
		Habitat loss	0	0
Fish	Construction	Noise vibrations from pile driving	N/A	0/-
		Soil disturbance: turbidity	0	0
		Bottom disturbance: habitat destruction	0/-	0/-
	Use	Exclusion of fishing	0/+	0/+
		EMF due to cables	0/-	0/-
		Artificial hard substrate	0/+	0/+
	Removal	Loss of new habitat	0	0
Marine Mammals	Construction	Disturbed area (km ²)	0/-	0/-
		Number of animals affected	0/-	0/-
		Number of animals disturbed	0/-	0/-
		Duration of disturbance	0/-	0/-
		Population effects	0/-	0/-

6.4 Shipping and safety

Table S8 Impact assessment marine safety

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment
Safety	Probability of collision and drift with wind turbines	-
	Consequential damage from collision and drift	0/-
Shipping	Diversion possibilities for crossing shipping	0

Contrary to the other topics, for shipping safety, the cumulative effect of the various wind farms have been taken into account from the outset. This is because the planned shipping routes for route-related traffic do not change. The route structure at sea is designed to take into account the wind farms already constructed and to be constructed. The considered zero alternative is therefore also the cumulative scenario.

From the most recent study (which assumes that there will be no passage in the wind farms), the total expected collision and drift frequency (with a turbine) for the scenario RK2030 is 0.987 per year (once every 1.0 year). This is the scenario from the original roadmap (up to IJmuiden Ver I-IV) plus the assignment to accelerate, but without the future roadmap 2040. Therefore, the assessment in terms of probability of collisions and drifts is negative (-).

6.5 Landscape

For both sites, the worst-case turbines will not be visible at eye level. At a height of 20 metres (on the coast), the turbines are theoretically visible. However, meteorological conditions will almost always obscure the turbines from view. The wind farm will theoretically be visible less than 1% of the time (less than 1 day per summer, and for less than 7 minutes on that day).

Assessment criterion	Assessment
Visibility in percentage of time	0

6.6 Other functions

Most impacts on the other uses are assessed neutrally because they are minor in magnitude, or can be ruled out in advance. This applies to mining, aviation (excluding helicopter traffic), sand, gravel and shell extraction, dredging dumping, ship, shore and aviation radar, cables and pipes, telecommunications, military activities, and recreation and tourism.

Table S9 Impact assessment of the investigated subject of the environmental aspect other functions.

Functions	Assessment Criteria	Alternative 1 67 x 15 MW	Alternative 2 50 x 20MW
Fisheries	Fishing restrictions	0/-	0/-
Mining	Restrictions on oil and gas extraction	0	0
Aviation	Interference civil aviation	0	0
	Interference helicopter traffic	-	-
	Coast Guard interference	0	0
	Interference military aviation	0	0

Sand, gravel and shell mining	Restrictions on shallow mineral extraction	0	0
Dredge dumping	Dredging restrictions	0	0
Ship, shore and aviation radar	Radar interference	0	0
Cables and pipelines	Interference to cables and pipelines	0	0
Telecommunications	Wave interference	0	0
Military activities and NGE	Interference Military activities	0	0
	Presence of unexploded ordnance	-	-
Recreation and tourism	Restrictions on recreational navigation	0	0
	Restrictions on coastal recreation	0	0
Cultural history and archaeology	Damage to archaeological remains	0/-	0/-
Existing wind farms	Influence on electricity yield of existing wind farms	0/-	0/-

The effects on fisheries as a whole are assessed slightly negatively. The area closure of the site is small compared to the area available to fishermen. However, individual fishermen may experience greater impacts than others if they frequently use fishing grounds within the site. The effects for cultural history and archaeology have also been assessed and is slightly negatively due to the presence of (possible) archaeological values that need to be taken into account. There is also a slightly negative effect on existing wind farms due to the proximity to Hollandse Kust (west). The proximity of other wind farms can negatively influence the amount of wind another wind farm can capture.

For helicopter traffic (aviation) and NGE (unexploded ordinances), the assessment is negative. This is because the site is crossed by a Helicopter Main Route. The arrival of a wind farm limits the minimum flight altitude and makes it necessary to raise it. Additionally, within the sites, the presence of NGE is very likely making necessary measures essential. With these measures, the possible effects will be mitigated.

6.7 Electricity yield

Table S10 Summary of impact assessments Electricity yield and avoided emissions without mitigation

Sub aspects	Assessment criteria	Impact assessment Alternative 15 MW
Electricity yield	Electricity yield	++
Avoided emissions	CO2 emission reduction	++
	SO2 emission reduction	++
	NOx emission reduction	++

A net electricity yield of 4,164 GWh/year has been calculated for the 15 MW turbine. Other alternatives with other wind turbine types will be able to provide approximately the same electricity yield. Environmental Impact Assessments for the sites of other wind energy areas consistently found that a layout with a different number of turbines and capacity per turbine but an installed total capacity that was about the same (1 GW) resulted in more or less the same electricity yield.

The mentioned electricity production is equivalent to 0.77% of the national final energy consumption of 1,994 PJ (in 2020, according to total gross final energy consumption, source: CBS). Site I at IJmuiden Ver can supply electricity to approximately 1,525,000 households¹².

The contribution of the wind farm to the reduction of CO₂, NO_x and SO₂ is proportional to the net energy output. The reduction has been calculated using the average use of fuels at power plants.

It is likely that turbines with high power and a relatively large rotor will generate the most electricity yield. The future wind farm developer is free to determine an optimum within the bandwidth in which, of course, cost price will also play a role.

7. Cumulation

The following table briefly indicates the cumulative effects and the consequences this has for the Wind Farm Site Decision. The first column indicates the aspect, the second column indicates which effects may be relevant in cumulation and the third column indicates the implications for the Wind Farm Site Decision.

Table S11 Relevant cumulative effects and impacts

Aspects	Relevant cumulative effects	Consequences of Wind Farm Site Decision
Morphology and hydrodynamics	At the level of the IJmuiden Ver Wind Farm Zone, the effect on morphology and geology will be neutral. However, recent studies have shown that very large-scale developments of wind farm zones in the North Sea could potentially affect (mixing) and water movement and morphology. However, the extent of effects regarding these aspects and the repercussions on other geological and ecological processes is highly uncertain.	No consequences
Birds and bats	<p><u>Birds</u></p> <p>Cumulatively, significant negative impacts can be ruled out for all bird species. The acceptable level of impact (ALI) for both alternatives is also not exceeded for gannet and herring gull. This was the case within the KEC 4.0. Cumulatively, significant negative impacts can also be ruled out on the basis of new ALI standards, with the exception of auk and guillemot in the international scenario (all wind farms in the southern North Sea up to and including 2027), in the national scenario (all wind farms in the Dutch part of the North Sea up to and including 2027) also for auk and guillemot.</p> <p><u>Bats</u></p> <p>Much less information is available on bats than on birds. The bats that fly over the North Sea are well established, but their numbers, the population sizes from which these animals originate and their behaviour at sea are not well</p>	<p><u>Birds</u></p> <p>Several studies on possible mitigation measures to reduce impacts are ongoing. These measures could potentially reduce the number of casualties.</p> <p><u>Bats</u></p> <p>Based on current knowledge, it cannot be ruled out with certainty that negative effects on the conservation status of rough-legged dwarf bat will occur in the worst-case scenario, even after applying downtime as a mitigation measure.</p>

¹² This is not the same as the electricity actually going to so many households and being used by householders. It gives an indication of the scale of generation, but the electricity will feed the public electricity grid and be taken by potentially all electricity users connected to the public electricity grid.

	<p>known. According to the calculation method used, the number of casualties among pipistrelle bats, at 4,109 animals, is well above the PBR of 1,905 animals.</p>	
Marine life	<p><u>Benthos and fish</u> The increase in the number of wind turbines and foundations could lead to changes in flow, stratification or primary production of benthos. It is also possible that it facilitates colonisation by exotic species. However, not enough information is available to estimate these effects.</p> <p><u>Marine mammals</u> Applying an underwater noise level of 160 dB re 1μPa²s or 164 dB re 1μPa²s on 750 meters of the noise source, the disturbance will not lead to significant cumulative effects for either seals or porpoises, so the effects will not lead to a deterioration of the State of Conservation (Svi).</p>	<p>If the noise standard described in this EIA is applied, effects on the GSI of marine mammals can be ruled out.</p>
Navigation and safety	<p>In this Environmental Impact Assessment, the cumulative impact of the different offshore wind farms is not considered separately. The considered zero alternative is therefore also the cumulative scenario.</p> <p>Most recent research indicates that the total expected collision and drift frequency (with a turbine) for the scenario Rk2030 (1281 turbines) is 0.56 per year (once every 1.8 years). For the scenario that includes acceleration, this frequency increases to 0.987 (once every 1.0 years).</p>	<p>No consequences</p>
Landscape	<p>The IJmuiden Ver Wind Farm Zone is located at a great distance from the coast. Only because of this, it is visible for less than 24 hours on an annual basis. The same applies to nearby wind energy zones such as Hollandse Kust (west) and Nederwiek. Therefore, no significant contribution to cumulative effects is expected and no mitigating measures are required.</p>	<p>No consequences</p>
Other uses	<p><u>Fisheries</u> The arrival of more offshore wind farms increases the total land used. As a result, a larger area will be closed to fishing. The future cumulative effect of this area closure for fisheries is partly determined by future developments in the ecology of the North Sea and the policy and socio-economic context. The possibility of more nature areas being closed to fishing in the future, and the possible closure of UK waters after 2025 increases this effect.</p> <p><u>Archaeology</u> With a greater number of turbines in the North Sea, the likelihood of archaeological remains being affected, or NGE being struck, also increases. The realisation of the sites within the IJmuiden Ver Wind Farm Zone increases this</p>	<p>No consequences</p>

	<p>chance, although good mitigation measures are available for this.</p> <p><u>Recreational navigation</u> For recreational shipping, the cumulative effects are limited because it is allowed for ships up to 24 metres in length within certain wind farms, and for wind farms where this is not allowed, passages are designated that ships up to 46 metres can use. In addition, recreational shipping mainly uses the 10 to 20 km wide zone along the coast, so area closures further out to sea have a limited effect.</p>	
Electricity yield	<p>The increase of wind farms in the North Sea increases the potential wake effects. For Site I of IJmuiden Ver Wind Farm Zone, the number of full-load hours decreases from 4,190 to 3,926.</p> <p>When taking into account the other sites in IJmuiden Ver, as well as the future UK wind farms, the wake losses increase by 5.5 percentage points from 12.1% to 17.6%. As a result, net electricity output and the amount of emissions avoided decrease by 6.3% from 4,211 GWh/y to 3,946 GWh/y.</p>	No consequences

8. Transboundary effects

For the aspects of bats and birds as well as marine life, transboundary effects are potentially to be expected.

8.1 Birds and bats

8.1.1 Breeding birds

IJmuiden Ver Wind Farm Zone is out of reach for most breeding colonies located in Natura 2000 areas. Only breeding lesser black-backed gulls originating from colonies in the Dutch Natura 2000 areas Dunes and Low Land Texel, Dunes Vlieland and Wadden Sea can theoretically reach the wind farm zone. IJmuiden Ver Wind Farm Zone is not within the foraging range of other Dutch or foreign colonies in Natura 2000 areas for which a conservation target for lesser black-backed gull as a breeding bird has been formulated.

8.1.2. Non-nesting birds

With the assumption that seabirds move nomadically throughout the North Sea outside the breeding season, individuals in the (southern) North Sea can be seen as a single population. It is therefore expected that individuals using Natura 2000 areas, and thus the 'population' of such a Natura 2000 area, will be similarly impacted as the North Sea population as a whole.

This chapter and the Appropriate Assessment have concluded that in cumulation significant effects on populations within Natura 2000 areas have also been ruled out. This also applies to foreign Natura 2000 areas.

8.2 Marine life

Fish

For fish, the effects of piling are marginal and also highly site-specific. Pile-driving will therefore not result in any transboundary effects. Operational noise from a wind turbine has no demonstrable effect on the fish community and therefore no transboundary effects.

Sea mammals

The calculations made regarding the effects on marine mammals apply to the population within the NCP. No calculations have been done for other populations. The disturbed area lies entirely outside Natura 2000 areas designated for porpoises or seals in the Netherlands or abroad. There are therefore no transboundary effects or direct externalities.

9. Mitigation

Assessments show that the conditions of the legal framework can be met for most aspects. Mitigating measures are required to limit cumulative effects on birds, bats and porpoises and to ensure that the conservation status does not deteriorate. However, the occurrence of (residual) negative effects due to construction, operation and removal of the wind farm cannot be excluded. These possible residual effects can be mitigated by the following measures. These are therefore measures that can be taken additionally. Decisions making on which mitigating measures will be implemented are made in the Wind Farm Site Decision.

Table S12 Possible mitigating measures

Aspect	Effect	Possible mitigating measures
Birds and bats	Disturbance	Build in June to September when few disturbance-sensitive species are present. Apply minimal lighting on vessels, with a 'bird-friendly' colour.
	Disturbance and casualties	Apply design measures, such as creating corridors or using an alternative shape of the wind farm (diamond, square, etc.). However, not much is yet known about the effectiveness and exact design.
		Increase detection probability of the wind farm for birds by reflectors, lasers and noise (depending on bird species and thus bound by various restrictions).
		Shutting down of wind turbines during certain weather conditions in combination with detected migration peaks.
Disturbance	Install the smallest possible number of large wind turbines instead of larger number of smaller wind turbines.	
	Install two-bladed instead of three-bladed turbines.	
Aquatic life	Disturbance and habitat destruction	Smart planning of maintenance work. When turbines are shut down it can prevent casualties (consider periods of increased bird activity).
		Dismantle at a time when few disturbance-sensitive species are present.
Aquatic life	Disturbance and habitat destruction	<u>Benthos</u> Use the smallest possible foundation.
		<u>Marine mammals</u>

		<p>Use acoustic measures (piling walls, bubble screens, etc.).</p> <p>Choose the shallowest locations in the planned area.</p> <p>Conduct piling work when the density of marine mammals is low (autumn).</p> <p>Choose a small number of, relatively large turbines rather than several smaller ones.</p> <p>Use alternative foundation techniques, such as vibrating, screwing or blue piling.</p> <p>Use other foundations, such as tripods, jackets or suction buckets.</p>
	Disturbance and habitat destruction	<p><u>Benthos</u></p> <p>Do not remove wind turbine pillars and embankments so that the developed aquatic communities remain.</p> <p>Use biodegradable concrete structures.</p>
Shipping and safety	Collision risk and vessel movements	<p>Using the Automatic Identification System (AIS) and VHF antenna in the park.</p> <p>Vessel traffic management (VTM).</p> <p>Additional marking and identification of wind turbines.</p> <p>Deployment of an Emergency Towing Vessel.</p> <p>Additional SAR capacity.</p> <p>ETV equipped with pesticides against oil pollution.</p> <p>Physical barrier at wind farms to prevent collision.</p>
Morphology and hydrodynamics	N/A	N/A
Landscape	N/A	N/A
Other uses	Restriction on fishing areas	There are opportunities for fishery-friendly design of wind energy areas. However, for stakeholders as a whole, the benefits do not seem to outweigh the costs.
	Separation requirement HMR KY650	Move the HMR or increase the minimum flight path.
	Unexploded ordnances	Further investigation is required to detect unexploded ordnances and then clear them.
	Impact on archaeological values	Changing the location of a wind turbine or cable to avoid a (possible) archaeological objects.
	Possible disruption of existing (radio) wave paths	Take into account the half-rotor + 2nd fresnel zone around (radio) wave path when wind turbines are placed.
Electricity yield	N/A	N/A

10. Considerations on preferred alternative

Introduction

In this section, some considerations are given for the choice of the preferred alternative, which will be made possible in the Wind Farm Site Decision. It concerns the bandwidth considered in this Environmental Impact Assessment and the mitigating measures to be taken.

Bandwidth considerations

There are no aspects in this Environmental Impact Assessment that constrain the considered range.

Considerations on mitigating measures

A number of measures are needed to limit effects on nitrogen-sensitive habitat types, cumulative effects on birds, bats and porpoises, and to guarantee the GSI. These include, for example, a shutdown provision during bird and bat migration and compliance with an underwater noise standard during pile driving. Table S12 lists the possible measures identified in this Environmental Impact Assessment that could mitigate impacts. The choice will be explained in the Wind Farm Site Decision.

Conclusion

The Wind Farm Site Decision can enable the preferred site bandwidth at the considered location. However, the application of (at least) the necessary measures should be secured in the context of birds, bats and porpoises.

11. Knowledge gaps

Introduction

Although there has been significant construction of new offshore wind farms in recent years, offshore wind farm development still has a relatively short history. There are known monitoring evaluations of offshore wind farms in England, Denmark, Germany and the Netherlands, among others. These are results of relatively short monitoring periods. Better insight into the exact nature and extent of the effects with (empirical) research can only be expected in the long term. However, current development and research programmes do provide tools for impact prediction, as presented in this Environmental Impact Assessment with a worst-case approach. During (the preliminary investigation of) the impact prediction for the present Environmental Impact Assessment, several knowledge gaps were identified that limit the understanding of the nature and extent of the impacts of a wind farm in Site I. Knowledge gaps remain about the effects, including the cumulative effects of multiple wind farms among themselves and in cumulation with other activities in the North Sea.

The gaps in knowledge that exist are not only due to the recent past of offshore wind energy. In general, much knowledge about animal species and their densities, diversity and behaviour still needs to be expanded. This section explains gaps in knowledge that are relevant in the context of this Environmental Impact Assessment. Gaps in knowledge are described successively with regard to the impact estimate on birds, marine life, morphology and hydrodynamics, shipping, landscape, other user functions and electricity yield.

Birds and bats

There are gaps in knowledge on collision risks, barrier effects and disturbances from offshore wind farms (both day and night). Particularly, species-specific knowledge is lacking. Validation of models to predict collision victims at sea is lacking. There are also gaps in knowledge about disturbance sensitivity and disturbance distances of seabirds, as well as the extent to which birds can become accustomed to wind farms. Based on literature, it has been assumed that 10% of disturbed birds die. It is not known to what extent this assumption corresponds to reality, but it can be said that 10% is on the safe side (worst-case assumption).

For bats, there are gaps in knowledge regarding basic knowledge about population size and species-specific distribution. The relative importance of the North Sea for different species of bats and their changes in behaviour due to the presence of wind farms is currently unknown.

Aquatic life

Benthos

Knowledge gaps exist in regard to being able to predict the effects of abiotic changes (especially sediment change in the vicinity of the wind farm) on benthos. The effects of electromagnetic fields along the cables are currently also not well known. In addition, research on the effects of seabed vibrations due to pile driving is still in its infancy (Roberts & Elliot 2017). Further research is needed to show whether these effects are reversible, and whether these effects can be transmitted to community and population levels.

Due to wind farm construction modelling studies have been developed on indirect effects on plankton and benthos in protected areas (Boon et al. 2018; Zijl et al. 2021). The model results are currently not yet suitable to make predictions about the future. Positive or negative effects cannot be ruled out.

As more (or larger) offshore wind farms are built, this will result in a greater area of available hard substrate surface due to turbine pillars, protective embankments and increases in vessel movements. This may facilitate/accelerate colonisation by exotic marine fauna associated with hard substrates of this part of the North Sea. To date to what extent this actually occurs has never been investigated.

Fish

An important gap in knowledge concerns the impact of human induced noise on fish and invertebrates living in or near the sea floor (Hawkins et al. 2021). It is likely there are fish and certain invertebrates that can perceive this. Whether this also leads to effects on behaviour and fitness is unknown. For fish, some research has already been conducted on the effects of underwater noise on fish (Bolle et al, 2012, Debusschere et al. 2014, Popper et al. 2014). This shows that fish are much less sensitive to underwater noise than marine mammals and that some species (with swim bladders) are more sensitive than others.

Also, the Wind Farm Site Decisions only mention noise standards for the construction phase (mainly due to piling of foundations), but not for the operational phase of the wind farm. This allows wind farm developers to increase the tip speed of rotors without limit, which implies higher noise levels in the operational phase, including probably underwater. Since it is currently not well known whether wind turbine noise plays a role in fish disturbance, it cannot be said whether an unlimited tip speed and associated noise levels lead to increased disturbance among fish. For the time being, it is not known whether unlimited tip speed and associated operational noise levels lead to increased disturbance among fish. Targeted research on the effect of different operational noise levels on fish behaviour will have to show this.

Sea mammals

The main gaps in knowledge affecting the magnitude of the calculated effects relate to the underlying assumptions regarding:

- Uncertainties in the procedure for determining population effects;
- Quantification of source noise and noise propagation;
- Dose-response relationship for disturbance/behaviour change;
- Quantifying the number of disturbed animals;
- Translating effects on individual porpoises into population effects (iPCoD);
- Translating porpoise disturbance to effects on vital rates;
- Assumptions in iPCoD model on population trends and demographic parameters;
- Application of Interim PCoD model to translate effects on common and grey seals;

- Applicability of alternative installation techniques;
- Uncertainty about effects of application of other foundation types;
- Continuous noise during the construction and operation phases;
- Removal of existing wind farms and underwater noise.

Shipping and safety

In the case of rotating offshore wind farms, the number and type of ships using the area around the wind farm will be monitored, as well as the number and type of incidents that occur in the process. The resulting data will be used to decide whether it is desirable to develop an assessment framework and probability model. The behaviour and traffic flows of non-route traffic, which is placed outside IJmuiden Ver Wind Farm Zone in the SAMSON model, can also be monitored. Furthermore, the scenarios and impact of collisions and drifts with wind turbines can be further investigated and developed.

For example, certain assumptions have been made in this Environmental Impact Assessment for determining personal injury. For instance, it is not known what the probability is of the mast falling on or away from the vessel during collisions and drifts. Also, the collapse behaviour of wind turbines comes from a study from 2000 (Barentse, 2000), while wind turbines have become considerably larger. In the context of the continued growth of offshore wind energy, shipping safety has been looked at cumulatively and consideration has been given to how identified knowledge gaps and how these gaps can be filled. A study was carried out by MARIN on shipping safety and possible mitigating measures due to the combined effect of autonomous development and the roll-out of the 2030 Offshore Wind Energy Roadmap¹³. More recently, a similar study was carried out which also included the 2030 assignment to accelerate¹⁴. Following both studies, it was decided to set up a monitoring and research programme for shipping to fill in the knowledge gaps. Part of those gaps is the effectiveness of the proposed mitigation measures. This programme started in spring 2021 under the name MOSWOZ (Monitoring and Research Programme Shipping Safety Wind at Sea).

Morphology and hydrodynamics

Further research is needed regarding the possible effects on stratification processes and water movement of a large-scale (international) development of wind energy in the North Sea. A good start on cumulative mapping of wind farm developments in the North Sea has already been made in Van Duren et. al 2021. However, they give a number of important recommendations to carry out further research on cumulative effects. The actual impact on stratification processes and water movement in the North Sea of developments on the Dutch continental shelf cannot be unambiguously identified.

Landscape

No substantial gaps in knowledge and information affecting the impact description were identified for the Landscape theme.

Other uses

Apart from the topics already mentioned that require further investigation, no substantial gaps in knowledge and information were identified for the environmental aspect 'other uses'.

¹³ See Zie <https://www.noordzeeloket.nl/funcities-gebruik/windenergie-zee/scheepvaart/> voor meer informatie en het onderzoek.

¹⁴ Koldenhof, Y. SAMSON-analyse Wind op Zee; versnellingsopgave 2030 met doorkijk naar 2040, MARIN, 31797-1-MO-rev0.2, 7 maart 2022

Electricity yield

The environmental aspect of electricity yield and avoided emissions has significant gaps in knowledge. The yield calculations in this chapter are expected to give a good indication of the actual yield to be achieved. A wind measurement campaign can be used to simulate a more accurate approximation of the wind climate leading to more reliable results, however, these are not available at the time of writing and are expected to be carried out by the final permit holder. Also, no data of actual 15 MW offshore turbines in production are currently available. Turbine characteristics prepared by the IEA for a notional, 15 MW research turbine (Offshore reference-15,000 IEA) have been used in the calculations. Its use is not expected to lead to significantly different results.

Conclusion

The gaps in knowledge do not mean that a good picture has not been obtained of the effects of a wind farm in Site I in IJmuiden Ver Wind Farm Zone. However, it is important for the decision-making process to have insight into the uncertainties that played a role in the impact predictions. This insight has been provided with this Environmental Impact Assessment.

13 Monitoring en evaluation

13.1 WOZEP

The monitoring and evaluation programme WOZEP focuses on important ecological questions around construction and operation of wind farms at sea that are mainly of a generic nature rather than wind farm specific.

The Wozep covers both the ongoing development of the KEC tool (update and implementation of knowledge) and the MEP (the monitoring and research programme). The MEP covers monitoring and research as mandated by the Environmental Management Act.

The Wozep thus replaces the monitoring obligation per wind farm. In this way, an efficiency improvement is also achieved which also contributes to cost-efficient realisation of the offshore wind energy targets.

On the one hand the evaluation of the Wozep pays attention to the translation of new knowledge into the KEC tool (this can also mean checking assumptions and/or effect calculations) and on the other hand as a translation into policy and management consequences. Example of the latter is the imposition or adaptation of mitigation measures. In the Wozep, the study focuses in particular on gaining more insight into the cumulative ecological effects and visualises and advises the competent authorities.

Current situation

A multi-year monitoring and research programme was delivered at the end of 2016, broadly outlining the research lines for the period 2017-2023. Choice of research lines is determined by consideration on two time frames:

- Short-term (up to 2023): focusing on use of results in planned wind farms. Central to this is examining the assumptions made in the ecological assessment for these farms. It also examines the usefulness, necessity and effectiveness of measures imposed on the wind sector to reduce ecological damage;
- Long term (after 2023): what knowledge is needed to allow further expansion of offshore wind farms in a responsible manner, what are the expected effects of further expanding the number of wind farms in the North Sea, where exactly can they be located and with what possible consequences, how can negative effects be sufficiently avoided, etc.

For more information see website: <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch>.

The gaps in knowledge from this Environmental Impact Assessment provide input for monitoring within WOZEP (for the ecological aspects) and for monitoring for the shipping and morphology and hydrology aspects.

13.2 MOSWOZ

In 2019, Rijkswaterstaat investigated the cumulative effects of wind farms on shipping safety. It concerns the wind farms to be built on the southern part of the Dutch North Sea until 2030. In total, it concerns some 850 additional wind turbines over an area of some 1,600 km².

Despite much research and the involvement of all kinds of experts, there are still uncertainties about the actual risks and about the effectiveness of a number of measures. This is the reason why the Monitoring and Research Programme on Marine Safety Wind at Sea (MOSWOZ) was launched. Running until 2029, the programme will monitor shipping safety developments in relation to implementation of offshore wind farms over the next few years. The ultimate goal is to gain more insight into the effect on shipping safety of offshore wind farms and to be able to respond to innovations in this area in a timely manner.

To achieve these goals, MOSWOZ has worked out the aforementioned knowledge gaps into research questions and then bundled them into various themes. Within these themes, answers to research questions will be sought over the next few years, in order to be able to properly support and advise policymakers and other stakeholders.

The programme is designed to make use of progressive understanding. Choices and priorities are geared to current events.

Table S13 MOSWOZ Thema's

Theme	Explanation theme
Monitoring	Focused on current risk development at sea due to wind farms for all shipping
Safety	Consequences of collisions and drifts of wind turbines
Transit	Risks of wind farm passage versus detours
Vessel traffic monitoring	Vessel traffic monitoring (VTM) equipment requirements
Emergency Towing Vessels	Explore deployment of multiple Emergency Towing Vessels (ETVs) - effectiveness and modus operandi
Hydro-meteo	Hydro-meteo in relation to shipping safety - effects of wind farms on wind, waves and visibility - improving weather warnings
Anchorage areas	Better use of anchorages
Crisis organization	Explore impact on crisis organization (due to complexity)
Foreign benchmarking	Foreign benchmarking wind farms include structural requirements for wind turbines, deployment measures, harmonization.

For more information, see website: <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/scheepvaart-moswoz/>

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Nederland heeft ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor het realiseren van de opwekking van duurzame - hernieuwbare - energie. Windenergie speelt daarin een prominente rol. De periode tot en met 2030 richtte zich tot nu toe op de doelstelling uit het Klimaatakkoord om in 2030 jaarlijks 49 TWh aan windenergie van zee te produceren. Daarvoor is een capaciteit van ongeveer 11,5 gigawatt (GW) nodig, welke in de routekaarten windenergie op zee (2023 en 2030) is geoperationaliseerd. Recent heeft de minister deze doelstelling verhoogd tot een vermogen van 21 GW¹⁵. In zijn aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 zijn hiervoor de windenergiegebieden IJmuiden Ver (noord), Hollandse Kust (west) kavel VIII, Nederwiek, Lagelander en Doordewind aangewezen.

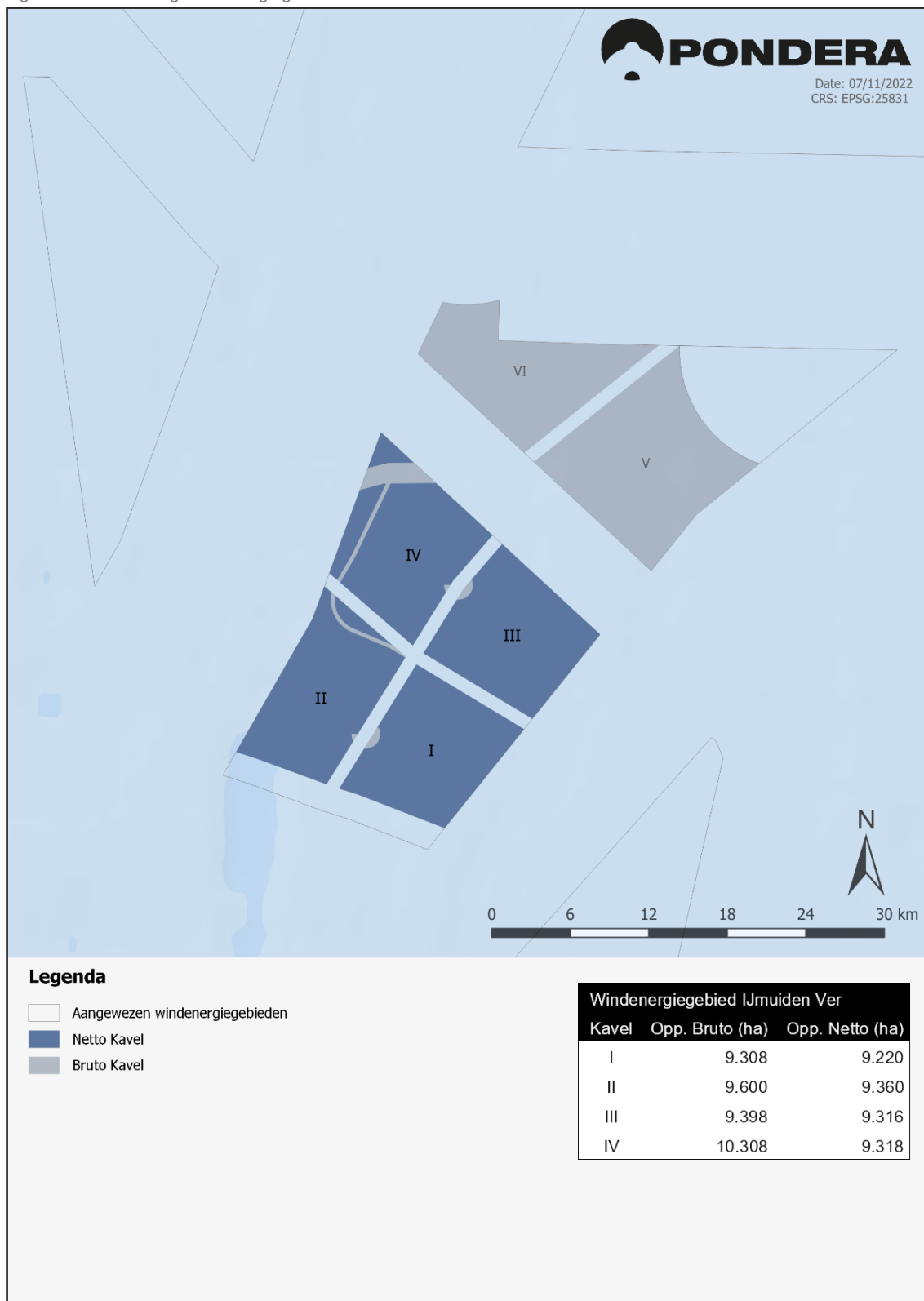
De Wet windenergie op zee geeft het Rijk de mogelijkheid kavels uit te geven voor de ontwikkeling van windparken op zee. Om deze doelstellingen in 2030 te halen, moeten de komende jaren nieuwe kavels worden vastgesteld en uitgegeven. De kavels worden vastgesteld binnen de grenzen van de gebieden die als windenergiegebied zijn aangewezen in het Programma Noordzee 2022 - 2027. In het kavelbesluit wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden. Na een kavelbesluit volgt vergunningverlening. Alleen de vergunninghouder heeft het recht om op de locatie van de kavel een windpark te bouwen en te exploiteren. In het Waterbesluit zijn algemene regels voor windparken op zee vastgelegd. Voor een overzicht van benodigde besluiten zie Kader 1.1.

De Minister voor Klimaat en Energie kan een kavelbesluit nemen en stelt ten behoeve van het kavelbesluit een milieueffectrapport (MER) op. Dit gebeurt in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, de Minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening en de Minister voor Natuur en Stikstof.

Dit document betreft het MER voor kavel I in het windenergiegebied IJmuiden Ver (zie Figuur 1.1). Het MER beschrijft de milieueffecten die optreden bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbines in de kavel.

¹⁵ R.A.A. Jetten, Minister voor Klimaat en Energie, Kamerbrief Aanvullende routekaart windenergie op zee 2030, 10 juni 2022

Figuur 1.1 Verkaveling Windenergiegebied IJmuiden Ver



Op 24 februari 2022 is in de Kennisgeving conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau kavelbesluiten windenergiegebied IJmuiden Ver het voornemen aangekondigd tot het opstellen van dit voorliggende MER. Samen met de kennisgeving is de Conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau milieueffectrapporten kavelbesluiten I, II, III, IV windenergiegebied IJmuiden Ver gepubliceerd (Stct 2022, 5340). Hierin wordt een toelichting gegeven op het initiatief om deze kavels uit te geven en is beschreven wat in dit MER onderzocht wordt. Ook is de gelegenheid geboden zienswijzen in te dienen.

De windturbines die in het windenergiegebied IJmuiden Ver geplaatst worden, moeten worden aangesloten op het hoogspanningsnet. TenneT draagt zorg voor deze aansluiting. Het gaat daarbij om twee platforms in het windenergiegebied IJmuiden Ver, de kabels vanaf deze platforms naar en over land, en de aansluiting op het hoogspanningsnet op land. Voor het net op zee wordt door TenneT een aparte procedure inclusief milieueffectrapportage (m.e.r.) doorlopen.¹⁶

Kader 1.1 Besluiten windenergie

Besluiten windenergie op zee

Voordat een windpark op zee gebouwd kan worden, is een aantal besluiten nodig.

- Eerst worden in een nationaal waterplan gebieden op de Noordzee aangewezen die geschikt zijn voor windenergie. Voor de periode 2022-2027 is dit het Programma Noordzee, dat onderdeel is van het Nationaal Waterprogramma 2022-2027. Alleen binnen deze windenergiegebieden mogen kavels worden uitgegeven.
- Binnen die gebieden wordt vervolgens voor elk windpark een kavel aangewezen. In het kavelbesluit wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark precies gebouwd en geëxploiteerd mag worden. Parallel aan het kavelbesluit worden het inpassingsplan en de vergunningen voor het net op zee van netbeheerder TenneT voorbereid.
- Het net op zee wordt voor één of meer kavels aangelegd en zorgt voor de stroomverbinding van het windpark of windparken met het landelijk hoogspanningsnet. Het net op zee bestaat uit een platform met een verbinding van vier kabels onder de zeebodem naar de kust. Vervolgens worden de landkabels via een converterstation op een bestaand hoogspanningsstation aangesloten.
- Wie uiteindelijk een windpark mag bouwen, wordt bepaald in een tenderprocedure waarvoor geïnteresseerde partijen een voorstel kunnen indienen. Deze stap vindt plaats nadat een kavelbesluit is genomen. De indiener aan wie een kavel wordt toegewezen ontvangt een vergunning als bedoeld in artikel 12 van de Wet windenergie op zee.

Een kavelbesluit wordt in een vaste volgorde genomen met de volgende mogelijkheden voor inspraak of beroep:

- Eerst bestaat een mogelijkheid tot inspraak op de conceptnotitie reikwijdte en detailniveau die beschrijft wat er in de m.e.r.-procedure onderzocht zal worden. De inspreker kan daarbij aangeven wat in het milieueffectrapport (meer, of anders) onderzocht moet worden om tot een ontwerp-kavelbesluit te komen.
- Als het onderzoek naar de milieueffecten is afgerond, bestaat een mogelijkheid om een zienswijze kenbaar te maken over het ontwerp-kavelbesluit en het MER en de 'passende beoordeling', waarbij aangegeven kan worden wat er aan veranderd zou moeten worden. De betreffende stukken worden ter inzage gelegd.
- Een definitief kavelbesluit staat open voor beroep bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. Het kavelbesluit wordt gepubliceerd in de Staatscourant.

¹⁶ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/ijmuiden-ver-alpha>

Een belangrijk onderdeel van een kavelbesluit is de toets van de mogelijke effecten op de natuur. Volgens de Wet windenergie op zee wordt de toets die ingevolge de Wet natuurbescherming dient te worden uitgevoerd, geïntegreerd in het kavelbesluit. Hierbij speelt het Kader Ecologie en Cumulatie* een belangrijke rol. Uit de eerder opgedane kennis blijkt dat gevolgen van windparken op zee vooral kunnen bestaan uit geluidoverlast voor zeezoogdieren en vissen en aanvaringskansen en habitatverlies voor lokaal verblijvende vogels, vogels op seizoenstrek, koloniebroedende kustvogels en vleermuizen.

* Kader Ecologie en Cumulatie 4.0. <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/cumulatie/kader-ecologie/>

1.2 M.e.r.-procedure voor het kavelbesluit

De m.e.r.-procedure voor besluiten die gaan over activiteiten met potentieel aanzienlijke milieueffecten, is voorgeschreven op grond van nationale en Europese wetgeving. De aard en omvang van deze activiteiten (wanneer m.e.r.-plichtig of m.e.r.-beoordelingsplichtig) zijn opgenomen in het Besluit milieueffectrapportage. De m.e.r.-procedure resulteert in een rapport, het milieueffectrapport (MER). De inhoudelijke eisen die gesteld worden aan een MER staan in hoofdstuk 7 van de Wet milieubeheer.

Voor het kavelbesluit wordt een project-m.e.r. doorlopen zoals bedoeld in de Wet windenergie op zee. Het kavelbesluit treedt in de plaats van de vergunningen op grond van de Wet natuurbescherming en de Waterwet. Het detailniveau van dit MER is zodanig dat voor de realisatie van het windpark op basis van het kavelbesluit, geen verdere m.e.r.-procedure doorlopen hoeft te worden.

Omdat het niet op voorhand uit te sluiten is dat er significante effecten op Natura 2000-gebieden optreden bij de realisatie van windparken in windenergiegebied IJmuiden Ver, wordt er ook een 'Passende Beoordeling' opgesteld voor het kavelbesluit. Deze maakt onderdeel uit van dit MER en bevat een beoordeling van de effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden.

1.3 Inhoud milieueffectrapportage

Het doel van dit MER is om informatie te leveren die het mogelijk maakt om het milieubelang - in brede zin - een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming van het kavelbesluit. Hiertoe bevat dit MER de volgende zaken:

- De locatieonderbouwing: geschiktheid windenergiegebied IJmuiden Ver.
- De verkaveling van het gebied: overwegingen die ten grondslag liggen aan de verkaveling van het windenergiegebied IJmuiden Ver.
- Inzicht in de milieueffecten van opstellingsalternatieven binnen het kavel. Dit gebeurt door binnen een bandbreedte te variëren in de posities van windturbines en diens eigenschappen zoals fundatie, ashoogte en rotordiameter.

1.4 Initiatiefnemer en betrokken partijen

Dit MER is opgesteld in opdracht van de Minister voor Klimaat en Energie, in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, de Minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening en de Minister voor Natuur en Stikstof.

Op basis van een breed georiënteerd proces heeft het kabinet in maart 2018, in de beleidsbrief die bekend staat als de 'Routekaart windenergie op zee', de Tweede Kamer geïnformeerd over de keuze om in de

periode 2024-2030 in ten minste drie gebieden op zee windparken te ontwikkelen, aanvullend op de gebieden die tot en met 2023 worden ontwikkeld. Het windenergiegebied IJmuiden Ver is één van die gebieden. Daarmee is het kavelbesluit voor dit gebied een volgende stap in het proces dat toen met betrokkenheid van veel partijen is ingezet.

Bij de totstandkoming van uitgifte van een kavel voor een windpark in het windenergiegebied IJmuiden Ver zijn diverse partijen betrokken. Burgers en andere geïnteresseerden kunnen terecht op inloopavonden die, onder andere voor het net op zee, worden georganiseerd. Hier zal ook informatie over de uitgifte van de kavels worden gedeeld. Ook is uitgebreide informatie te vinden op de website windopzee.nl.

De Commissie voor de m.e.r. zal een toetsingsadvies geven over dit MER.

1.5 Inspraak

Deze m.e.r.-procedure kent twee momenten waarop zienswijzen kunnen worden ingediend. Er heeft er een plaatsgevonden rondom de terinzagelegging van de Conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau van 25 februari tot en met 7 april 2022. Vervolgens is een definitieve Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) door de Minister vastgesteld en deze NRD vormt het kader voor dit MER. Het tweede moment is tijdens de terinzagelegging van de ontwerp-kavelbesluiten voor kavel I in het gebied IJmuiden Ver, inclusief het onderhavige MER voor deze kavel.

De inspraakperiodes worden bekend gemaakt door publicatie in de Staatscourant of op een andere geschikte wijze. Na verwerking van de zienswijzen worden de definitieve kavelbesluiten vastgesteld. Tegen die besluiten kan beroep worden ingesteld bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State.

1.6 Leeswijzer

De hoofdstukindeling van het MER ziet er als volgt uit:

Samenvatting / Summary

1. Inleiding
2. Wet- en regelgeving en beleidskader
3. Locatiekeuze
4. Aanpak effectbeoordeling
5. Morfologie en hydrodynamica
6. Vogels en vleermuizen
7. Onderwaterleven
8. Scheepvaartveiligheid
9. Landschap
10. Overige gebruiksfuncties
11. Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies
12. Afweging

Bijlagen

Tevens zijn een aantal bijlagen opgenomen met achtergronddocumenten ten aanzien van een aantal milieuaspecten zoals scheepvaart, zeezoogdieren en vogels. Ook de Passende Beoordeling vormt een bijlage, evenals de toetsing van de soortbescherming in het kader van de Wet natuurbescherming.

2 Wet- en regelgeving en beleidskader

2.1 Beleid windenergie op zee

2.1.1 Ronde 1 en 2 windparken (Waterwet)

De bouw en exploitatie van de eerste windturbines op de Noordzee zijn vergund op basis van de Waterwet. Hieronder vallen de zogenoemde ‘ronde 1-parken’, te weten het Offshore Windpark Egmond aan Zee (10 kilometer uit de kust bij Egmond) en het Prinses Amaliawindpark buiten de 12-mijlszone (voorheen genaamd Q7, 22 kilometer uit de kust bij IJmuiden). Deze hebben een vermogen van respectievelijk 108 en 120 MW.

Vervolgens zijn ook de zogenoemde “ronde 2-parken” op die manier vergund. Hieronder vallen de drie windparken; Luchterduinen (voorheen Q10), en Gemini I en II (ZeeEnergie en Buitengaats). Deze hebben een vermogen van respectievelijk 129 en twee maal 300 MW.

2.1.2 Wet windenergie op zee

Op grond van artikel 3, eerste lid, van de Wet windenergie op zee kan de Minister voor Klimaat en Energie een kavelbesluit nemen, in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, de Minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening en de Minister voor Natuur en Stikstof. In het kavelbesluit wordt een kavel aangewezen ten behoeve van een windpark, en de aansluitverbinding tussen het windpark en het net op zee. Ingevolge artikel 3, tweede lid, van de Wet windenergie op zee kan een kavel slechts worden aangewezen binnen de daartoe (o.b.v. artikel 4.1 van de Waterwet) aangewezen windenergiegebieden.

Bij de voorbereiding van het kavelbesluit moeten de belangen zoals opgenomen in artikel 3, derde lid, van de Wet windenergie op zee, onderzocht en afgewogen worden. Deze belangen betreffen de vervulling van maatschappelijke functies, de gevolgen voor derden, het ecologisch belang, de kosten om een windpark in het gebied te realiseren, en het belang van een doelmatige aansluiting op een elektriciteitsnet.

Met betrekking tot het ecologische belang is een belangrijk onderdeel van het kavelbesluit de toets van de natuuraspecten op grond van de Wet natuurbescherming. De geïntegreerde uitvoering van de toets van de natuuraspecten is nader uitgewerkt in de artikelen 5 en 7 van de Wet windenergie op zee. Dit heeft als gevolg dat er geen aparte ontheffing (soortenbescherming) of vergunning (gebiedsbescherming) op grond van de Wet natuurbescherming nodig is.

Op grond van artikel 4, eerste lid, van de Wet windenergie op zee worden aan het kavelbesluit regels en voorschriften verbonden. Daarbij gaat het met name om locatie-specifieke randvoorwaarden voor de bouw en exploitatie van een windpark teneinde de hierboven genoemde belangen te beschermen. Naast het verbinden van regels en voorschriften moeten ook onderdelen in het kavelbesluit opgenomen worden zoals gesteld in artikel 4, tweede lid, van de Wet windenergie op zee. Dit betreft onder meer de uitkomsten van locatie-specifieke onderzoeken.

Op grond van hoofdstuk 3 van de Wet windenergie op zee kan door de Minister van Economische Zaken en Klimaat een vergunning verleend worden voor de bouw en exploitatie van een windpark op zee binnen een kavel waarvoor een kavelbesluit is genomen. In deze vergunning wordt onder meer bepaald voor welk

tijdvak de vergunning geldt en binnen welke termijn de in de vergunning aangegeven activiteiten moeten worden verricht.

Overigens moeten alle windparken voldoen aan de bepalingen in paragraaf 6a van het Waterbesluit.

2.1.3 Aanwijzing windenergiegebieden in het Nationaal Water Programma

De Minister van Infrastructuur en Waterstaat en de Minister voor Klimaat en Energie leggen samen in het Nationaal Water Programma de hoofdlijnen vast van (onder meer) het Noordzeebeleid en de daartoe behorende aspecten van het nationale ruimtelijke beleid. De Waterwet vormt de grondslag voor het opstellen van een nationaal waterplan met de hoofdlijnen van het nationaal waterbeleid waar het Noordzeebeleid onderdeel van uitmaakt. De Waterwet wordt bij inwerkingtreding van de Omgevingswet voor een groot deel vervangen door de Omgevingswet. Het Nationaal Water Programma 2022-2027 met als onderdeel het Programma Noordzee 2022-2027 inclusief de bijlage Kader Richtlijn Mariene Strategie (KRM)-programma van maatregelen is opgesteld in de geest van de Omgevingswet.

Een onderdeel van het Programma Noordzee is het aanwijzen van gebieden waar kavels voor windparken kunnen worden uitgegeven. Vanuit de EU is de CO₂-reductiedoelstelling voor 2030, mede op verzoek van ons land, verder aangescherpt tot 55 procent. Daarom zijn er extra windparken nodig voor 2030. Maar ook voor de periode daarna. Tot 2050 zal minimaal 38 GW aan windenergie op zee worden gerealiseerd, zoals is berekend in de Noordzee Energie Outlook.

In het Programma Noordzee worden (de buitengrenzen van) gebieden op zee aangewezen waar windparken gebouwd mogen worden (binnen nog uit te geven kavels). Om hierin een zorgvuldige afweging te kunnen maken wordt onderzoek gedaan naar onder andere:

- het effect van windparken op zee op de ecologie;
- de gevolgen voor interactie met scheepvaart;
- de mogelijkheden voor verplaatsing en/of medegebruik van militaire oefengebieden;
- de interactie met mijnbouwactiviteiten.

In het Programma Noordzee 2022-2027 worden niet alleen nieuwe windenergiegebieden aangewezen maar ook enkele gebieden herbevestigd die eerder in het Nationaal Waterplan 2016-2021 zijn aangewezen. Windenergiegebied IJmuiden Ver is een van die gebieden, zie Figuur 2.1. Het Programma Noordzee bevat tevens ruimtelijke kaders voor de inpassing van windparken op zee op diverse aspecten.

Figuur 2.1 Liggen aangewezen windenergiegebieden op zee – Nationaal Water Programma (Programma Noordzee)



2.1.4 Routekaart windenergie op zee

Op 7 december 2016 heeft het kabinet Rutte II de Energieagenda aan de Tweede Kamer aangeboden (Kamerstukken II, 2016/17, 31 510, nr. 64). Hierin kondigde het toenmalige kabinet een nieuwe routekaart

voor windenergie op zee aan. Op 27 maart 2018 is door de Minister van Economische Zaken en Klimaat deze routekaart windenergie op zee aangeboden aan de Tweede Kamer (Kamerstukken II, 2017/18, 33 561, nr. 42). De belangrijkste uitgangspunten bij de routekaart windenergie op zee zijn:

- Doorgaan met de uitrol van gebieden verder op zee binnen de al in het Nationaal Waterplan aangewezen gebieden, in een gelijkmatig tempo van gemiddeld 1 GW per jaar.
- Het Rijk houdt de regie bij de ruimtelijke besluiten en voorbereidende onderzoeken en TenneT sluit de windparken aan.
- Doorgaan met kostprijsverlaging en stimuleren van innovatie en concurrentie. Streven is dat windparken op zee subsidievrij gerealiseerd worden.
- Verzilveren van verdienkansen en uitbreiden van de werkgelegenheid.
- Combineren met andere functies op de Noordzee waarmee synergie-effecten zijn te behalen, voor zover dit de kosten van windenergie op zee verder reduceert of de maatschappelijke kosten van de energietransitie beperkt. Het kan gaan om natuurontwikkeling, visserij, olie en gas, interconnectie en energieopslag.
- Voorbereiden op de mogelijkheden van grootschalige multinationale windparken en op internationale verbindingen op zee om deze windparken aan te sluiten, en eventueel de keuze voor nieuwe aan te wijzen windenergiegebieden.

De oorspronkelijke routekaart windenergie op zee 2030 omvatte plannen voor het ontwikkelen van windparken met een totale capaciteit van ten minste 6,1 GW. Samen met de al bestaande windparken, en de plannen uit de routekaart 2023, zou daarmee circa 11 GW aan windvermogen op zee operationeel zijn in 2030. De aanvullende routekaart windenergie op zee voegt daar nog 10 GW aan toe, om in 2030 circa 21 GW aan gezamenlijk vermogen wind op zee te hebben. De planning uit de aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 staat in Tabel 2.1 hieronder.

Tabel 2.1 – Aanvullende routekaart Windenergie op Zee 2030 (juni 2022)

Omvang (ca. GW)	Windenergiegebieden, kavel(s)	Tender Kavels	(Verwachte) ingebruikname windpark
1,0	In 2015 bestaande windparken	-	-
0,7	Borssele, kavels I en II	Gerealiseerd in 2016	2020
0,7	Borssele, kavels III, IV en V	Gerealiseerd in 2016	2020
0,7	Hollandse Kust (zuid), kavels I en II	Gerealiseerd in 2017	(2022 - 2023)
0,7	Hollandse Kust (zuid), kavels III en IV	Gerealiseerd in 2019	(2022 - 2023)
0,7	Hollandse Kust (noord), kavel V	Gerealiseerd in 2020	(2023)
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VI	Gerealiseerd in 2022	(2025 - 2026)
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VII		(2025 - 2026)
1,0	IJmuiden Ver, kavel III	Vierde kwartaal 2023	(2028)
1,0	IJmuiden Ver, kavel IV		(2028)
1,0	IJmuiden Ver, kavel I		(2029)
1,0	IJmuiden Ver, kavel II		(2029)
1,0	IJmuiden Ver (noord), kavel V	Tweede kwartaal 2025	(2029)
1,0	IJmuiden Ver (noord), kavel VI		(2029)

2,0	Nederwiek (zuid), kavel I		(2030)
2,0	Nederwiek (noord), kavel II	2026	(2030)
2,0	Nederwiek (noord), kavel III		(2031)
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VIII	2026/2027	N.t.b.
0,7	Ten noorden van de Waddeneilanden, kavel I	2026/2027	(2031)
2,0	Doordewind, kavel I	2027	(2031)
2,0	Doordewind, kavel II	2027	(2031)

De toenmalige Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat heeft in oktober 2021 in een brief aan de Tweede Kamer een update gegeven over de verdere uitrol van windenergie op zee. Hierin is aangegeven dat windenergie op zee na de Routekaart 2030 nog significant zal moeten doorgroeien om onze energievoorziening efficiënt en tijdig te kunnen verduurzamen richting 2050. Een deel van deze verdere groei zal ook op de kortere termijn, nog tot en met 2030, nodig zijn om invulling te geven aan de aangescherpte Europese 55 procent CO₂-reductiedoelstelling voor 2030. In het kader van deze extra opgave zullen in het noorden van het windenergiegebied IJmuiden Ver nog twee kavels worden uitgegeven: kavels V en VI. Hiertoe zal op een nader te bepalen moment een apart voornemen worden gepubliceerd inclusief een daarbij horende concept-NRD.

Een belangrijke actie is het aanwijzen van nieuwe windenergiegebieden om de verdere groei van windenergie op de Noordzee mogelijk te maken. Dit is gebeurt in het Nationaal Water Programma, in het Programma Noordzee 2022-2027. Dit betekent dat de uitrol tot 2030 met 10,7 GW aan opgesteld vermogen moet toenemen.

2.1.5 Noordzeeakkoord en Programma Noordzee

Om stevig maatschappelijk eigenaarschap van de visie, ambitie en keuzes in het Noordzeebeleid voor de lange termijn te waarborgen, hebben het Rijk en de betrokken belangenorganisaties in 2020 onder onafhankelijk voorzitterschap het Akkoord voor de Noordzee gesloten. Dit Noordzeeakkoord brengt met afspraken over keuzes en beleid de strategische opgaven voor de energietransitie (uit het Klimaatakkoord), natuurherstel en een gezonde toekomst voor visserij op de Noordzee concreet en langdurig met elkaar in balans. Daarbij wordt rekening gehouden met andere gebruikers zoals zeevaart, defensie, recreatie en zandwinning. Het Akkoord voor de Noordzee vormt samen met de internationale beleidsontwikkelingen, de wettelijke kaders (waaronder de Waterwet, Wet natuurbescherming en de Wet windenergie op zee) en de NOVI de basis voor de beleidsvoornemens die in het Programma Noordzee 2022-2027 zijn uitgewerkt, waaronder de realisatie van windenergie op zee.

Het Programma Noordzee 2022-2027 geldt voor de Nederlandse Exclusieve Economische Zone en de niet-bestuurlijk ingedeelde territoriale zee. Ook geeft het programma invulling aan de vereisten van de Europese richtlijn Maritieme Ruimtelijke Planning. Het is daarmee tevens het door de EU vereiste Ruimtelijk Maritiem Plan. De ambitie van het beleidsdocument is het bereiken van een duurzaam en veilig gebruik van de Noordzee dat bijdraagt aan de maatschappelijke, economische en ecologische doelstellingen van Nederland. De opgave is om de juiste maatschappelijke balans te vinden om te kunnen komen tot een ruimtelijke ontwikkeling van de Noordzee die efficiënt en veilig is en past binnen de randvoorwaarden van een gezond ecosysteem. De concrete uitwerking van deze opgave gebeurt op basis

van de voortzetting van bestaand beleid, en nieuw beleid. In het Programma Noordzee zijn ruimtelijke uitgangspunten, afwegingskaders en beleid geformuleerd voor de inpassing van windparken op zee.

Overige nationale wetgeving

De Nederlandse wet geldt in beginsel in de Nederlandse territoriale zee (de 12-mijlszone). Buiten de Nederlandse territoriale zee zijn in de exclusieve economische zone (EEZ) alleen de wetten van toepassing die voor die zone door de wetgever van kracht zijn verklaard. Dat zijn bijvoorbeeld de Waterwet, de Wet Natuurbescherming, de Mijnbouwwet en de Ontgrondingenwet. Voor kavel I geldt dat deze geheel buiten de Nederlandse territoriale zee is gelegen, maar binnen de EEZ.

De Omgevingswet zal na inwerkingtreding (waarschijnlijk januari 2023) ook van kracht zijn in de EEZ en een groot aantal bestaande wetten vervangen, waaronder de Waterwet, de Ontgrondingenwet, de Wet natuurbescherming, de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht, de Wet beheer rijkswaterstaatswerken, de Wet bodembescherming, de Wet ruimtelijke ordening en de Wrakkenwet. Daarnaast zal de Omgevingswet delen van andere wetten vervangen, waaronder de Wet milieubeheer en de Mijnbouwwet. De wijzigingen voor windparken op zee bij inwerkingtreding van de Omgevingswet zijn beperkt. De Wet windenergie op zee blijft als zelfstandige wet bestaan.

2.1.6 Kader Ecologie en Cumulatie (KEC)

Ecologie is een belangrijk onderwerp in de belangenafweging bij het realiseren van windparken op zee. Volgens het Programma Noordzee moeten ruimtelijke besluiten, zoals kavelbesluiten, voor windenergie op zee worden beoordeeld aan de hand van het toetsingskader Ecologie en Cumulatie. Aan de hand van dat toetsingskader wordt beoordeeld of uitgesloten kan worden dat een windpark op zee afzonderlijk, of in cumulatie met andere windparken, ongewenste effecten op de ecologie zal hebben. Dat toetsingskader wordt het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) genoemd. Het KEC is in 2021 (versie 4.0) op basis van de laatste inzichten herzien¹⁷.

In de Kamerbrief van juni 2022 schrijft de Minister dat de grenzen van de ecologische kaders van de Wet natuurbescherming worden genaderd met het toenemende aantal windparken op de Noordzee. De conclusie in het KEC is dat voor de meeste beschermde soorten de effecten binnen de werknormen (Acceptable Level of Impact, of ALI) blijven die hiervoor in het KEC worden gehanteerd. Voor twee vogelsoorten (de jan-van-gent en de zilvermeeuw) kwam naar voren dat bij verdere uitrol van windenergie op zee, op basis van de huidige kennis en met inachtneming van het voorzorgsprincipe, de norm overschreden wordt waardoor de kans op een populatie-afname groter wordt. Sindsdien zijn de ALI normen waartegen getoetst wordt echter voor een aantal soorten aangescherpt op basis van een advies van Sovon. De definitieve toetsing van de te realiseren windparken in relatie tot de ecologische ruimte vindt plaats in onderhavig milieueffectrapportage. Het aspect stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden is niet in het KEC betrokken, maar wordt aanvullend behandeld in de passende beoordelingen voor de kavelbesluiten.

2.1.7 Netaansluiting door netbeheerder TenneT

Op grond van de Elektriciteitswet 1998 (Stb, 2016, 116.) is TenneT aangewezen als de beheerder van het net op zee voor het transport van met wind opgewekte elektriciteit naar het landelijke hoogspanningsnet. De kavel wordt door TenneT voorzien van een transformatorstation in zee en een aansluitverbinding met

¹⁷ Zie www.noordzeeloket.nl/functionies-en-gebruik/windenergie/ecologie.

het hoogspanningsnet op het land. Dit net op zee is geen onderdeel van het kavelbesluit. Uiteraard worden de besluitvormingsprocessen voor de kavel en het net op zee wel zo goed mogelijk op elkaar afgestemd.

De ontwerpbesluiten voor het net op zee IJmuiden Ver Alpha hebben ter inzage gelegen van 14 januari 2022 tot en met 24 februari 2022. Dit net op zee zal het windpark in kavels I en II van windenergiegebied IJmuiden Ver met een gelijkstroomverbinding aansluiten op het hoogspanningsnet op land. Ten behoeve van het inpassingsplan en de vergunningen voor het net op zee IJmuiden Ver Alpha, is een MER opgesteld en wordt de rijkscoördinatierегeling doorlopen.

2.2 Belangrijkste internationale beleid

Een aantal internationale afspraken en beleidskaders speelt op de achtergrond. Ze werken indirect door in dit MER in verschillende milieuaspecten. Hieronder zijn de belangrijkste genoemd.

2.2.1 Kaderrichtlijn Mariene Strategie en Richtlijn Maritieme Ruimtelijke Ordening

De Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) verplicht elke Europese lidstaat tot het vaststellen van een mariene strategie, welke is gericht op bescherming, behoud en herstel van het mariene milieu (een goede milieutoestand (GMT) van de Noordzee) waarbij tevens een duurzaam gebruik van de Noordzee wordt gegarandeerd, en is geïmplementeerd in het Waterbesluit¹⁸. De Nederlandse Mariene Strategie (Deel I) is geschreven aan de hand van een initiële beoordeling (IB) van de toestand van de Noordzee, een beschrijving van de goede milieutoestand (GMT) en de formulering van milieudoelen en bijbehorende indicatoren¹⁹.

De eerste twee stappen zijn respectievelijk in 2012 en 2014 vastgelegd; de derde stap – het KRM-programma van maatregelen – is in het Programma Noordzee opgenomen als bijlage 1. Kern is dat de huidige beleidsinspanning voor het terugdringen van verontreiniging en verstoring van het ecosysteem moet worden volgehouden om de goede milieutoestand te bereiken.

Tevens in Europees verband vastgesteld, is de Richtlijn Maritieme Ruimtelijke Ordening (RICHTLIJN 2014/89/EU) welke het volgende bevat (artikel 9):

Maritieme ruimtelijke planning zal bijdragen aan het doeltreffende beheer van maritieme activiteiten en het duurzame gebruik van de natuurlijke hulpbronnen van zeeën en kusten, door een kader te scheppen voor consistente, transparante, duurzame en wetenschappelijke besluitvorming. Om de doelstellingen te verwezenlijken moeten in deze richtlijn verplichtingen worden vastgelegd om een maritiem planningsproces op te stellen dat moet leiden tot een maritiem ruimtelijke plan of maritieme ruimtelijke plannen; in een dergelijk planningsproces moet rekening worden gehouden met de wisselwerkingen tussen land en zee, en moet de samenwerking tussen de lidstaten worden bevorderd. Onverminderd het bestaande acquis van de Unie op het vlak van energie, vervoer, visserij en milieu mogen met deze richtlijn geen nieuwe verplichtingen worden opgelegd, met name in verband met de concrete keuzen van de lidstaten over de manier waarop het sectorale beleid op deze gebieden wordt gevoerd, maar moet deze richtlijn er veeleer op gericht zijn via het planningsproces bij te dragen aan het nastreven van dit beleid.

Op basis van eerder beschreven wetten, structuurvisies en overige beleidskaders kan worden verondersteld dat voldoende rekening is gehouden met deze richtlijn.

¹⁸ Stb. 2010, 330

¹⁹ Stand van zaken, zie Kamerstukken II, 2013/14, 33 450, nr. 22

2.2.2 OSPAR-verdrag (1992)

Het OSPAR-verdrag vormt een overkoepelend juridisch kader voor de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijke deel van de Atlantische oceaan. Hieronder valt ook de Noordzee. Het OSPAR-verdrag heeft als belangrijkste doel het voorkomen en beëindigen van de verontreiniging van het mariene milieu en het beschermen van het zeegebied tegen de nadelige effecten van menselijke activiteiten ten einde de gezondheid van de mens te beschermen en het mariene ecosysteem in stand te houden en aangetaste zeegebieden te herstellen indien mogelijk.

Samen met 15 andere landen heeft Nederland dit verdrag ondertekend en is derhalve gebonden aan de bepalingen zoals opgenomen in het verdrag. Voor wat betreft de aanleg, exploitatie en verwijdering van windenergie op zee betreft dit de bepalingen in relatie tot het voorkomen van nadelige effecten van menselijk handelen.

Bijlage V van het verdrag bestrijkt alle mogelijke activiteiten die negatieve effecten op mariene ecosystemen en biodiversiteit kunnen hebben en voorziet in de mogelijkheid om deze (indien nodig) te reguleren, met uitzondering van visserij. Tevens bestaan er beperkingen voor de regulering van scheepvaart, waarvoor de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) de primaire verantwoordelijkheid draagt en slechts aanvullende maatregelen kunnen worden genomen binnen het OSPAR-verdrag.

De voornaamste maatregelen die zijn vastgesteld door de OSPAR-commissie in het kader van Bijlage V hebben betrekking op:

- het identificeren en beschermen van bedreigde of achteruitgaande soorten en habitats;
- het in kaart brengen van (potentieel) schadelijke activiteiten;
- het instellen van (een netwerk van) beschermde zeegebieden;
- het ontwikkelen van ecologische kwaliteitsdoelstellingen ter ondersteuning van de ecosysteembenadering.

Het verdrag hanteert de volgende criteria voor de vaststelling van menselijke activiteiten voor de toepassing van hetgeen gesteld in Bijlage V:

- de omvang, intensiteit en duur van de desbetreffende menselijke activiteit;
- feitelijke en mogelijke nadelige gevolgen van de menselijke activiteit voor specifieke soorten, leefgemeenschappen en habitats;
- feitelijke en potentiële nadelige gevolgen van de menselijke activiteit voor specifieke ecologische processen;
- onomkeerbaarheid of duurzaamheid van deze gevolgen.

2.2.3 ASCOBANS (1994)

Dit verdrag heeft als doel het beschermen van kleine walvisachtigen in de Noordzee en Oostzee. Initiatieven, zoals de aanleg van kabels en leidingen, mogen niet tot verstoring van walvisachtigen leiden. Om het doel van ASCOBANS te verwezenlijken zijn de partijen verplicht om binnen hun rechtsmacht en in overeenstemming met hun internationale verplichtingen de instandhoudings-, onderzoek- en beheersmaatregelen uit te voeren die zijn opgenomen in de Bijlage van het verdrag. Hier betreft het voornamelijk het voldoen aan hetgeen gesteld is in Artikel 1, onder c en d van de bijlage;(c) the effective

regulation, to reduce the impact on the animals, of activities which seriously affect their food resources, and (d) the prevention of other significant disturbance, especially of an acoustic nature.

2.2.4 Bats-agreement (1994)

De bats-agreement²⁰ heeft als doel om de in Europa voorkomende vleermuizen te beschermen. De bats-agreement vloeit voort uit de Bonn-conventie²¹ dat als doel heeft (met name bedreigde) migrerende diersoorten te beschermen en te behouden. Uit het verdrag volgt dat lidstaten wordt aanbevolen om mitigerende maatregelen te nemen bij windparken ter bescherming van (migrerende) vleermuizen. In de kavelbesluiten wordt middels het voorschrijven van een mitigerende maatregel (stilstandvoorziening) en een monitorings- en evaluatieprogramma uitwerking gegeven aan de Bonn-conventie, en meer specifiek de bats-agreement.

2.2.5 Wadden Sea Seals (1990)

Wadden Sea Seals²² heeft als doel om door samenwerking een gunstige staat van instandhouding van de Gewone zeehond te bereiken en te behouden in de Noordzee. De overeenkomst vloeit voort uit de Bonn-conventie. In de kavelbesluiten wordt middels het voorschrijven van een geluidsnorm voor onderwatergeluid en een monitorings- en evaluatieprogramma uitwerking gegeven aan de Bonn-conventie en meer specifiek Wadden Sea Seals.

²⁰ Agreement on the Conservation of Populations of European Bats

²¹ Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals

²² Agreement for the Conservation of Seals in the Wadden Sea

3 Locatiekeuze

3.1 Locatiekeuze IJmuiden Ver

In het Programma Noordzee 2022 - 2027 zijn eerder aangewezen gebieden herbevestigd als windenergiegebied. Daarbij is ervoor gekozen om alleen de contouren van de gebieden aan te geven en zijn de kavels nog niet allemaal vastgelegd. Het windenergiegebied IJmuiden Ver heeft daarbij een aangepaste begrenzing gekregen zodat er geen overlap met Natura 2000-gebied de Bruine Bank bestaat. Dit heeft geen effect gehad op de kavels I - IV.

Onderzoek naar de locatiekeuze in eerdere MER

In (het plan-MER bij) het nationaal waterplan 2009 - 2015 is nagegaan of windenergiegebied IJmuiden Ver geschikt is voor de realisatie van windenergie. Daarbij zijn de effecten van windenergie in het gebied IJmuiden Ver op hoofdlijnen onderzocht wat betreft de aspecten ecologie, scheepvaartveiligheid, overige gebruiksfuncties (olie en gas, visserij, zandwinning, defensie etc.), geologie en hydrologie, landschap (zichtbaarheid), recreatie(vaart), cultuurhistorie en archeologie. In het plan-MER bij het Nationaal Waterplan 2009-2015 is tevens gekeken naar de geschiktheid in vergelijking met de overige voor windenergie aangewezen gebieden.²³ Hieruit volgt dat het gebied niet minder geschikt is dan de overige aangewezen gebieden. Negatieve effecten zijn in algemene zin vergelijkbaar. Op het gebied van scheepvaart en recreatie zijn de effecten minder dan voor het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid, noord en west).

In de MER's voor de kavels van windenergiegebied Borssele en voor de kavels I en II van Hollandse Kust (zuid)²⁴ is op hoofdlijnen de vergelijking tussen de windenergiegebieden gemaakt. Uit deze vergelijking op hoofdlijnen komen de volgende factoren naar voren waar rekening mee gehouden moet worden bij de verdere ontwikkeling van windenergie in de windenergiegebieden. Dit zijn aandachtspunten voor het vervolg van dit MER.

- Ecologie
 - Voor vogels zijn significant negatieve effecten, al dan niet in cumulatie, niet zonder maatregelen uit te sluiten. Er is nader onderzoek benodigd bij de specifieke inrichting van de gebieden.
 - Voor zeezoogdieren (bruinvissen en zehonden) zijn significant negatieve effecten op voorhand niet uit te sluiten zonder mitigerende maatregelen. Om de effecten, ook in cumulatie, terug te brengen dienen mogelijk grenzen aan de geluidsemissie bij de aanleg van funderingen gesteld te worden.
- Andere functies
 - Voor het windenergiegebied Hollandse Kust geldt dat deze te midden van gebieden met een verhoogde scheepvaartactiviteit ligt. De veiligheid voor de scheepvaart bij de inrichting van deze gebieden is een aandachtspunt.
 - Voor met name het windenergiegebied Hollandse Kust en in iets mindere mate IJmuiden Ver en Ten noorden van de Waddeneilanden geldt dat de aanwezige activiteiten voor de olie- en

²³ Royal Haskoning, PlanMER Ontwerp Nationaal Waterplan, 31 maart 2009

²⁴ Milieueffectrapport kavelbesluit Borssele kavel I, 12 juni 2015; Milieueffectrapport kavelbesluit Borssele kavel II, 12 juni 2015; Milieueffectrapport kavelbesluit Borssele kavel III en innovatiekavel (kavel V), 13 november 2015; Milieueffectrapport kavelbesluit Borssele kavel IV, 13 november 2015; MER kavel I Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), 22 mei 2016; MER kavel II Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), 22 mei 2016. Alle MER-en zijn te vinden op de volgende site: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/bureau-energieprojecten/afgeronde-projecten/windparken>.

- o gaswinning (exploratie, winning of gebruik van platforms) een aandachtspunt zijn voor de ontwikkeling van de windenergiegebieden.
- o Voor alle windenergiegebieden geldt dat bij de ontwikkeling van de gebieden het bevisbaar oppervlak afneemt en ook dat vissersboten mogelijk dienen om te varen.
- Kosten
 - o Het gebied Hollandse Kust heeft naar verwachting de laagste kosten per kWh, gevolgd door Borssele, Ten Noorden van de Waddeneilanden en tot slot IJmuiden Ver.

Onderzoek naar de locatiekeuze in Programma Noordzee

Het Programma Noordzee (PNZ) 2022-2027, dat onderdeel is van het Nationaal Waterprogramma (NWP), heeft acht zoekgebieden op kaart gezet die in aanmerking komen om aangewezen te worden als windenergiegebied in de Noordzee tot 2040. Drie daarvan zijn reeds in de aanvullende routekaart 2030 aangewezen. Ook zijn een viertal bestaande, maar nog niet benutte (delen van) windenergiegebieden herbevestigd. Bij het invullen van de doelstelling en de benodigde versnellingsopgave voor 2030 speelt windenergie op zee een belangrijke rol. Volgens de Stuurgroep Extra Opgave²⁵ is 10 GW aan windenergie op zee nodig om 55% CO₂-reductie te kunnen behalen. Hiertoe is onderzocht wat nodig is voor het invullen van de resterende opgave van de 49%-doelstelling (0,7GW) in de bestaande windenergiegebieden en het vinden van ruimte voor de versnellingsopgave (55% EU-doelstelling) tot 2030.

Uit het planMER voor de aanvulling op het Programma Noordzee blijkt dat de circa 11 GW in de nieuw aangewezen en deels herbevestigde windenergiegebieden in zijn geheel nodig is om de 55% EU-doelstelling te kunnen halen. In Figuur 3.1 zijn deze gebieden in oranje aangegeven. Daarnaast is onderzocht in welke reeds eerder aangewezen windenergiegebieden het meest geschikt is voor het realiseren van de resterende opgave voor de 49% doelstelling. Deze ruimte is gevonden in het windenergiegebied Hollandse Kust (west). Het zuidelijke deel van dit windenergiegebied is herbevestigd in het Programma Noordzee. De twee noordelijke kavels van het windenergiegebied IJmuiden Ver zijn tevens herbevestigd in het Programma Noordzee.

Een locatieafweging tussen de nieuw aangewezen en deels herbevestigde gebieden met het windenergiegebied IJmuiden Ver is in zoverre niet noodzakelijk, omdat voor het behalen van de doelstellingen alle aangewezen gebieden noodzakelijk zijn.

²⁵ Advies Stuurgroep Extra Opgave, kamerstukken II 2020-21, 32 813, nr. 683.

Figuur 3.1 Aangewezen windenergiegebieden op zee in Programma Noordzee.



3.2 Ligging en beschrijving van windenergiegebied IJmuiden Ver

Het aangewezen windenergiegebied IJmuiden Ver ligt in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ). Het gebied ligt op ongeveer 62 kilometer van de kust. Het windenergiegebied had oorspronkelijk

een oppervlakte van in totaal 1170 km². Echter is in het Programma Noordzee 2022-2027 de zuidelijke begrenzing van het windenergiegebied IJmuiden Ver aangepast vanwege de aanwijzing van de Bruine Bank als Vogelrichtlijngebied. Het beoogde gebied voor de kavels I-IV (zie Figuur 3.2) reikt in zuidelijke richting tot deze nieuwe zuidgrens en heeft een oppervlakte van ca. 388 km². De waterdiepte in het gehele (oorspronkelijk aangewezen) windenergiegebied varieert van 16,8 tot 46,9 meter (lowest astronomical tide - LAT).²⁶

De bodemeigenschappen zijn typerend voor een gebied met hoge getijde-energie en bevat zandruggen en zandgolven. Opmerkelijk zijn de zandruggen met een noord-zuidoriëntatie met een hoogteverschil tot 30 meter. Deze zandruggen zijn tussen de 20 en 50 kilometer lang, 1 tot 4 kilometer breed met een tussenliggende afstand van 5 tot 10 kilometer. Deze zandruggen komen voor in gebieden waar de getijdesnelheid groter is dan 0,5 m/s. De zandgolven hebben een hoogte van ongeveer 3 meter, een lengte van honderden meters tot 5 kilometer en een oriëntatie loodrecht ten opzichte van de zandruggen. De bodem bestaat voornamelijk uit fijn tot gemiddeld zand met een korreldiameter tussen de 150 en 350 µm. Deze zandlagen zijn in sommige gedeelten zeer kalkrijk en bevatten schelpfragmenten. Op sommige plekken is het zand ingesloten door zeeklei of leem met een totale dikte tot 15 meter.²⁷

Zowel de oostelijke als westelijke begrenzing van het windenergiegebied wordt gevormd door scheepvaartroutes. Aan de noordzijde overlapt het gebied met EHD41, een in de luchtvaartregeling aangewezen militair oefengebied. De noordelijke grens van de beoogde vier kavels wordt echter gevormd door de voorgenomen 'clearway' ten behoeve van de ontsluiting van de zeehavens van IJmuiden en Amsterdam. De zuidgrens van de beoogde vier kavels wordt gevormd door het Natura 2000-gebied Bruine Bank. De begrenzing van dat natuurgebied overlapt met de grenzen van het thans aangewezen windenergiegebied, maar – als eerder opgemerkt – is in dit overlappende gebied geen windparkontwikkeling beoogd en wordt de begrenzing daar op aangepast in het Programma Noordzee 2022-2027.

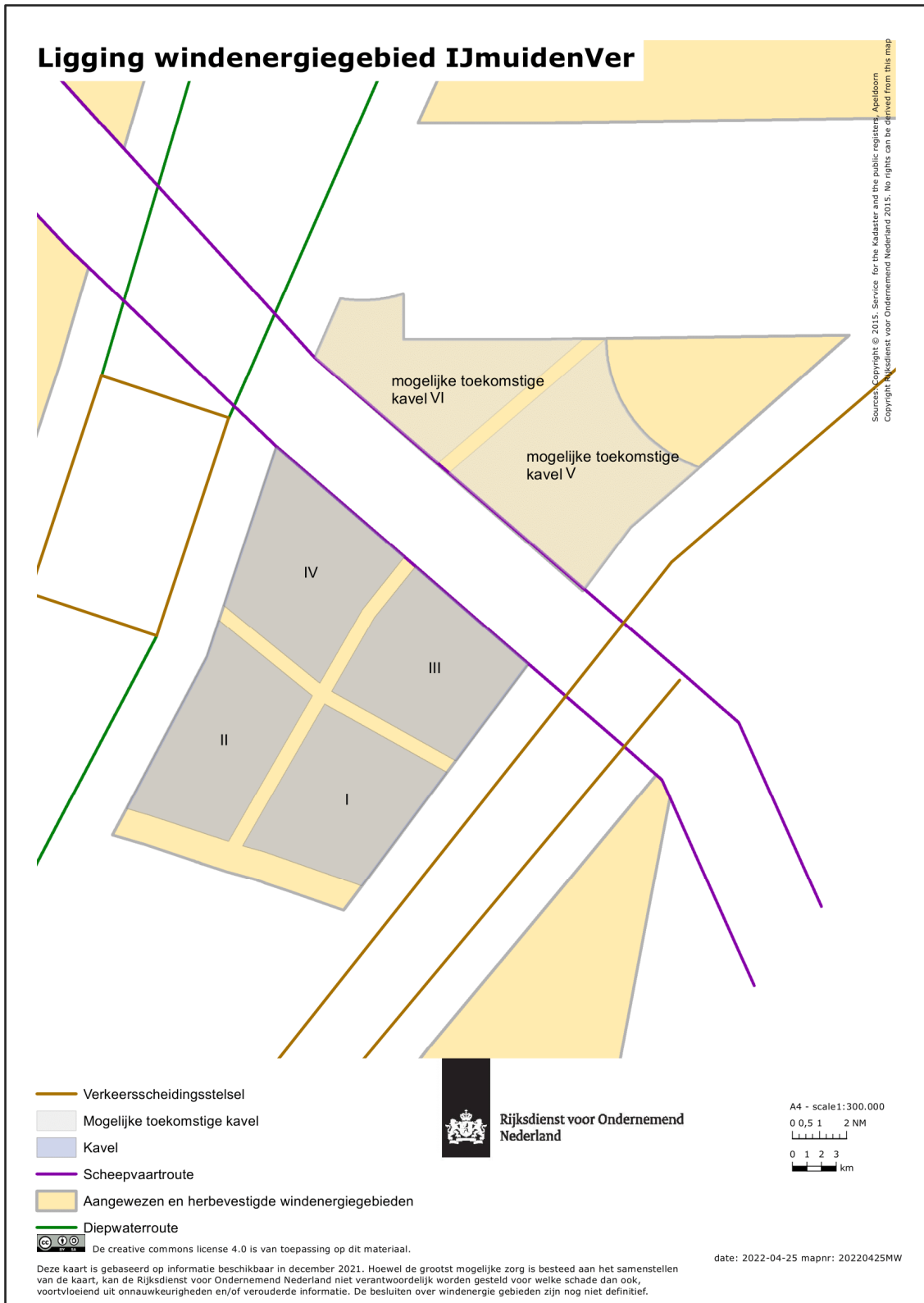
In het windenergiegebied IJmuiden Ver vindt (sleepnet)visserij plaats. Wageningen Economic Research heeft onderzoek gedaan naar de waarde van de betreffende visserijopbrengst in de geplande windenergiegebieden van de routekaart 2030, waaronder het windenergiegebied IJmuiden Ver.²⁸

²⁶ Voor meer informatie over de kenmerken van het gebied, zie de locatiestudies op <https://offshorewind.rvo.nl/generalIJmuiden>

²⁷ ARCADIS, in opdr. van RvO.nl, 2019, Geological Desk Study IJmuiden Ver Wind Farm Zone, ref.180017.

²⁸ A. Mol, H. van Oostenbrugge, C. Röckmann & N. Hintzen. Wind op Zee: bepaling van de waarde van geplande windparkgebieden voor de visserij. (Wageningen Economic Research nota; No. 2019-011). Wageningen: Wageningen Economic Research, 2019.

Figuur 3.2 Ligging windenergiegebied IJmuiden Ver en verkaveling gebied.



3.3 Ligging kavels in het Windenergiegebied IJmuiden Ver

Van de vier beoogde kavels wordt kavel IV doorkruist door de BBL buisleiding (gas) die Nederland verbindt met het Verenigd Koninkrijk. Ook is rekening gehouden met de aanleg van een telecomkabel tussen het Verenigd Koninkrijk en Nederland die ter plaatse van de beoogde kavel IV parallel (ten zuiden) komt te liggen aan de BBL buisleiding op een afstand van ongeveer 500 meter. Er is daarnaast uitgegaan van onderhoudszones van ca. 500 meter aan de buitenzijden van zowel de buisleiding en de toekomstige kabel, wat betekent dat het ruimtebeslag van deze infrastructuur aan de noordkant van kavel IV in totaal ongeveer 1.500 meter is. Parallel aan de zuidgrens van de beoogde kavels I en II ligt de UKNL14 telecomkabel, die verlaten is. Binnen de beoogde kavels bevinden zich geen platforms. Binnen de beoogde kavel IV was ooit het platform P02-NE gesitueerd, en binnen de beoogde kavel II het platform P02-SE, maar die zijn in 2001 en 2002 ontmanteld. De leiding van P02-NE naar P06-A is verlaten. Er wordt rekening gehouden met een onderhoudszone van 150 meter aan weerszijden van deze verlaten leiding.

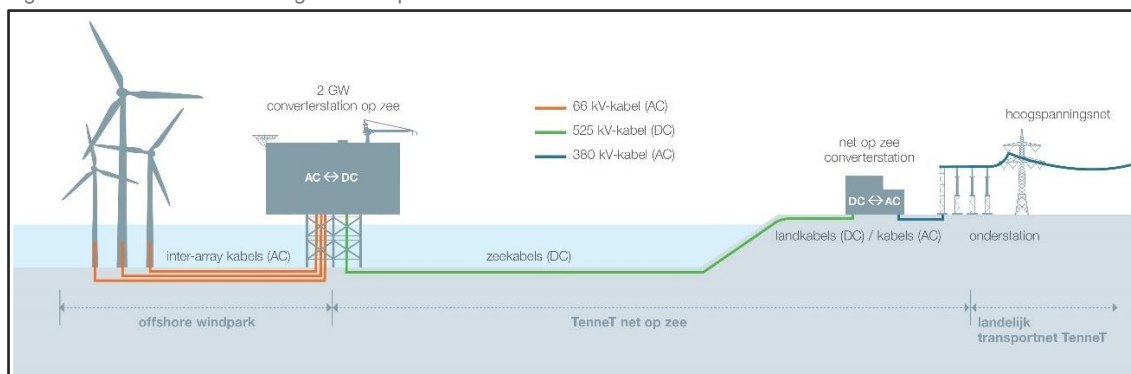
Kavel I

Kavel I in het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt aan de zuidoostzijde van het windenergiegebied. Zoals aangegeven is de nu getrokken zuidelijke grens daar neergelegd vanwege de Bruine Bank, die recent is aangewezen als Vogelrichtlijngebied. Aan de oostzijde van de kavel ligt een scheepvaartroute en aan de westzijde de begrenzing met Kavel II, inclusief de toekomstige ligging van het platform net op zee IJmuiden Ver Alpha. Aan de noordzijde wordt de kavel begrenst door Kavel III. Tussen Kavel I en Kavel III is een deel van het kabeltracé voor het net op zee IJmuiden Ver Bèta voorzien.

3.3.1 Benodigde capaciteit

Vanwege de capaciteit van de twee beoogde TenneT platforms op zee met een capaciteit van circa 2.000 MW per platform, en gelet op een optimale benutting van de capaciteit van de te realiseren aansluiting (net op zee), is het uitgangspunt om ruimte te bieden aan een opgesteld vermogen van ca. 1.000 MW²⁹ per kavel. In Figuur 3.3 is het systeem van Net op Zee schematisch weergegeven. Dit maakt geen onderdeel uit van het voorliggende MER. Het Net op Zee voor IJmuiden Ver doorloopt momenteel zelfstandige m.e.r.-procedures.

Figuur 3.3 Schematische weergave Net op Zee voor IJmuiden Ver



²⁹ Voor de gelijkstroomplatforms is het maximaal in te voeren vermogen gelijk aan de gegarandeerde transportcapaciteit, te weten 2 GW per platform.

3.3.2 Samenhang met Net op zee

De indeling van de kavel in het gebied IJmuiden Ver wordt ontworpen in samenhang met de netten op zee. Op grond van de Elektriciteitswet 1998³⁰ is TenneT aangewezen als de beheerder van het net op zee voor het transport van met wind opgewekte elektriciteit naar het landelijke hoogspanningsnet. De kavel wordt door TenneT voorzien van een transformatorstation in zee en een aansluitverbinding met het hoogspanningsnet op het land. Dit net op zee is geen onderdeel van het kavelbesluit. Op het transformatorstation op zee wordt ook helideck voorzien. Met de uiteindelijke kavelgrenzen is hier rekening mee gehouden in dit MER (zie volgende paragraaf). Uiteraard worden de besluitvormingsprocessen voor de kavel en het net op zee wel zo goed mogelijk op elkaar afgestemd.

Het milieueffectrapport voor het net op zee IJmuiden Ver Alpha heeft van 14 januari 2022 tot en met 24 februari 2022 ter inzage gelegen. Op 10 juni 2022 zijn de definitieve besluiten ter inzage gelegd. Dit net op zee zal het windpark in kavel I van windenergiegebied IJmuiden Ver met een gelijkstroomverbinding aansluiten op het hoogspanningsnet op land. De Minister voor Klimaat en Energie heeft de besluiten genomen voor het inpassingsplan en de vergunningen voor het net op zee IJmuiden Ver Alpha. Op 22 juli 2022 liep de beroepstermijn af voor de op 10 juni 2022 ter inzage gelegde definitieve besluiten. Er is beroep ingesteld bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. De Raad van State zal hier te zijner tijd uitspraak over doen. Het net op zee IJmuiden Ver Alpha zal worden aangesloten op een hoogspanningsstation in Borssele.³¹

3.3.3 Verkaveling windenergiegebied IJmuiden Ver

Binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver is ruimte voor zes kavels van elk ca. 1 GW. De tender van de kavels I tot en met IV is gepland in het vierde kwartaal van 2023. Voor de kavels V en VI ten noorden van de beoogde clearway is dat het tweede kwartaal van 2025. Het uitgangspunt van het Programma Noordzee 2022-2027 is het zoveel mogelijk combineren van het gebruik van de schaarse ruimte op de Noordzee met betrekkelijk compacte kavels van ca. 10 MW/km².

De indeling van de kavels in het gebied IJmuiden Ver wordt ontworpen in samenhang met de netten op zee. Daarbij worden in eerste instantie belemmeringen voor de plaatsing van windturbines in kaart gebracht. In Figuur 3.5 tot en met Figuur 3.8 is het windenergiegebied IJmuiden Ver weergegeven met de aanwezige belemmeringen. Vervolgens wordt op basis van een zo kort mogelijk tracé van de kabels tussen de mogelijke turbineposities en het platform (inter-array-kabels) gekomen tot een kavelindeling.

Bij de verkaveling worden diverse kaders en richtlijnen gehanteerd. In het Programma Noordzee 2022-2027 zijn bijvoorbeeld het 'Ontwerpproces: afstand tussen mijnbouwlocaties en windparken' en het 'Ontwerpcriterium afstand tussen scheepvaartroutes en windparken' opgenomen. Ook zijn onderzoeken verricht naar de effecten van zogturbulentie van windturbines op de vliegveiligheid³² en naar de helikopterbereikbaarheid van mijnbouwplatforms.

³⁰ Stb, 2016, 116.

³¹ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha-fase-1>

³² NLR, in opdr. van Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Offshore windturbinezog en veilige helikopteroperaties, ref. NLR-CR-2016-266, 2016. Zie ook: To70, in opdr. van RvO.nl, Effect of wind turbine wake turbulence on offshore helicopter operations in and around wind farms, ref 19.200.01, 2020.

Met de resultaten van deze onderzoeken³³ wordt rekening gehouden bij het vaststellen van de uiteindelijke grenzen van de kavels. Op basis van een eerste verkenning zijn zes kavels ontworpen. Voor vier van die zes kavels wordt besluitvorming voorbereid. De m.e.r.-procedures en besluitvorming voor de overige twee kavels (V en VI) volgen korte tijd later. De beoogde grenzen van de kavels worden vastgelegd in een voorbereidingsbesluit op grond van artikel 9 van de Wet windenergie op zee.

Voor de gebieden van de beoogde kavels I tot en met IV zijn geen winningsvergunningen voor mijnbouw afgegeven (zie Figuur 3.6). Wel zijn winningsvergunningen verleend voor het noordelijk deel van het aangewezen windenergiegebied IJmuiden Ver.³⁴ Het gaat om K18a en K17a. In K17a is het platform K17-FA-1 gesitueerd. Dit platform heeft geen helideck.

Vanwege de afwezigheid van platforms met helideck zijn in de omgeving van de beoogde vier kavels geen helikopter veiligheidszones (HPR/HPZ) aanwezig.³⁵ Wel kruist de helikopter main route (HMR) KY650 het gebied ter plaatse van de beoogde kavels. Een HMR is een luchtverkeersroute waar civiele helikopters opereren op een geregelde basis, voornamelijk van en naar olie- en gasplatforms. Daarnaast zijn in en rond het gebied 'area navigation routes' aanwezig, zoals T606, T607, L17.

De kortste afstand tussen de beoogde kavels I en II tot de noordelijke begrenzing van het Natura 2000-gebied Bruine bank is 2 kilometer. De overige in de Nederlandse Noordzee aangewezen gebieden Noordzeekustzone, Friese Front, Voordelta en Klaverbank liggen op respectievelijk ca. 65, 85, 105 en 110 kilometer afstand. De Waddenzee, en de verschillende beschermde duingebieden op de Waddeneilanden zijn gelegen binnen een afstand van ten minste 100 kilometer.³⁶

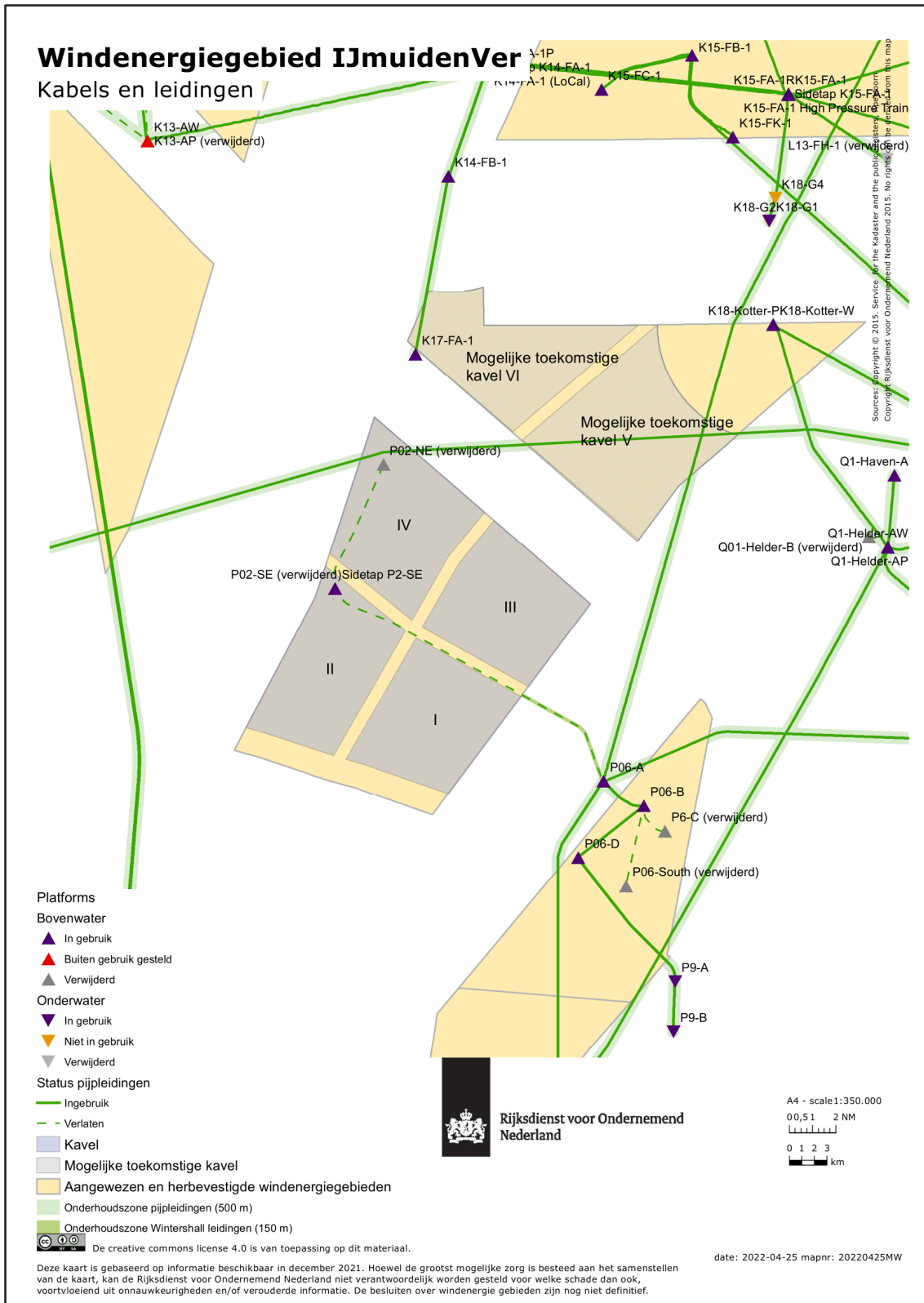
³³ Helicopter accessibility "Hollandse Kust (west)", "IJmuiden Ver" and "Ten noorden van de Waddeneilanden", te vinden op de website RvO.nl.

³⁴ De vergunninghouder van een opsporings- of winningsvergunning zal vanaf het moment van bekendmaking van het voorbereidingsbesluit voor het kavelbesluit (artikel 9 van de Wet windenergie op zee) er wel rekening mee moeten houden dat alleen een mijnbouwinstallatie in of zeer nabij de kavel zal mogen worden geplaatst indien het gaat om een tijdelijke mijnbouwinstallatie die tijdig wordt verwijderd. De plaatsing van permanente mijnbouwinstallatie in de directe nabijheid van de kavel is ook niet bij voorbaat uitgesloten. Wel zal dan rekening moeten worden gehouden met beperkingen in helikopter bereikbaarheid en/of de noodzaak om velden schuin aan te boren.

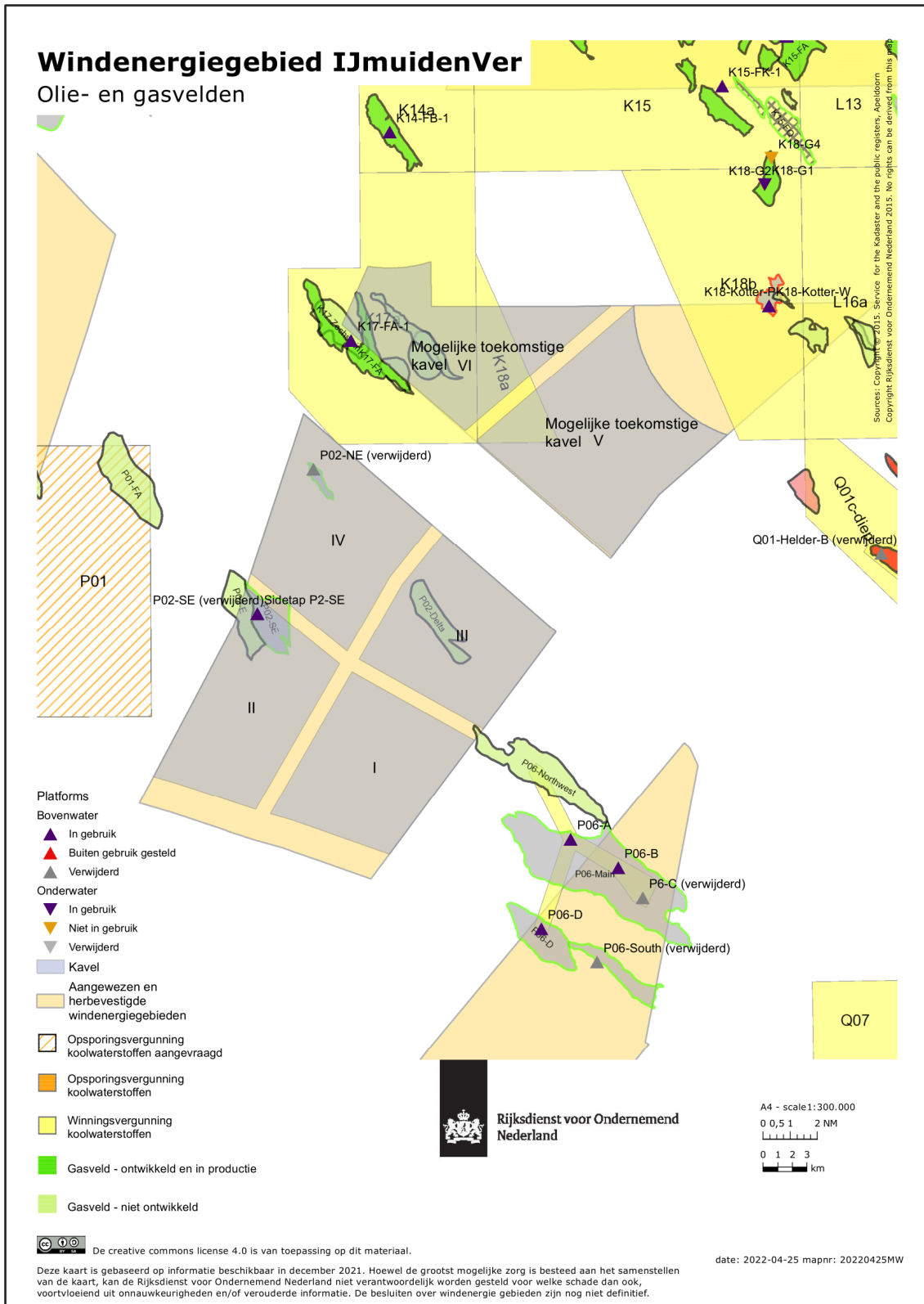
³⁵ Een Helicopter Traffic Zone (HTZ) is een zone van (in beginsel) 5 nautische mijl rondom een boor- of productieplatform met als doel om op lage hoogte tot maximaal 2.000 voet (circa 609 meter) veilig manoeuvres te kunnen uitvoeren, verbonden aan de nadering of het vertrek van een helikopter. Een HTZ wordt ingesteld ter verhoging van het vliegveiligheidsbewustzijn van de piloot en dient ter bescherming van het luchtverkeer onderling. Een Helicopter Protection Zone (HPZ) heeft dezelfde functie maar omvat twee of meer platforms.

³⁶ In het Programma Noordzee is bepaald dat voor 2025 onafhankelijk wordt onderzocht of de Hollandse Kust, de Vlake van de Raan, de Borkumse Stenen, de Klaverbank, de Doggersbank en de Centrale Oestergronden voldoen aan de selectiecriteria voor aanwijzing als Vogelrichtlijngebieden.

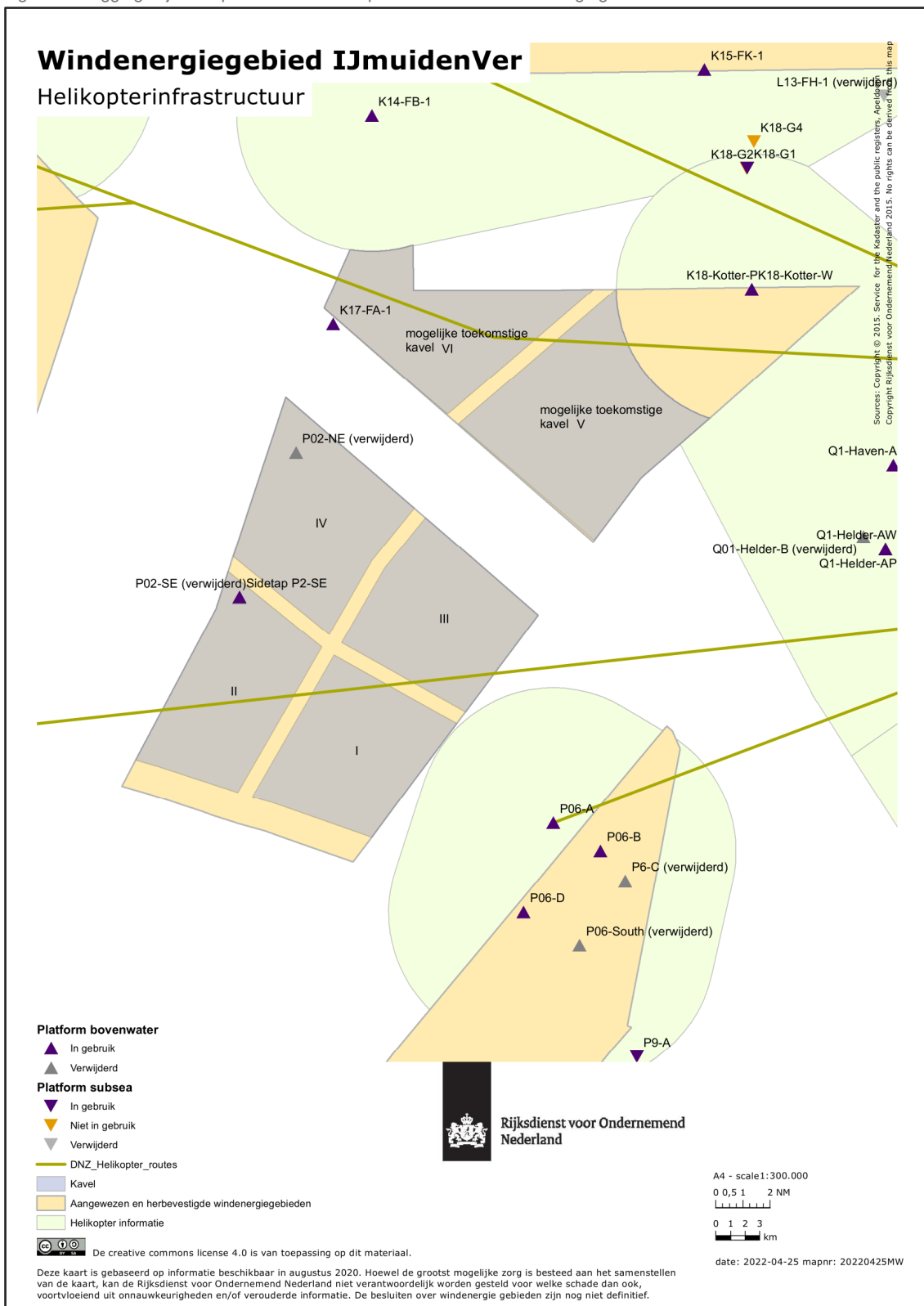
Figuur 3.4 Kabels en leidingen in windenergiegebied IJmuiden Ver



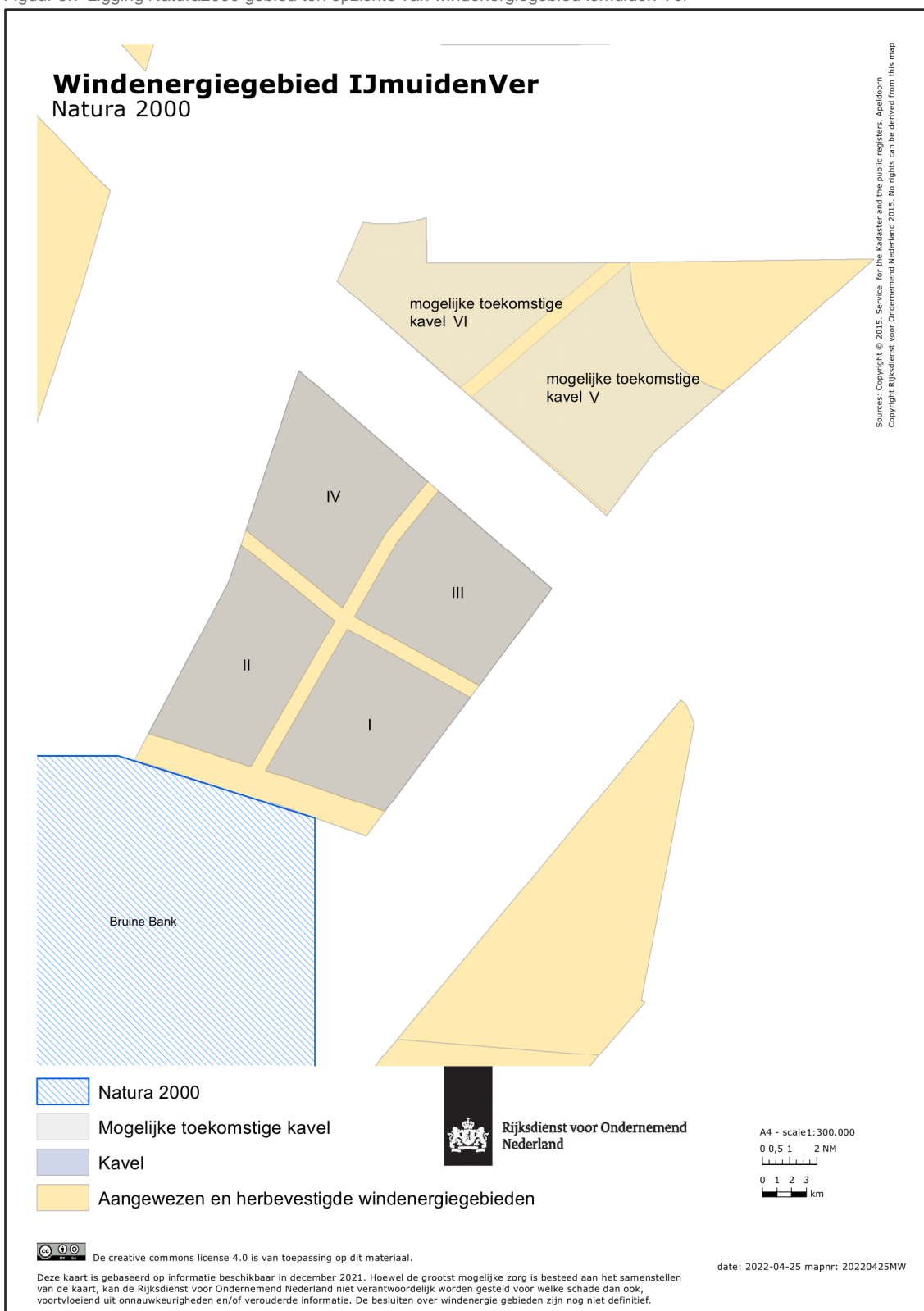
Figuur 3.5 Olie- en gasvelden in windenergiegebied IJmuiden Ver



Figuur 3.6 Ligging mijnbouwplatforms en helikopterinfrastructuur windenergiegebied IJmuiden Ver



Figuur 3.7 Ligging Natura2000 gebied ten opzichte van windenergiegebied IJmuiden Ver



3.3.4 Definitieve kavelgrenzen windenergiegebied IJmuiden Ver

Figuur 3.8 laat de definitieve kavelgrenzen van windenergiegebied IJmuiden Ver zien.

De vier kavels en de oppervlaktes zijn weergegeven in Figuur 3.8. Het gaat om vier van de zes voorgestelde kavels binnen IJmuiden Ver, ten zuiden van de beoogde clearway. Het TenneT-platform Alpha wordt geplaatst tussen de kavels I en II, het TenneT-platform Beta tussen de kavels III en IV. In verband met de komst van een helideck op beide TenneT-platforms (Alpha en Beta), en een kleine verandering in ligging van de clearway ten noorden van kavels III en IV, zijn de definitieve kavelgrenzen vergeleken met de NRD aangepast. Dit is mede in overleg met TenneT gedaan om de helikopterbereikbaarheid van de platformen te waarborgen.

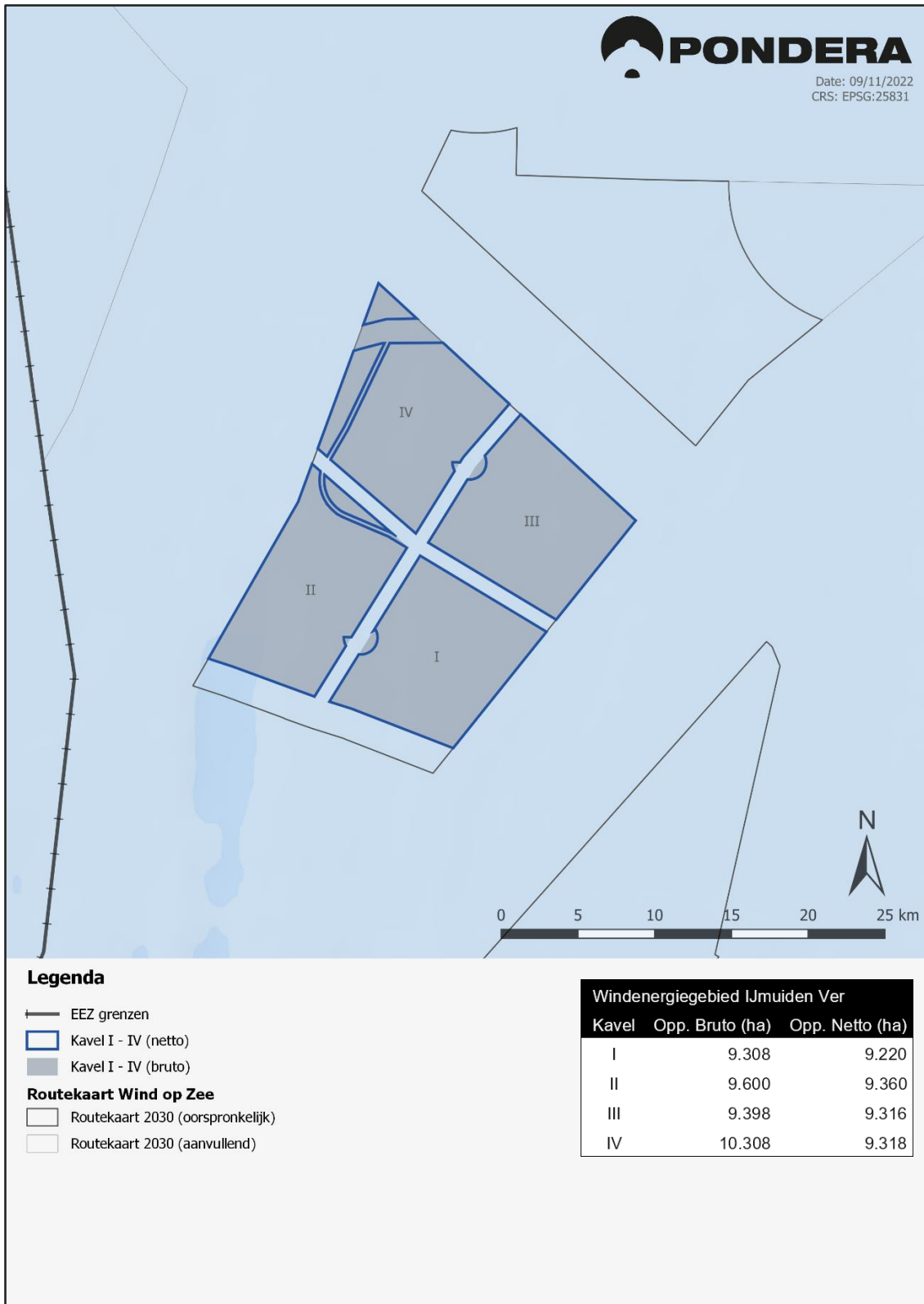
Geen verkavelingsalternatief

Een uitgangspunt van het Programma Noordzee 2022-2027 is dat Natura 2000 gebieden worden ontzien. Een tweede uitgangspunt is dat binnen het aangewezen windenergiegebied IJmuiden Ver een clearway nodig is om een veilige doorvaart te garanderen voor de scheepvaart. Het gaat dan om de ferry-verbinding met Newcastle in het Verenigd Koninkrijk en meer in het algemeen de verbinding van drukke scheepvaartroutes met de havens van IJmuiden en Amsterdam.

Het meest noordelijke deel van het windenergiegebied IJmuiden Ver wordt benut voor twee kavels, V en VI, van elk 1 GW. Deze twee aanvullende kavels zijn nodig voor het tijdig realiseren van de afspraak uit het Klimaatakkoord in 2030 door windenergie op zee (49% CO₂-reductiedoel) en de aangescherpte Europese 55% CO₂-reductiedoelstelling voor 2030 (zie paragraaf 2.2). Hiertoe zal op een nader te bepalen moment een apart voornemen worden gepubliceerd inclusief een daarbij horende concept-NRD.

Gelet op deze uitgangspunten wordt in de milieueffectrapporten voor de kavels I tot en met IV geen alternatieve verkaveling onderzocht.

Figuur 3.8 Definitieve voorkeursverkaveling windenergiegebied IJmuiden Ver



4 Aanpak effectbeoordeling

4.1 Inleiding bandbreedte-benadering

In een MER worden alternatieven van een activiteit beoordeeld door ze op effecten te onderzoeken en naast elkaar te zetten. Een alternatief is een mogelijke manier waarop de voorgenomen activiteit, in dit geval opwekking van energie met windturbines, kan worden gerealiseerd met inachtneming van het doel van deze activiteit (zie tekstkader). In dit MER zijn alternatieven voor één gebied met één windpark onderzocht (zogenaamde 'kavel'). De alternatieven zijn opgebouwd uit een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types die mogelijk zijn binnen een dergelijke kavel.

De kavel binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver wordt aldus uitgegeven met de mogelijkheid voor de windparkontwikkelaar om deze naar eigen wens in te richten. De bandbreedte waarbinnen gebleven moet worden, wordt vastgelegd in het kavelbesluit. In dit hoofdstuk wordt deze bandbreedte beschreven (zie paragraaf 4.2). Paragraaf 4.3 geeft een overzicht van welke aspecten beoordeeld worden en in paragraaf 4.4 wordt ingegaan op de wijze waarop in het MER de beoordeling van de mogelijke effecten plaatsvindt. Paragraaf 4.5 gaat tot slot in op mitigerende maatregelen. In Kader 4.1 staat kort een uitleg van de bandbreedte-benadering en de te beschouwen alternatieven.

Kader 4.1 Bandbreedte en alternatieven

Bandbreedte

Door een kavel uit te geven waarbinnen verschillende turbineopstellingen, turbintypes en funderingsmethoden mogelijk zijn, binnen een vooraf bepaalde bandbreedte, wordt een flexibele inrichting van de kavel mogelijk. De ontwikkelaar heeft binnen de bandbreedte de vrijheid om een optimaal ontwerp te maken voor het windpark in termen van kosteneffectiviteit en energieopbrengst. Deze bandbreedtebenadering stelt specifieke eisen aan het MER. Alle milieueffecten die verbonden zijn aan alle mogelijke opstellingen die het kavelbesluit mogelijk maakt, dienen onderzocht te zijn. Het onderzoeken van alle mogelijke opstellingen is door de veelheid aan denkbare combinaties echter niet mogelijk. Daarom wordt uitgegaan van een worst-case-benadering: als de worst-case-situatie van de bandbreedte wat betreft de effecten toelaatbaar is, dan zijn alle opstellingen binnen de bandbreedte mogelijk.

Alternatieven

De worst case situatie zal voor verschillende aspecten anders zijn. Bij het onderzoek wordt hiermee rekening gehouden door als alternatieven in het MER meerdere worst case situaties te onderzoeken en te vergelijken. De parameters die de worst case situaties afbakenen worden benoemd en beschreven; denk hierbij aan zaken als maximaal aantal turbines, maximale onder-/bovengrens van de rotor, maximaal rotoroppervlak, kenmerken van de funderingsmethode etc.

Om een beeld te verkrijgen van de mogelijkheden om de effecten te verminderen worden voor elk aspect tevens mitigerende maatregelen benoemd en onderzocht. Hiermee wordt voorkomen dat alleen een worst case situatie in beeld wordt gebracht en worden mogelijkheden voor optimalisatie geïdentificeerd.

4.2 Uitwerking van de bandbreedte en alternatieven

4.2.1 Bandbreedte

Om de bandbreedte in opstellingsmogelijkheden te onderzoeken is het enerzijds nodig om na te gaan welke effecten nog toelaatbaar zijn in een worst-case-situatie en deze worst-case-situatie te beschrijven (zie tekstkader). Anderzijds is het van belang te weten welke wensen in de energiesector bestaan ten aanzien van turbinegrootte, aantal turbines en funderingswijze.

Als uitgangspunt voor het bepalen van de bandbreedte is verder aangehouden dat het moet gaan om opties die redelijkerwijs (technisch) realiseerbaar zijn binnen de termijnen verbonden aan de uit te geven kavel, dat wil zeggen uitgifte in 2023 en operationeel zijn van de windparken in 2029.

Onderstaand wordt kort ingegaan op de turbines, de funderingen en de elektrische infrastructuur. Uitwerking vindt plaats in bijlage 2, waarin meer gedetailleerd wordt ingegaan op afmetingen en funderingen van turbines en details als verlichting, aanlegmethoden etc.

Turbines

Het is de trend om naar steeds grotere turbines te gaan bij de realisatie van windparken op zee. Echter, vanuit oogpunt van kosten en risico's is het de vraag of de allergrootste turbines, die nu alleen nog op de tekentafel bestaan, daadwerkelijk in de kavel gebouwd zouden zullen worden.

In het KEC 4.0 is aangegeven dat om de cumulatieve effecten binnen acceptabele grenzen te houden, inzet van mitigerende maatregelen nodig is. Hiervoor zijn verschillende scenario's doorgerekend, waarbij de minimale omvang van de turbines (en daarmee het aantal op te richten turbines) is gevarieerd over de verschillende windenergiegebieden. Uit de voorgaande analyses bleek dat met name enkele vogelsoorten effecten ondervinden. Om de effecten niet de PBR-waarde (Potential Biological Removal) te laten overschrijden is in voorgaande kavelbesluiten een mitigerende maatregel ingezet waarbij de ondergrens van de bandbreedte van de turbinegrootte steeds verder is opgerekt: van (minimaal) 4 MW voor kavels I-II Borssele, naar 6 MW voor kavels III-V Borssele en kavels I-IV Hollandse Kust (zuid), 8 MW voor kavel V Hollandse Kust (noord) en 14 MW voor kavels VI en VII Hollandse Kust (west).

Bij het bepalen van de turbineafmetingen is uitgegaan van de trend die leidt naar turbines met relatief grotere rotoren en een toename van het aantal megawatt opgesteld vermogen per turbine. Uitgaande van een ondergrens van 15 MW, resulteert dit in de rotordiameters zoals weergegeven in Tabel 4.1. Deze tabel is in basis afkomstig van ECN en geeft de benodigde rotordiameter bij verschillende vermogensdichtheden van de windturbinerotoren (in Watt per m² rotoroppervlak) en opgestelde vermogens. Dit is in dit MER gebruikt om de rotordiameter te bepalen van turbines met een bepaald vermogen. Rotordiameters die buiten de bandbreedte van dit MER vallen zijn in het donker grijs weergegeven.

Tabel 4.1 Rotordiameters van turbines bij een gegeven vermogen en rotor vermogendichtheid.

Opgesteld vermogen (MW)	15 MW	16 MW	17 MW	18 MW	19 MW	20 MW
Vermogendichtheid rotoroppervlak (W/m²)						
250	276	285	289	297	305	313
260	271	280	289	297	305	313
270	266	275	283	291	299	307
280	261	270	278	286	294	302
290	257	265	273	281	289	296
300	252	261	269	276	284	291
310	248	256	264	272	279	287
320	244	252	260	268	275	282
330	241	248	256	264	271	278
340	237	245	252	260	267	274
350	234	241	249	256	263	270
360	230	238	245	252	259	266
370	227	235	242	249	256	262
380	224	232	239	246	252	259
390	221	229	236	242	249	256
400	219	226	233	239	246	252
410	216	223	230	236	243	249
420	213	220	227	234	240	246
430	211	218	224	231	237	243
440	208	215	222	228	234	241
450	206	213	219	226	232	238
460	204	210	217	223	229	235
470	202	208	215	221	227	233
480	199	206	212	219	224	230
490	197	204	210	216	222	228
500	195	202	208	214	220	226
510	194	200	206	212	218	223
520	192	198	204	210	216	221

De minimale afstand waarop de turbines gepositioneerd worden is aangenomen op minimaal 4 maal de rotordiameter, de maximale afstand bestaat uit de afstand die aangehouden wordt als de kavel wordt opgevuld met turbines. Indien de kavel niet homogeen wordt ingevuld met turbines, kunnen tussen sommige turbines grotere afstanden ontstaan.

Funderingen

Turbines worden aangelegd met behulp van een monopile, jacket, tripod, gravity based, of suction bucket fundering. De aanlegwijze kan per funderingstype verschillen. Daarom zijn intrillen, heien, boren en suction (bij een suction bucket fundering) beschouwd. Afhankelijk van bodemopbouw, diepte, grootte van de turbine en kostenoverwegingen wordt gekozen voor een bepaalde fundering. De aanleg van de funderingen gaat gepaard met milieueffecten, bijvoorbeeld in de vorm van onderwatergeluid voor het heien

van palen. Om de range aan mogelijke effecten te onderzoeken zijn alle nu gangbare vormen van funderingen beschouwd. Uitgangspunt is dat elke wijze van funderen moet voldoen aan de geluidnorm in tabel 4.2.

Elektrische infrastructuur

De inter-array bekabeling, de kabels binnen het windpark tussen de turbines en het nabijgelegen platform van TenneT, wordt uitgevoerd op een spanningsniveau van 66 kV. Hierbij worden meerdere windturbines aangesloten op één kabel en lopen er meerdere van deze kabels door het windpark naar het verzamelpunt. Het aantal windturbines dat op één kabel aangesloten kan worden, is afhankelijk van het vermogen van de windturbines. Het vermogen van de windturbines neemt al jaren toe en de verwachting is ook dat dit blijft toenemen. Als gevolg hiervan kunnen er minder windturbines op één kabel aangesloten worden.

In dit MER worden de inter-array kabels van de turbines binnen de kavel naar het platform onderzocht. Deze bestaan uit meerdere kabels die per streng groepen windturbines aansluiten op het platform. Het is gebruikelijk om inter-array-kabels in windparken in te graven en op één meter diepte te houden om beschadiging te voorkomen.

Overzicht bandbreedte

De bandbreedte aan invullingsmogelijkheden binnen de uit te geven kavel, die onderzocht wordt in het MER, is in Tabel 4.2 weergegeven. Deze bandbreedte kan op basis van voortschrijdend inzicht, zienswijzen en/of advies nog aangepast worden. In de eerste kolom van de tabel zijn de variabelen weergegeven. Het gaat dan om bijvoorbeeld de rotordiameter van individuele windturbines. In de kolom daarnaast is aangegeven welke bandbreedte in het MER wordt onderzocht, bijvoorbeeld een rotordiameter per turbine van minimaal 236 meter en maximaal 280 meter³⁷. De waarden van de bandbreedte zijn gebaseerd op de huidige stand der techniek, verwachtingen omtrent ontwikkelingen voor de komende jaren, de uitkomst van de MER'en en passende beoordelingen voor de kavels in de windenergiegebieden Hollandse Kust en het KEC 4.0.

³⁷ De maximale tiphoogte is 305 meter vanwege de reservering van het luchtruim voor helikopterverkeer. Met een minimum tiplaatte van 25 meter volgt daarmee een maximale rotor van 305-25=280 meter. Conform tabel 4.1 is een dergelijke maximum rotordiameter passend voor een 20 MW turbine.

Tabel 4.2 Bandbreedte MER

Onderwerp	Bandbreedte
Totaal opgesteld vermogen kavel	Ca. 1 GW
Maximaal aantal turbines	67
Vermogen individuele windturbines	Minimaal 15 MW
Tiphoogte individuele windturbines	Maximaal 305 meter
Tiplaagte individuele windturbines	Minimaal 25 meter
Rotordiameter individuele windturbines	236 – 280 meter
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 4 maal de rotordiameter
Aantal bladen per windturbine	2, 3
Type funderingen	Monopile, multipile, gravity based structure, suction bucket
Maximaal geluidniveau (in geval van heien)	160 of 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ SELss op 750 meter van de geluidsbron
In geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per turbine:	
Monopile	1 paal van 11,5 tot 15 meter
Multipile (waaronder 'tripods' en 'jackets')	3 tot 4 palen van 3 - 5 meter
In geval van een fundering zonder heien: afmetingen op zeebodem:	
Gravity Based	Tot 50 meter in diameter
Suction Bucket	Tot 30 meter in diameter
Elektrische infrastructuur (inter-array bekabeling)	66 kV, ingegraven op 1 meter diepte

Niet alle parameters uit de tabel zijn even belangrijk wat betreft de te verwachten milieueffecten, en behoeven naar verwachting dan ook niet allemaal vastgelegd te worden in de uiteindelijk uit te geven bandbreedte. Bepalend voor de effectbepaling in het MER zijn met name:

- het aantal windturbines;
- de diameter van de rotor van de windturbines;
- het type fundering en het geluidsniveau van aanleg en
- de tiphoogte en tiplaagte van de windturbines.

Wanneer turbines een groter vermogen dan 15 MW hebben, maar qua maatvoering (tiphoogte, tiplaagte en rotordiameter) passen binnen de bandbreedte uit de voorgaande tabel, dan zullen de effecten niet meer zijn dan wordt beschouwd als worst-case in het MER. Dat komt doordat voor elk kavel wordt uitgegaan van een maximum vermogen van 1 GW en bij toepassing van turbines met een individueel vermogen van meer dan 15 MW er dan in totaal minder dan 67 turbines geïnstalleerd worden. Daarmee verminderen de milieueffecten en valt een dergelijke ontwikkeling binnen de beschouwde bandbreedte. In andere woorden, met meer MW per turbine binnen dezelfde maatvoeringen wijzigt het worst-case-scenario niet. De maatvoeringen zijn bepalend voor de effecten, niet het vermogen per turbine op zichzelf.

Dit is steeds de conclusie geweest van de uitgevoerde MER's voor eerdere kavelbesluiten, maar om dit te herbevestigen zullen in dit MER ook de effecten in beeld worden gebracht van een alternatief met grotere

vermogens dan 15 MW. Gezien de maximale afmetingen die mogelijk zijn, zie Tabel 4.3 en met name dan 280 meter als maximale rotor, wordt naast een 15 MW alternatief ook een alternatief met 20 MW turbines op effecten onderzocht. Deze 20 MW per turbine is ontleend aan Tabel 4.1, waarin voor een rotor van 280 meter een vermogen 'past' van circa 20 MW (in Tabel 4.1 wordt 278 meter vermeld bij een 20 MW turbine bij een vermogensdichtheid van 330 Watt/m²).

4.2.2 Alternatieven

De worst case situatie kan voor verschillende aspecten anders zijn. De worst case situaties, als zijnde alternatieven per aspect, zijn onderzocht en vergeleken. Ook is, waar zinvol, nagegaan wat de mogelijke best case situatie is zodat inzicht in de bandbreedte aan effecten ontstaat.

De onderstaande Tabel 4.3 geeft voor de verschillende milieuaspecten de te verwachten worst case en best case aan. De tabel betreft een vereenvoudigd overzicht, in de themahoofdstukken (hoofdstuk 5 tot en met 11) zijn de te onderzoeken scenario's in meer detail beschreven.

Tabel 4.3 Worst case en best case binnen de bandbreedte per milieuaspect.

	Bandbreedte	Alternatief (Worst case)	Alternatief (Best case)
Milieuaspect			
Vogels en vleermuizen		67 x 15 MW-turbines Tiplaagte 25 m rotordiameter 236 m	50 x 20 MW-turbines Tiplaagte 25 m rotordiameter 280 m
Onderwaterleven*		67 x 15 MW-turbines 1 turbinelocatie per dag	50 x 20 MW-turbines 1 turbinelocatie per dag
Scheepvaart		67 x 15 MW-turbines	50 x 20 MW-turbines
Geologie en hydrologie		50 x 20 MW-turbines met Gravity Based fundering of suction bucket	67 x 15 MW-turbines met Tripod fundering
Landschap**		67 x 15 MW-turbines rotordiameter 280 m ashoogte 165 m	
Overige gebruiksfuncties		50 x 20 MW-turbines met Gravity Based fundering of suction bucket	67 x 15 MW-turbines met Tripod fundering
Elektriciteitsopbrengst**		67 x 15 MW-turbines	

* Voor onderwaterleven is de worst case en best case situatie verschillend per 'sub aspect' (zeezoogdieren, vissen, bodemleven) en ook niet op voorhand eenduidig te benoemen.

** Voor landschap en elektriciteitsopbrengst is één alternatief onderzocht omdat de verwachte effecten binnen de bandbreedte niet voldoende onderscheidend zijn.

4.2.3 Nulalternatief: huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het nulalternatief is de huidige situatie met de autonome ontwikkeling.³⁸ Het nulalternatief is het alternatief waarbij geen kavelbesluit wordt genomen. Het gebied zal zich dan ontwikkelen conform vastgesteld of voorgenomen beleid, maar zonder realisatie van het windpark. Deze situatie dient als referentiekader voor de effectbeschrijving. In het nulalternatief zijn de bestaande windparken in gebruik. Ook worden als autonome ontwikkeling de reeds vergunde maar nog niet operationele windparken meegenomen.

³⁸ Autonome ontwikkelingen zijn op zichzelf staande ontwikkelingen die onafhankelijk van het windpark plaatsvinden en waarover al een besluit is genomen (bijvoorbeeld waarvoor vergunning is verleend).

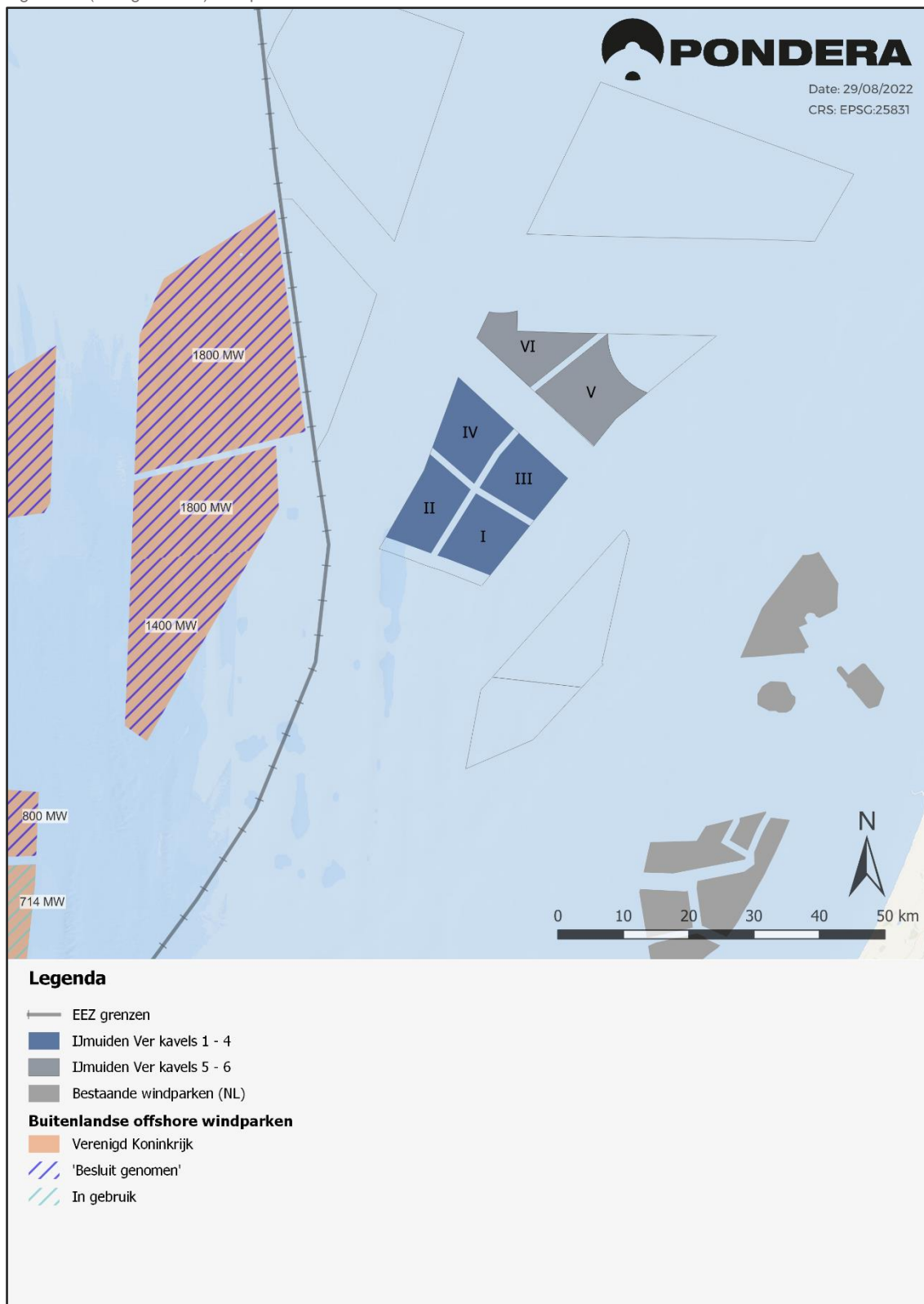
Ten aanzien van sommige milieuaspecten is de ontwikkeling van Britse windparken ook relevant (zie Figuur 4.1).

Daarnaast zijn er windparkontwikkelingen in België, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk. Met name de parken in Engeland (Britse wateren) zijn door de grote omvang en relatief nabije ligging mogelijk relevant in het kader van autonome ontwikkeling of cumulatie met de windparkontwikkeling in het gebied IJmuiden Ver.

De relevantie van deze buitenlandse windparken is onder andere afhankelijk van de effecten op de populatie van soorten (met name vogels, vleermuizen en zeezoogdieren) die invloed kunnen ondervinden van windparken. In het KEC 4.0 (2022) is gekeken naar de invloed van de buitenlandse parken. In bijlage 8 bij het KEC zijn de windparken opgenomen die voor de cumulatieve effecten van belang zijn.

Ten slotte kunnen overige ontwikkelingen relevant zijn om te beschouwen in het kader van autonome ontwikkeling of cumulatie. Dit wordt per effecthoofdstuk in het MER nader uitgewerkt.

Figuur 4.1 (Voorgenomen) windparken in Britse wateren



Bron: Pondera, en <https://opendata-thecrownstate.opendata.arcgis.com/>

4.2.4 Voorkeursalternatief

Bepalen van de voorkeursbandbreedte (VKA)

De in Tabel 4.2 bepaalde voorlopige bandbreedte wordt in kaart gebracht door in het MER voor relevante milieuaspecten (zoals ecologie) en belangen (zoals visserij, mijnbouw en scheepvaart) te onderzoeken welke effecten maximaal kunnen optreden. Voor de diverse aspecten vormen verschillende uitwerkingen van de bandbreedte de worst-case-situatie. Daarom kunnen diverse opstellingen worden doorgerekend. Hierbij valt te denken aan de effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren, waar grote funderingspalen de worst-case kunnen zijn, omdat hier veel hei-energie voor nodig is, en waardoor naar verwachting de grootste effecten optreden. Daarentegen kan het gebruik van relatief veel turbines met een relatief geringe diameter de worst-case zijn voor vogels. Nagegaan wordt of deze maximale effecten toelaatbaar zijn en welke mitigerende maatregelen getroffen kunnen worden om de effecten te verzachten of teniet te doen.

Vaststellen van de maximaal uit te geven bandbreedte

Op basis van de uitkomsten van het MER en andere overwegingen (bijvoorbeeld beleidsmatige of financiële) wordt uiteindelijk een beslissing genomen over de gewenste uit te geven bandbreedte. Deze bandbreedte vormt tezamen met te treffen effect-mitigerende maatregelen het voorkeursalternatief.

De parameters die bepalend zijn voor de bandbreedte aan inrichtingsmogelijkheden van de kavel worden in het kavelbesluit vastgelegd en vormen de bouwmogelijkheden voor de toekomstige ontwikkelaars. Denk hierbij aan zaken als maximale rotordiameter, maximale tiphoogte, minimale onderlinge afstand. Ook kunnen bijvoorbeeld vereisten aan de wijze van funderen worden opgelegd, zoals bijvoorbeeld een maximaal onderwatergeluidsniveau.

Passende Beoordeling van het VKA

Aangezien op voorhand significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden niet uit te sluiten zijn, wordt een zogenaamde Passende Beoordeling uitgevoerd. In deze beoordeling worden de effecten op Natura 2000-gebieden aan de hand van de voor deze gebieden vastgestelde doelstellingen bepaald en beoordeeld. De Passende Beoordeling is als zelfstandig document (bijlage 9) bij het MER gevoegd. Ook zullen de belangrijkste conclusies in de hoofdtekst en de conclusie van het MER worden verwerkt.

4.3 Milieuaspecten

In de volgende hoofdstukken van dit MER zijn de milieueffecten die de alternatieven met zich meebrengen, in beeld gebracht. Het gaat om de hierna genoemde milieuaspecten.

4.3.1 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie

De belangrijkste reden om windinitiatieven te realiseren, is het opwekken van duurzame energie. Er is berekend hoeveel elektriciteit wordt opgewekt. Ook is bepaald welke uitstoot van schadelijke stoffen het windpark vermijdt in vergelijking met de situatie dat dezelfde energie wordt opgewekt op conventionele wijze, zoals met behulp van kolen- en gasverbranding. Een vergelijking is gemaakt met de emissies van de huidige brandstofmix die wordt gebruikt in Nederland voor opwekking van elektriciteit. Dit zijn de stoffen koolstofdioxide (CO₂), stikstofoxiden (NO_x) en zwaveldioxide (SO₂). Er is tevens aandacht besteed aan hoeveel energie het kost om turbines te produceren en te plaatsen.

4.3.2 Vogels, vleermuizen en onderwaterleven (soort- en gebiedsbescherming)

In dit MER wordt op basis van het KEC en de meest recente en relevante (internationale) kennis onderzocht welke beschermde soorten voorkomen op de locatie, welke mogelijke effecten op populatieniveau en beschermde gebieden te verwachten zijn en welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn.

Vogels

Voor vogels wordt ten behoeve van de effectbeschrijving onderscheid gemaakt in:

- lokaal verblijvende vogels,
- broedende kolonievogels en,
- vogels tijdens seizoenstrek.

De volgende effecten zullen in het MER beschreven worden:

- aanvaringslachtoffers (met gebruikmaking van het meest recente Band-model),
- habitatverlies (effecten op het gebruik van gebieden als foerageer- of rustplaats),
- barrièrewerking,
- Indirecte effecten.

Voor lokaal verblijvende vogels wordt aandacht besteed aan alle (pelagische) soorten die (in een deel van het jaar) in het plangebied verblijven om te rusten of te foerageren, danwel soorten dit gebied tijdens seizoenmigraties passeren (onder andere jagers). De verstoringafstanden en het aanvaringsrisico worden beschreven. Wanneer gevolgen voor populaties niet op voorhand uitgesloten kunnen worden, dan wordt ook ingegaan op de voedselrelaties met het plangebied en de directe omgeving daarvan.

Voor broedende kolonievogels kan de studie beperkt blijven tot soorten die op grote afstand van hun broedlocaties kunnen foerageren (zoals de kleine mantelmeeuw) en die het plangebied gedurende foerageervluchten kunnen passeren.

Er zijn veel trekvogelsoorten die migreren tussen broedgebieden en overwinteringsgebieden. Over de Noordzee komen grofweg twee trekstromen voor: Noord-Zuid (en vice versa) en Oost-West tussen het continent en de Britse eilanden (en vice versa). Het is niet functioneel of goed mogelijk om de risico's voor al deze soorten afzonderlijk te kwantificeren. De risico's worden dan ook van voorbeeldsoorten in beeld gebracht, waaronder soorten die 'nachttrekker' zijn en op rotorbladhoogte kunnen passeren. Er wordt een inschatting gemaakt van de ordegrrootte van het totale aantal aanvaringslachtoffers met een indicatieve verdeling over soortgroepen.

Er wordt getoetst aan de gunstige staat van instandhouding van de soorten.

Vleermuizen

Voor vleermuizen wordt ingegaan op het aanvaringsrisico, waaronder het barotrauma. Het gaat daarbij om vleermuizen (met name de ruige dwergvleermuis) op seizoenstrek. Lokaal verblijvende vleermuizen worden niet verwacht. De maximale foerageerafstand vanaf de kust van lokale vleermuizen als watervleermuis, rosse vleermuis en meervleermuis ligt namelijk onder de 10 kilometer en gezien de afstand van kavel I tot de kust is uitgesloten dat er in het windenergiegebied foerageervluchten worden gemaakt.

Onderwaterleven

Voor het onderwaterleven (onderscheid wordt gemaakt tussen zeezoogdieren, vissen en bodemfauna) worden voor beschermde soorten veranderingen van paai- en werpgebieden, foerageermogelijkheden (verstoring en habitatverlies), barrièrewerking en fysieke aantasting (temporary threshold shift (TTS), permanent threshold shift (PTS)) in beeld gebracht.

Zeezoogdieren (zeehonden en bruinvissen)

De volgende type effecten zullen beschreven worden:

- verlies aan foerageermogelijkheden (verstoring en habitatverlies),
- barrièrewerking en
- fysieke aantasting (temporary threshold shift (TTS), permanent threshold shift (PTS)).

Voor zeehonden (grijze en gewone zeehond) zijn met name de ligplaatsen in de Voordelta en de Waddenzee van belang, evenals foerageergebieden en migratiegebieden op zee. Aandacht wordt besteed aan het aantal beïnvloede dieren (voor zowel zeehonden als bruinvissen) ten opzichte van het totale aantal dieren binnen het Nederlands Continentaal Plat en de gehele Noordzee, waarbij rekening zal worden gehouden met voorkomende dichtheidsgradiënten. Ook wordt aandacht besteed aan het bouwtempo van funderingen, want dit bepaalt de mate waarin effecten zich telkens opnieuw voordoen en ook of steeds dezelfde dieren worden beïnvloed dan wel een ander deel van de populatie. Dit werkt bij zeezoogdieren door in de duur van de blokkade van foerageergebieden en migratieroutes en in de verstoring door onderwatergeluid.

Inzichtelijk wordt gemaakt wat de effecten in zowel de aanleg-, exploitatie- als de verwijderingsfase zijn, of het om tijdelijke dan wel permanente effecten gaat en wat de cumulatieve effecten kunnen zijn van windturbines binnen Kavel I van IJmuiden Ver met overige projecten en activiteiten, zowel in tijd als in ruimte. Hierbij wordt zowel naar sterfte als aantasting van het leefgebied gekeken. Dit alles zal zoveel mogelijk worden gekwantificeerd. Zo wordt per type effect aangegeven hoeveel individuen van welke soorten hierbij zijn betrokken (ordegrootte, bijvoorbeeld in aantalsklassen) en welk deel van de populatie minimaal en maximaal (worst case) beïnvloed wordt. Er wordt hierbij getoetst aan de gunstige staat van instandhouding. Daar waar nodig wordt ook getoetst aan de doelstellingen van Natura 2000-gebieden.

Ook wordt in het MER ingegaan op het effect van seismisch onderzoek in cumulatie met de aanleg van windturbines. Er zal gebruik worden gemaakt van dichtheidskaarten voor zeehonden en bruinvissen. Voor de geluidsmodellering zal gebruik worden gemaakt van het Aquariusmodel 4.0 dat is gevalideerd aan de hand van de geluidsmetingen in de windparken Luchterduinen en Gemini. Zie voor meer informatie over Aquarius 4.0 het 'Intermezzo Validatie Aquarius 4 model' in het achtergronddocument geluid zeezoogdieren bij dit MER.

Vissen

Onderzocht wordt welke beschermde soorten voorkomen op de locatie, welke mogelijke effecten te verwachten zijn en welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn voor vissen. Op de volgende effecten wordt ingegaan:

- Effecten van geluid en/of trillingen tijdens de aanleg, de exploitatie en/of ontmanteling.
- Effecten van bodemberoering tijdens de aanleg, exploitatie en/of ontmanteling.
- Effect van straling (elektromagnetische en geïnduceerde elektrische velden).
- Effect van de aanwezigheid van harde structuren.

- Effect van verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten in windparken.

Voor meer informatie over de onderzoeksmethode en bekeken soorten, zie Bijlage 4.

Bodemleven

Onderzocht wordt welke beschermde soorten voorkomen op de locatie, welke mogelijke effecten te verwachten zijn en welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn voor bodemleven. Ook wordt een beschrijving opgenomen van de dynamiek van zandbanken en megaribbels³⁹.

Gebiedsbescherming (via Passende Beoordeling)

Verwacht wordt dat op voorhand significante effecten op Natura 2000-gebieden niet zijn uit te sluiten. Een passende beoordeling zal dan ook onderdeel vormen van het op te stellen MER, waarin de vraag beantwoord wordt of significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden zijn uit te sluiten. Het zal dan met name gaan over de effecten op vogels en zeezoogdieren. De beoordeling van effecten op Natura 2000-gebieden vindt plaats in het kader van de Wet natuurbescherming. Het gaat enkel om 'externe werking', de kavel ligt buiten Natura 2000-gebieden, maar grenst aan Natura 2000-gebied de Bruine Bank. Effecten kunnen wel optreden op Natura 2000-gebieden, doordat soorten met instandhoudingsdoelstellingen in het projectgebied komen, effecten als onderwatergeluid tot in Natura 2000-gebieden reiken of in cumulatie dusdanig grootschalige effecten op populaties kunnen ontstaan waardoor instandhoudingsdoelstellingen aangetast zouden kunnen worden.

Ook is bij de ontwikkeling en het onderhoud van een windpark op zee sprake van een (tijdelijke) emissie van stikstofoxiden (NO_x). Schepen die worden ingezet maken gebruik van verbrandingsmotoren die stikstofoxiden uitstoten. Derhalve dient in de passende beoordeling ook te worden ingegaan op het (mogelijk) effect van stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden als gevolg van de ontwikkeling en de exploitatie van een windpark. In het kader van de passende beoordeling zal een berekening van de stikstofdepositie worden gemaakt met de meest actuele versie van AERIUS Calculator. Daarnaast is het van belang om te onderzoeken hoe emissies (leidend tot stikstofdepositie in gevoelige gebieden) kunnen worden voorkomen of verminderd.

Indien significante effecten op Natura 2000-gebieden niet kunnen worden uitgesloten, dient een ADC-toets als bedoeld in de Wet natuurbescherming te worden doorlopen.

4.3.3 Scheepvaart en veiligheid

In het MER wordt de kans op ongevallen door aandrijvingen en aanvaringen onderzocht. Voor de scheepvaartveiligheid wordt een (kwantitatieve en kwalitatieve) analyse uitgevoerd, waarbij onder meer gebruik wordt gemaakt van de resultaten van het door MARIN (Maritime Research Institute Netherlands) uitgevoerde onderzoek naar de cumulatieve effecten van windparken op de scheepvaart.^{40 & 41}. Hiervoor wordt gebruikt gemaakt van het SAMSON model (Safety Assessment Models for Shipping and Offshore in the North Sea). Daarnaast wordt een (kwantitatieve) analyse uitgevoerd waarbij aandacht wordt besteed aan de verkeersstromen rond de kavel, kruisend verkeer en risico's voor niet-routegebonden kleine scheepvaart. Tevens wordt nagegaan wat de effecten zijn van doorvaart door de kavel, waarbij ook het

³⁹ Vanosmael, C., K.A. Willems, D. Claeys, M. Vincx & C. Heip 1982. Macrobenthos of a sublittoral sandbank in the South-ern Bight of the North Sea. J. mar. biol. Ass. U.K. 62: 521-534

⁴⁰ MARIN, WIND OP ZEE 2030: Gevolgen voor scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen. MARIN, 2019.

⁴¹ MARIN, SAMSON-analyse Wind op Zee; versnellingsopgave 2030 met doorkijk naar 2040.

aspect SAR ('search and rescue') wordt meegenomen. De scheepvaarteffecten worden (ook) onderzocht in relatie tot de autonome ontwikkeling.

4.3.4 Visserij

In het MER worden de gevolgen voor de bestaande visserij meegenomen. Vissers verliezen visgronden. Er wordt in het MER gebruikgemaakt van de meest recente gegevens. Wageningen Economic Research heeft onderzoek gedaan naar de waarde van de misgelopen vangsten.⁴² Daarnaast is het van belang te bepalen welke delen van het windenergiegebied IJmuiden Ver de meeste waarde hebben voor de visserij. Naast het verlies aan visgronden heeft de visserij mogelijk te maken met omvaren door de aanleg van de windparken.

4.3.5 Overige gebruiksfuncties

De overige gebruiksfuncties in de omgeving van de locatie kunnen zijn: olie- en gaswinning, windparken, luchtvaart (waaronder helikopterverkeer), militaire gebieden, zand-, grind- en schelpenwinning, scheepvaart, kabels en leidingen, archeologische en cultuurhistorische waarden en recreatie.

Er zal gebruik worden gemaakt van het onderzoek naar de archeologische en cultuurhistorische waarden in het plangebied.⁴³ De effecten van het windpark op deze waarden worden getoetst aan de wetgeving en het rijksbeleid ten aanzien van archeologie, dat onder andere is terug te vinden in het Programma Noordzee. Het uitgangspunt van het beleid is dat archeologische waarden zoveel mogelijk in situ behouden worden of, als dit niet mogelijk is, de informatiewaarde veilig wordt gesteld door middel van archeologisch onderzoek.

Lettende op de nabijgelegen mijnbouwplatforms, wordt het veilig aanvliegen van de platforms in het MER onderzocht. Hierbij zullen de in paragraaf 3.3 genoemde onderzoeken worden meegenomen naar de effecten van zogturbulentie in en om offshore windturbineparken op de vliegveiligheid en de bereikbaarheid van mijnbouwplatforms in de nabijheid van windparken.

Het MER zal ingaan op de effecten voor de betrouwbaarheid van de (wal)radarsystemen en straalpaden en indien nodig mitigerende maatregelen aandragen.

4.3.6 Geologie en hydrologie

Beschreven wordt wat de bodemopbouw en de stabiliteit van de bodem is. Ook wordt bekeken wat de effecten zijn van het windpark op erosie, sedimentatie, geomorfologische, geohydrologische en stromingspatronen (richting en snelheid). Boven de waterspiegel gaat het vooral om de effecten van getijde en golfslag (onder invloed van het heersende windregime) op het functioneren en de stabiliteit van de windturbines.

Ook wordt in kwalitatieve termen ingegaan op de invloed van omvangrijke windparken op het golfklimaat in de omgeving (afname totale windenergie en daarmee golfenergie en kusterosie).

⁴² A. Mol, H. van Oostenbrugge, C. Röckmann & N. Hintzen. Wind op Zee: bepaling van de waarde van geplande windparkgebieden voor de visserij. (Wageningen Economic Research nota; No. 2019-011). Wageningen: Wageningen Economic Research, 2019.

⁴³ Zie offshorewind.rvo.nl

4.3.7 Landschap

In dit MER wordt ingegaan op de zichtbaarheid van windturbines vanaf de kust. Naar verwachting is het maken van visualisaties niet zinvol, gegeven de afstand tot de kust.

Het zicht is van vele factoren afhankelijk en om dat beter te begrijpen wordt ingegaan op het zichtbereik. Dat is de afstand waarop een object nog kan worden waargenomen. Dit bereik hangt van een viertal factoren af:

1. de eigenschappen van het object;
2. de kromming van de aarde (en daarbij de waarneemhoogte);
3. de visus van het menselijk oog en
4. de meteorologische omstandigheden.

Ten aanzien van punt 4 worden databases gebruikt van meerdere KNMI meetstations, te weten de KNMI stations te IJmuiden, Hoek van Holland, De Kooy en Schiphol.

4.3.8 Grensoverschrijdende effecten

Op basis van de effectbeschrijving voor elk hiervoor genoemd aspect, wordt in het MER nog apart ingegaan op die effecten die grensoverschrijdend zijn. Denk hierbij voornamelijk aan de ecologische effecten en overige gebruiksfuncties.

4.4 Effectbeoordeling

4.4.1 Beoordelingscriteria per milieuaspect

De omvang van het studiegebied, het gebied waarbinnen zich mogelijke effecten kunnen voordoen, verschilt per milieuaspect. Meestal is het studiegebied groter dan het plangebied, waar zich de voorgenomen activiteit afspeelt. De nulsituatie, inclusief autonome ontwikkeling, fungeert als referentie voor de beoordeling van de effecten. De effectbeschrijving zal waar mogelijk en zinvol kwantitatief onderbouwd worden. Indien het niet mogelijk is om de effecten te kwantificeren, worden de effecten kwalitatief beschreven.

Naast effecten die optreden tijdens de exploitatie van het windpark is ook aandacht besteed aan effecten tijdens de bouw van de windparken (zoals geluid door aanlegwerkzaamheden) en alle bijbehorende voorzieningen, zoals de aanleg van kabels. Ook is, waar zinvol, aangegeven of cumulatie met andere plannen en/of projecten kan optreden. Cumulatieve effecten zijn ook een onderdeel van de Passende Beoordeling.

De effecten zijn per milieuaspect beschreven aan de hand van beoordelingscriteria. In Tabel 4.4 is per milieuaspect aangegeven welke criteria zijn gebruikt en de wijze waarop de effecten zijn beschreven en beoordeeld (kwantitatief en/of kwalitatief).

Tabel 4.4 Beoordelingscriteria per milieuaspect.

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Elektriciteits-opbrengst	Elektriciteitsproductie Terugverdiendtijd energie bouw CO ₂ -emissie reductie NO _x -emissie reductie SO ₂ -emissie reductie	Kwantitatief, in kWh/jaar Kwantitatief in maanden Kwantitatief, in ton/jaar Kwantitatief, in ton/jaar Kwantitatief, in ton/jaar
Klimaat	Invloed op klimaatverandering	CO ₂ -emissiereductie
Vogels	Aanleg windpark Verstoring aanleg fundering Verstoring door toegenomen scheepvaart	Aantal verstoorde vogels
	Gebruik windpark <u>Lokale zeevogels</u> Aanvaringsrisico Barrièrewerking Habitatverlies Indirecte effecten	Aantal vogelslachtoffers Aantal kilometers omvliegen Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers Aantal verstoorde vogels
	<u>Broedende kolonievogels</u> Aanvaringsrisico Barrièrewerking Habitatverlies Indirecte effecten	Aantal vogelslachtoffers Aantal kilometers omvliegen Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers Aantal verstoorde vogels
	<u>Trekvogels</u> Aanvaringsrisico Barrièrewerking	Aantal vogelslachtoffers Aantal kilometers omvliegen
	Habitatverlies Indirecte effecten	Aantal km ² van het foerageergebied Aantal verstoorde vogels
	Verwijdering windpark Verstoring door verwijderen fundaties Verstoring door toegenomen scheepvaart	Aantal verstoorde vogels
Vleermuizen	Aanvaringsrisico Barrièrewerking Habitatverlies Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud (tijdens zowel aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase)	Aantal vleermuisslachtoffers Kwalitatief effect van omvliegen Aantal km ² van het foerageergebied Kwalitatief effect van aanwezigheid windturbines en onderhoud
Onderwaterleven	Bodemdieren en vissen Effecten bij aanleg, gebruik en verwijdering van resp. geluid en trillingen, bodemberoering, aanwezigheid van harde structuren op, verbod op bodemberoerende activiteiten (visserij) en elektromagnetisch veld van de kabel, op: Biodiversiteit Recruitment Dichtheden biomassa Beschermd soorten	Verandering in aantal soorten Aanwas 'hardsubstraatsoorten' Dichtheid per m ² Dichtheid en effect op beschermde soorten

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	<p>Zeezoogdieren</p> <p>Aanleg Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen en geofysisch onderzoek</p> <p>Fysieke aantasting</p> <p>Gebruik Verstoring door geluid en trillingen turbines Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)</p> <p>Verwijdering Idem aanleg</p>	<p>Verstoord oppervlak (km²) Aantal verstoorde dieren / effect op populatie Tijdsduur van de verstoring (bruinvisverstoringdagen) Aantal aangetaste dieren</p> <p>Verstoord oppervlak (km²) Aantal verstoorde dieren / effect op populatie Tijdsduur van de verstoring Aantal aangetaste dieren</p>
Natuur overig	Effecten op Natura 2000-gebieden: -habitattypen (inclusief effecten als gevolg van stikstofdepositie); -soorten	aan de hand van de instandhoudingsdoelstellingen
	Effecten op beschermde flora en fauna (als bedoeld in artikel 7 Wet windenergie op zee) en overige natuur- en milieuwaarden als beschermd door internationale kaders, zoals bijvoorbeeld de kaderrichtlijn mariene strategie, OSPAR-verdragen en ASCOBANS als gevolg van - geluidproductie aanleg en operationeel geluid, - elektrische en elektromagnetische velden, - de kans op aanvaring, - verlies van leef-, foerageer- en rustgebied, - verstoring en blokkering migratieroutes; - aanbod van optimaal hechtingsoppervlak voor organismen; - afsluiting voor visserij.	
Scheepvaart en veiligheid	<p>Verkeersveiligheid Kans op 'rammen' en 'driften' routegebonden en niet-routegebonden verkeer</p> <p>Gevolgschade van 'rammen' en 'driften'</p>	<p>Kans op rammen/driften</p> <p>Gevolgschade in de vorm van vrijkomende hoeveelheid olie</p>
Overige gebruiksfuncties	<p>Beïnvloeding van: Olie- en gaswinning</p> <p>Luchtvaart/helikopterbewegingen Zand-, grind- en schelpenwinning</p> <p>Baggerstort Scheeps- en luchtvaartradar Kabels en leidingen</p> <p>Telecommunicatie Munitiestortgebieden en militaire gebieden</p>	<p>Beperkingen olie- en gaswinning Effecten op toekomstig hergebruik van platforms Effect op veilige luchtvaart Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning</p> <p>Beperkingen baggerstortgebieden Schaduwwerking en bouncing Interferentie kabels en leidingen Verstoring kabelverbindingen Verstoring straalpaden</p>

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	Cultuurhistorie en archeologie Schelpdierkweek en zeewierteelt Bestaande windparken	Aanwezigheid munitiestortgebieden en militaire gebieden Aantasting archeologische resten Beperkingen en mogelijkheden schelpdierkweek en zeewierteelt Beïnvloeding bestaande windparken
Visserij	Beïnvloeding van visserijmogelijkheden	Kwalitatief en kwantitatief
Geologie, morfologie, hydrologie en waterkwaliteit	Effect op golven Effect op waterbeweging (waterstand/stroming) Effect op waterdiepte en bodemvormen Effect op bodemsamenstelling Effect op troebelheid en waterkwaliteit (waaronder de effecten van kathodische bescherming) Effect op sedimenttransport Effect op kustveiligheid	Kwalitatief en kwantitatief
Landschap	Zichtbaarheid aan de hand van: de eigenschappen van het object, de kromming van de aarde, de visus van het menselijk oog en de meteorologische omstandigheden	Percentage zichtbaarheid in de tijd Percentage van de beeldhoek

Om de effecten van de varianten per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een + / - schaal beoordeeld ten opzichte van het nulalternatief. Hiervoor wordt de volgende beoordelingsschaal gehanteerd, zoals weergegeven in Tabel 4.5. De beoordeling wordt gemotiveerd.

Tabel 4.5 Scoringsmethodiek.

Beoordeling ten opzichte van het nulalternatief (de referentiesituatie)	Score
Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering	--
Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering	-
Het voornemen onderscheidt zich niet van het nulalternatief	0
Het voornemen leidt tot een merkbare positieve verandering	+
Het voornemen leidt tot een sterk merkbare positieve verandering	++

Indien de effecten marginaal zijn, wordt dit in de voorkomende gevallen aangeduid met -/0 (marginaal negatief) of 0/+ (marginaal positief).

Omdat voor de effecten op vogels, vleermuizen en onderwaterleven specifieke wettelijke kaders bestaan waaraan getoetst dient te worden, wordt in de volgende paragraaf specifiek aandacht besteed aan de toetsing van de ecologische effecten.

4.4.2 Toetsing ecologische effecten

In paragraaf 4.3 is aangegeven welke effecten beschreven worden in dit MER. Deze effecten worden gescoord door plussen en minnen, zoals in paragraaf 4.4.1 is aangegeven. Voor de optredende ecologische effecten dient expliciet getoetst te worden aan de geldende wettelijke kaders. Vandaar dat deze paragraaf specifiek gaat over de toetsing van de ecologische effecten.

Vogels

Wanneer een kwantitatieve beoordeling van effecten mogelijk is, dan worden verschillende criteria aangehouden:

- Het 1% ORNIS-criterium
 - Volgens dit criterium wordt iedere additionele sterfte van minder dan 1 procent van de jaarlijkse natuurlijke sterfte aan de betrokken populatie (gemiddelde waarde) als niet significant beschouwd. In de praktijk kan dit criterium, bij voldoende gegevens over de omvang van de natuurlijke jaarlijkse sterfte, worden gebruikt om te bepalen of significante effecten, in cumulatie, uitgesloten kunnen worden. Blijven soorten onder deze grens, dan worden ze niet verder in beschouwing genomen. Overschrijden ze deze 1-procentnorm wel, dan zal in meer detail naar de mogelijke populatie-effecten gekeken dienen te worden. De 1-procentnorm wordt in het MER en passende beoordeling met name gehanteerd om de effecten op broedkolonies (in het kader van Natura 2000-gebieden) te beoordelen, temeer omdat een PBR van een individuele kolonie moeilijk te bepalen is (zie hieronder over PBR).
- Potential Biological Removal (PBR) criterium
 - De PBR methode maakt gebruik van wetenschappelijke achtergrondinformatie over de populaties van de relevante soorten. Voor de soorten waarvoor voldoende informatie over populatieparameters bekend is, heeft het gebruik van de PBR als grenswaarde ook juridisch gezien de voorkeur boven het gebruik van het ORNIS-criterium, dat gebruikt wordt indien wetenschappelijk onderbouwing van een grenswaarde ontbreekt. In dit MER wordt de redeneerlijn gevolgd dat indien (cumulatieve) effecten onder de PBR blijven, significant negatieve effecten zijn uit te sluiten en er geen nadelige gevolgen zijn voor de gunstige staat van instandhouding.
- (Indien beschikbaar) Acceptable level of impact (ALI) norm
 - Een beter alternatief voor PBR is het gebruik van populatiemodellen gebaseerd op Leslie matrix-modellen om effecten van windparken op populatieniveau te bepalen. Populatiemodellen geven meer inzicht in de consequenties van een bepaalde additionele sterfte op een populatie. Indien beschikbaar voor de relevante soorten, worden in het MER uitkomsten van populatiemodellen gebruikt bij de onderbouwing van effectbeoordelingen. Deze uitkomsten van populatiemodellen worden tegen de soortspecifieke maatlat van de Acceptable Level of Impact (ALI) gelegd.⁴⁴
- Instandhoudingsdoelstellingen
 - Wanneer sterfte van een (vogel)soort uit een Natura 2000-gebied optreedt (en het mogelijk exemplaren betreft die in het Natura 2000-gebied verblijven), zal naast de PBR ook worden getoetst aan de specifieke instandhoudingsdoelstellingen van de betreffende Natura 2000-gebieden.

Voor die soorten waarvan de additionele sterfte de 1-procentnorm en/of de PBR nadert, is het van belang om nader te onderzoeken wat de effecten op de staat van instandhouding zijn en deze effecten goed te toetsen op ecologische en juridische aanvaardbaarheid. Bijlage 4 van dit MER gaat hier nader op in.

⁴⁴ De ALI wordt bepaald op basis van de Europese status van de soort, zoals vastgesteld door International Union for Conservation of Nature (IUCN). Per soort zijn vermeld: de internationale staat van instandhouding volgens het IUCN, het geaccepteerde niveau van afname na drie generaties of 10 jaar en de geaccepteerde zekerheid dat die afname door windparkontwikkelingen komt.

Vleermuizen

Vanwege de nog grote kennisleemtes ten aanzien van vleermuissoorten wordt een aantal aannames gehanteerd. Door van worst-case-effecten uit te gaan en mitigerende maatregelen voor te schrijven, worden vleermuislachtoffers zo veel als mogelijk beperkt.

Grijze zeehond, gewone zeehond en bruinvis

Voor de grijze en gewone zeehond en bruinvis wordt getoetst aan de gunstige staat van instandhouding van de soort zoals bedoeld in de Wet natuurbescherming. Tevens wordt getoetst aan de specifieke instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden Voordelta, Deltawateren, Waddenzee en Noordzeekustzone, die instandhoudingsdoelstellingen hebben voor de grijze of gewone zeehond of bruinvis. Voor bruinvissen wordt in afwijking van het ASCOBANS-verdrag (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas) een norm bepaald in KEC 4.0 die overeenkomt met maximaal 5 procent reductie van de huidige populatie.⁴⁵

(Inter)nationale kaders

Verder zal in dit MER aandacht besteed worden aan de internationale kaders:

- de implementatie van de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM);
- de voortgang in de aanwijzing respectievelijk aanmelding van beschermde gebieden onder de EU-Vogelrichtlijn en/of de EU-Habitatrichtlijn;
- de status van Marine Protected Areas en Quality Objectives (EcoQO's) in het kader van OSPAR;
- de Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Seas (ASCOBANS);
- Natuur Netwerk Nederland (NNN);
- Soorten en habitats op de OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats⁴⁶.

In de Passende Beoordeling worden effecten gekwantificeerd om uitspraken te kunnen doen over het al dan niet optreden van significante effecten.

4.4.3 Cumulatie van ecologische effecten

De milieueffecten die gepaard gaan met de voorgenomen activiteiten kunnen cumuleren met de effecten van andere plannen, projecten en handelingen. Het is van belang om goed af te bakenen welke plannen, projecten en handelingen meegenomen worden in de cumulatie. In ieder geval dient het te gaan om plannen, projecten en handelingen die leiden tot relevante effecten, dat wil zeggen effecten die samen met de effecten die optreden bij de voorgenomen activiteiten leiden tot een groter totaaleffect.

Voor het onderdeel cumulatie zal gebruik worden gemaakt van het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC). In dit afwegingskader is ingegaan op de cumulatieve ecologische effecten van het realiseren van alle windparken conform de uitrol volgens de routekaart windenergie op zee waarbij ook verwachte buitenlandse windparkontwikkelingen zijn meegenomen.

⁴⁵ In het kader van het ASCOBANS-verdrag (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas) is als interim-doel voor bruinvissen gesteld dat de populatie niet onder 80 procent van het draagkracht-niveau mag komen. Het is niet bekend wat dit niveau op het Nederlands Continentaal Plat is. Het met grote zekerheid instandhouden van de populatie op minimaal 95 procent van de huidige omvang, met de aanleg van windparken op zee voor de gehele periode 2016 – 2030, kan als een veilige keuze worden beschouwd.

⁴⁶ OSPAR Commission (2008) OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats. Reference Number: 2008-6. (<http://www.ospar.org/documents?d=32794>).

Toetsing cumulatieve effecten: Kader Ecologie en Cumulatie: acceptabele grenzen op populatieniveau

In het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) en bijbehorende actualisaties is onderzocht wat de gecumuleerde ecologische effecten kunnen zijn van bestaande en in aanbouw zijnde windparken op zee met de windparken op zee die volgen uit de routekaart windenergie op zee 2030 inclusief de versnellingsopgave zoals vastgelegd in het Programma Noordzee. Er is daarbij gekeken naar de effecten van windparken binnen en buiten de 12-mijlszone. Doel van het KEC is om te kunnen bepalen of alle windparken samen tot onaanvaardbare negatieve ecologische effecten leiden. Zo nodig kunnen dan voorschriften worden opgenomen in de kavelbesluiten waarmee deze effecten tijdig worden voorkomen of verminderd.

Het gaat in het KEC om mogelijke cumulatieve effecten op enkele soorten gedurende de realisatie van de windparken op zee uit de routekaart windenergie op zee 2030 inclusief de versnellingsopgave zoals vastgelegd in het Programma Noordzee. In de kavelbesluiten voor de verschillende windparken wordt aanvullend gekeken of er locatie-specifieke effecten te verwachten zijn. Daarbij wordt dan ook bepaald welke mitigerende maatregelen genomen zouden kunnen worden om eventuele onaanvaardbare negatieve effecten te voorkomen. Het gaat daarbij om effecten waardoor de populatie van soorten structureel achteruit zou gaan en de natuurlijke veerkracht van de soort aangetast zou worden. De maatregelen om die effecten te voorkomen, kunnen gaan over het beperken van onderwatergeluid door heien, zodat er minder bruinvissen verstoord worden. Een ander voorbeeld kan het stellen van eisen aan de turbines zijn, waardoor de kans op aanvaringssslachtoffers onder vogels en vleermuizen beperkt wordt.

Bij de effectberekeningen is in het KEC ingegaan op die soorten waarvan verwacht wordt dat daar mogelijk significante effecten ontstaan. Dit zijn:

1. Bruinvissen/zeezoogdieren⁴⁷. De effecten van onderwatergeluid op bruinvissen als meest gevoelige soort onder de zeezoogdieren zijn doorgerekend middels een aantal stappen. In beeld komt hoeveel bruinvissen verstoord raken gedurende hoeveel dagen en wat dit voor de populatie betekent gedurende de doorlooptijd van de routekaart.
2. Vogels (zeevogels, kustbroeders en trekvogels). Voor vogels is gekeken naar de effecten van aanvaringen tussen vogels en windturbines, de barrièrewerking en het verlies aan leefgebied als gevolg van de aanwezigheid van de parken.
3. Vleermuizen. Met betrekking tot de aanwezigheid, gedrag en daarmee ook de gevoeligheid van vleermuizen op zee voor (o.a.) operationele windparken staat de kennis nog in de kinderschoenen. Op basis van het oordeel van experts zijn indicatieve schattingen gemaakt van aanvaringen.

Uitgangspunt bij de effectbeoordeling voor soorten is dat de populatie niet structureel achteruit mag gaan. Als dit wel gebeurt, wordt de natuurlijke veerkracht aangetast. Als herstel niet mogelijk blijkt, sterft de soort geheel of in een deel van zijn verspreidingsgebied uit. Vanwege het grote aantal vogelsoorten wordt hierbij eerst gebruik gemaakt van het ORNIS-criterium (1-procentnorm) als 'grove zeef'. Dat wil zeggen dat

⁴⁷ Uit onderzoek blijkt vooralsnog, tot nader onderzoek eventueel anders uitwijst, dat van de groep zeezoogdieren in de context van de zuidelijke Noordzee de bruinvis het meest gevoelig is voor verstoring door onderwatergeluid. Om deze reden wordt verondersteld dat wanneer de bruinvis voldoende beschermd wordt, er ook voldoende bescherming wordt geboden aan de overige soorten zeezoogdieren. Effecten op beschermde vissoorten doen zich, voor zover bekend, pas voor bij geluidbelastingen die hoger zijn dan die waarbij effecten op bruinvissen zijn te verwachten. Om deze reden wordt ervan uitgegaan dat als de bruinvis voldoende beschermd wordt, er ook voldoende bescherming wordt geboden aan de beschermde vissoorten, dan wel de vissoorten die van belang zijn als voedselbron voor beschermde zoogdieren of (zee)vogels.

wanneer voor soorten de extra sterfte lager is dan 1 procent van de natuurlijke sterfte er kan worden aangenomen dat er geen onaanvaardbare effecten op deze soorten plaatsvinden. Voor de soorten waar de extra sterfte hoger is dan 1 procent van de natuurlijke sterfte wordt verder onderzoek gedaan naar de effecten op basis van de best beschikbare beoordelingsmethode (in KEC 4.0 is dit ALI).

Voor bruinvissen wordt aan strengere waarden getoetst dan die zijn overeengekomen in het ASCOBANS-verdrag (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas). In het ASCOBANS verdrag wordt gesteld dat een populatie niet onder 80 procent van de draagkracht mag komen. Om met een grote zekerheid vast te kunnen stellen dat de populatie als gevolg van een menselijke activiteit niet minder wordt dan 95 procent van de draagkracht (uit praktische overwegingen gelijk gesteld aan de huidige populatieomvang), is ervoor gekozen om de 5de percentielwaarde van de uitkomsten van de iPCoD-berekeningen als grens te hanteren. Hierdoor kan met een grote zekerheid (een kans van 95 procent) worden gesteld dat de reductie in populatie minder zal zijn dan 5 procent. In werkelijkheid is deze kans groter omdat bij de aannames steeds is gekozen voor een worst case-benadering.

Andere windparken

Belangrijk om in cumulatie te beschouwen zijn de effecten van andere windparken die gerealiseerd zijn en gaan worden, nationaal en internationaal. Ten behoeve van het MER en de passende beoordeling voor het kavelbesluit in het gebied IJmuiden Ver zal het KEC het uitgangspunt vormen.

4.5 Mitigerende maatregelen

Bij het onderzoeken van de effecten van de invulling van de bandbreedte voor elk aspect ontstaat inzicht in de effecten per aspect. Voor elk aspect wordt vervolgens nagegaan of mitigerende maatregelen denkbaar zijn om de omvang van het effect te verminderen of teniet te doen. Waar mogelijk worden effecten met en zonder de maatregelen apart inzichtelijk gemaakt in het MER.

Dit MER dient niet alleen vanuit een worst case benadering vast te stellen wat de maximale effecten van een opstelling binnen de bandbreedte is, maar ook informatie te leveren over de minimale effecten en de mogelijkheden om tot een optimale invulling te komen. Het is immers goed denkbaar dat een enigszins minder ruime bandbreedte op een bepaald aspect aanzienlijk minder milieueffecten zal veroorzaken. Door dit te onderzoeken geeft het MER de informatie die nodig is om de milieueffecten op een volwaardige manier mee te wegen bij het nemen van het kavelbesluit.

5 Morfologie en hydrodynamica

5.1 Beoordelingskader

In Tabel 5.1 wordt voor morfologie en hydrologie een aantal beoordelingscriteria genoemd. Deze criteria hebben alleen of in samenhang met elkaar invloed op de Nederlandse kust en/of hebben een lokale invloed. Het is dus van belang om te weten of en in welke mate het windpark deze beoordelingscriteria beïnvloedt.

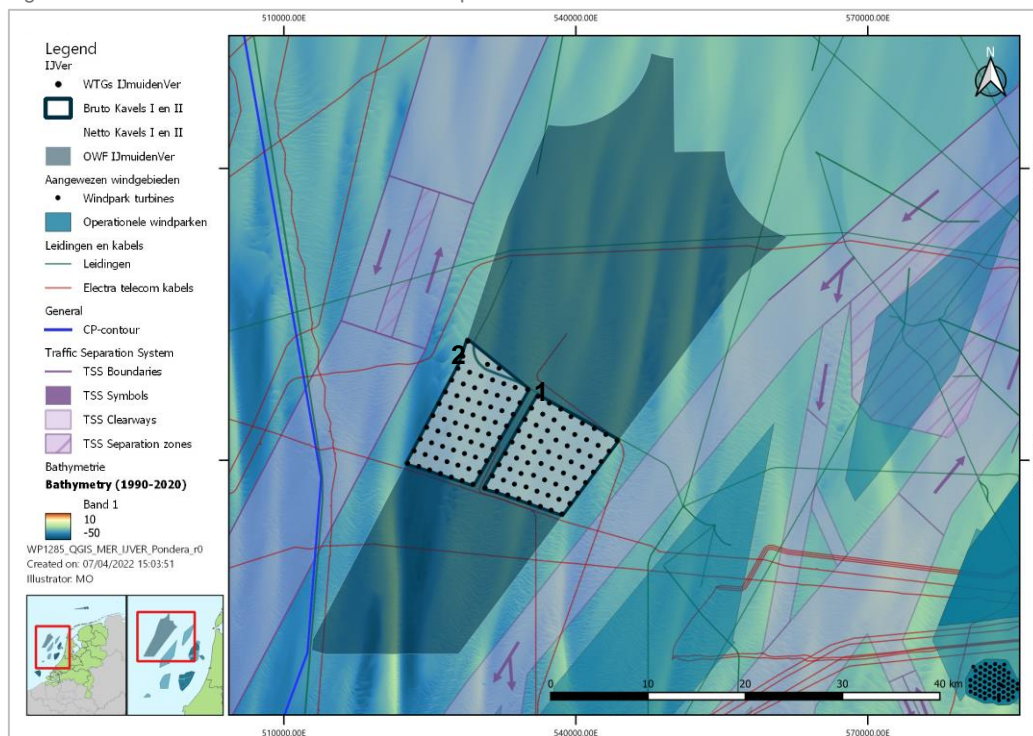
Tabel 5.1 beoordelingscriteria morfologie en hydrologie

Aspect	Beoordelingscriteria
Morfologie en hydrologie	Golven
	Waterbeweging (waterstand en stroming)
	Waterdiepte en bodemvormen
	Bodemsamenstelling
	Troebelheid en waterkwaliteit
	Sedimenttransport
	Kustverdediging

Onderzochte alternatieven

In kavel I van het windenergiegebied IJmuiden Ver worden windturbines met een totale maximale capaciteit van 1.000 MW gebouwd. Zie Figuur 5.1 voor de locatie van kavel I.

Figuur 5.1 Locatie van kavel I en kavel II in windpark IJmuiden Ver

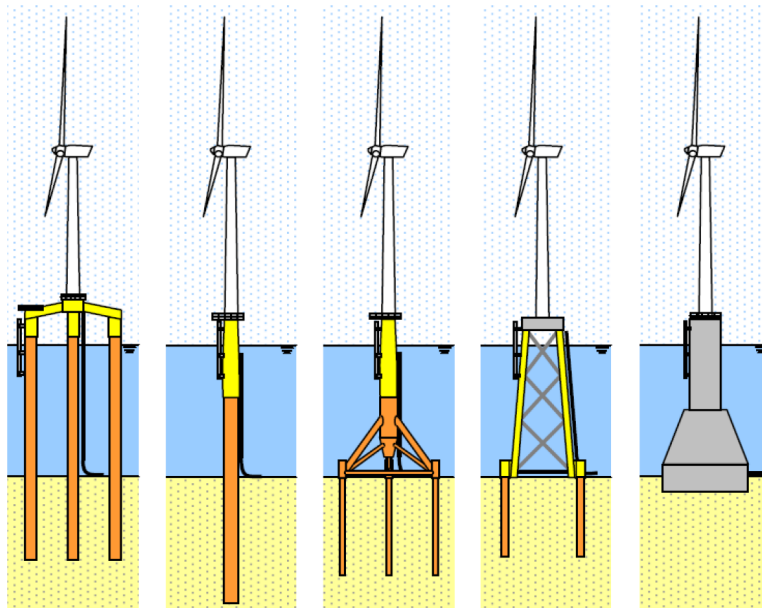


Er zijn in dit hoofdstuk 2 alternatieven beschouwd voor het vermogen van de windturbines; een (laag) vermogen van 15 MW en een (hoog) vermogen van 20 MW per turbine. In het eerste geval zullen er $1000/15 = 67$ windmolens geplaatst worden, in het tweede geval $1000/20 = 50$ om het totaal van 1GW voor kavel I te bereiken.

Voor de fundatie van offshore windturbines zijn verschillende type funderingen mogelijk (zie Figuur 5.2). De meest toegepaste funderingen zijn: monopile, jacket, tripod, tripile, suction bucket en gravity based. Het totaal oppervlak aan fundering (voor het gehele windpark) en erosiebescherming is per funderingstype weergegeven in Tabel 5.2. Bij de berekeningen van de oppervlaktes van de erosiebescherming is uitgegaan van de volgende aannames. De aannames zijn gebaseerd op empirische relaties tussen paaldiameter en benodigd oppervlak dat beschermd dient te worden. De volgende relatie tussen oppervlak en paaldiameter is aangehouden:

- Jacket (4 palen per fundering): erosiebescherming = 5 maal de paaldiameter;
- Monopile (1 paal per fundering): erosiebescherming = 3 maal de paaldiameter;
- Tripod (3 palen per fundering): erosiebescherming = 5 maal de paaldiameter;
- Suction bucket: erosiebescherming = 5 maal de paaldiameter;
- Gravity based (1 paal per fundering): erosiebescherming = 3 maal de paaldiameter.

Figuur 5.2 Type funderingen van offshore windmolens, van links naar rechts: Jacket, Monopile, Tripod, Suction bucket, Gravity Based)



Om de bandbreedte van de milieueffecten van de funderingen in beeld te brengen zijn twee alternatieven onderzocht, waarvan verwacht wordt dat de milieueffecten het meest uiteen zullen lopen. Dit zijn de alternatieven waarbij het plaatsen van de fundering en het aanbrengen van de bodembescherming leidt tot de minste respectievelijk de meeste bodemberoering (zie Tabel 5.2). Waar relevant wordt tevens ingegaan op de andere soorten funderingen.

Tabel 5.2 Totaal oppervlak fundering en erosiebescherming van een windpark met 67 x 15 MW turbines of 50 x 20 MW turbines. Onderstaande afmetingen zijn indicatief bedoeld en kunnen project specifiek afwijken.

Type fundering	Oppervlakte fundering (m ²)	Oppervlakte erosiebescherming per type (m ²)	Totale oppervlakte erosiebescherming (m ²)	Totale oppervlakte (m ²)
Jacket Ø 3,0 m (15 MW)	1.894	679	45.000	47.000
Jacket Ø 5,0 m (20 MW)	3.927	1885	94.000	98.000
Monopile Ø 11,5 m (15 MW)	6.959	831	56.000	63.000
Monopile Ø 15,0 m (20 MW)	8.836	1414	71.000	80.000
Tripod Ø 3,0 m (15 MW)	1.421	509	34.000	36.000
Tripod Ø 5,0 m (20 MW)	2.945	1414	71.000	74.000
Suction bucket Ø 20,0 m (15 MW)	21.049	7540	505.000	526.000
Suction bucket Ø 30,0 m (20 MW)	35.343	16965	848.000	884.000
Gravity BF Ø 40,0 m (15 MW)	84.195	10053	674.000	758.000
Gravity BF Ø 50,0 m (20 MW)	98.175	15708	785.000	884.000

* Weergegeven zijn de totaaloppervlaktes van kavel I met 67 x 15 MW turbines of 50 x 20 MW turbines.

Alternatief 1 (minste bodemberoering, best case): een 15 MW-turbine op een tripod fundering met een doorsnede van 3 meter ter plaatse van de zeebodem.

Alternatief 2 (meeste bodemberoering, worst case): een 20 MW-turbine op een gravity based fundering met een doorsnede van 50 meter of een suction bucket met een doorsnede van 30 meter ter plaatse van de zeebodem.

De beoordelingscriteria worden in de volgende paragrafen besproken.

5.1.1 Golven

Bepalende factoren voor het golfklimaat zijn de kracht en duur van de wind, de strijklengte (dit is de lengte van de open zee waarover de wind waait en een golf kan groeien) en de waterdiepte. Golven kunnen tevens worden opgewekt door niet-lokale windvelden elders, waarna de golven naar het projectgebied propageren. Deze golven zijn vaak wat langer dan de lokaal opgewekte golven en wordt ook wel deining genoemd. Golven spelen een grote rol in de morfologische processen door hun invloed op het zandtransport. Daarbij geldt: des te ondieper het water, des te groter de invloed van de golven op het zandtransport.

Pas vanaf een bepaalde waterdiepte kunnen golven met een specifieke lengte het zand van de bodem in beweging brengen. Deze opwoeling door golven zelf zorgt niet voor grote transporten van zand. Wel maakt de opwoeling door de golven het mogelijk dat bodemmateriaal kan worden getransporteerd door (getij)stromingen die op zichzelf niet sterk genoeg zijn om het zand van de bodem los te maken. De mate van opwoeling is vooral afhankelijk van de eigenschappen van het bodemmateriaal (korrelgrootte, % silt en klei in het zand) en van de grootte van de wrijvingskrachten op het bodemoppervlak (golfhoogte, golfhoogte, waterdiepte).

5.1.2 Waterbeweging (waterstand en stroming)

De waterbeweging wordt bepaald door een samenspel van getij, wind, luchtdruk en golven. De waterstanden in het projectgebied worden voornamelijk gedomineerd door het getij waarbij tweemaal daags hoog- en laagwater voorkomt. Door wind en luchtdruk kunnen de waterstanden tijdelijk enkele tientallen centimeters verhogen/ verlagen.

Het getij zorgt ook voor de grootste stromingen, waarbij langs de Nederlandse kust de vloedstromingen overwegend noordelijk gericht zijn en de eb stromingen zuidelijk. Wind heeft ook effect op de stromingen maar die zijn over het algemeen, zeker in wat dieper water, een orde kleiner dan de getijstroming.

5.1.3 Waterdiepte en bodemvormen

De waterdiepte bepaalt in belangrijke mate de relatieve invloed van golven en getij op de zeebodem en speelt derhalve een grote rol bij morfologische processen.

De zeebodem is over het algemeen niet vlak; in de Noordzee komen een aantal bodemvormen voor die ieder een specifieke lengte en grootte hebben. De grootste bodemvormen zijn zandbanken: deze zijn over het algemeen enkele meters hoog en tientallen kilometers lang, zijn relatief stabiel en migreren nauwelijks tot niet. Zandbanken liggen meestal parallel aan, of onder een kleine hoek met, de dominante getijdestroom. Op die zandbanken kunnen, voornamelijk in waterdieptes groter dan circa 20-25 m, zandgolven aanwezig zijn. Zandgolven zijn overwegend haaks op de getijdestroming georiënteerd, hebben een golflengte van circa 200-1000 m en migreren in de richting van de dominante getijdestroom, in de Noordzee is dat de vloedstroom. Migratiesnelheden van de zandgolven variëren tussen 5-10 m per jaar in de zuidelijke delen van de Noordzee tot 1-2 m per jaar in de noordelijke delen waar de getijdestroom minder krachtig is. Op deze zandgolven kunnen megaribbels aanwezig zijn. Megaribbels hebben een golflengte van 5-15 m en migreren snel (meters per dag/week) onder invloed van golven en de (getij)stroming. De migratierichting is dan ook sterk afhankelijk van de dominante golfrichting en (getij)stroming. Deze veelal mobiele bodemvormen hebben grote invloed op bijvoorbeeld het sedimenttransport maar ook de noodzaak (en noodzakelijke diepte) om kabels in de zeebodem te begraven.

5.1.4 Bodemsamenstelling

De sedimentsamenstelling van de bodem speelt ook een belangrijke rol bij verschillende processen. Zo bepaalt de grootte van het zand, die uitgedrukt wordt in D50, de mediane korrelgrootte, de mate van sedimenttransport. Hoe grover het zand, hoe kleiner het transport en hoe minder gemakkelijk bijvoorbeeld ontgrondingskuilen kunnen ontstaan.

Ook kan het fijnste deel van het sediment, de zogenaamde fijne fractie, een groot effect hebben op het gedrag van de bodem. Deze fijne silt en klei deeltjes zijn 'cohesief': ze plakken aan elkaar waardoor het sediment als geheel minder makkelijk in transport kan worden gebracht. Deze fijne fractie kan uitspoelen onder invloed van golven of wanneer het sediment gebaggerd wordt. Het in suspensie raken van dit fijne sediment zorgt voor vertroebeling (zie volgende paragraaf). Zo heeft de karakteristiek van het sediment grote invloed op het sedimenttransport, het optreden van ontgrondingskuilen (erosiekuilen) en de troebelheid. Tevens is de bodemsamenstelling van belang voor de funderingen van de windturbines en het ingraven van de kabels.

5.1.5 Troebelheid en waterkwaliteit

De troebelheid of helderheid van het water bepaalt de mate waarin licht, dat voor algen en andere organismen belangrijk is, kan doordringen in de waterkolom. De troebelheid wordt bepaald door de aanvoer van slib uit rivieren of vanuit andere delen van de Noordzee, het baggeren- en storten van sediment op zee en de opwerveling door natuurlijke processen (golven/ stroming) en menselijk handelen (visserij/ scheepvaart). Tijdens stormen kan recent afgezet slib onder invloed van waterbeweging opnieuw opwervelen (resuspensie). In de winterperiode is het gehalte zwevend stof over het algemeen hoger dan in het voorjaar en de zomer; het groeiseizoen van de meeste organismen. Hoewel de bijdrage klein is en vooral lokaal effect kan hebben, wordt langs de Nederlandse kust de troebelheid ook beïnvloed door de aanwezigheid van baggerstortlocaties (loswallen), zandwingebieden en bestaande offshore windparken.

5.1.6 Stratificatie

Stratificatie is het beperkt mixen van waterlagen onder invloed van verschillen in dichtheid. Dit verschil in dichtheid kan worden veroorzaakt verschillen in zoutgehalte (halocline) en/of temperatuur (thermocline). In de Noordzee vindt stratificatie o.a. plaats op locaties waar rivieren uitmonden in zee. Het zoete rivierwater heeft een lagere dichtheid dan het zoute zeewater en beweegt zich daardoor over de zoute laag heen. Menging tussen beide lagen wordt bevordert door getij- en golfwerking, turbulentie en wrijvingskrachten op de bodem. Een voorbeeld van thermische stratificatie is te vinden in de diepere delen van de Noordzee, met name nabij de Doggersbank. In de zomermaanden warmt het oppervlaktewater hier dusdanig op, dat er een temperatuurgradiënt ontstaat tussen het oppervlaktewater en de laag / lagen daaronder. In de herfst neemt de buitentemperatuur af en verdwijnt de stratificatie.

Stratificatie heeft invloed op o.a. de beschikbaarheid van nutriënten. De beperkte uitwisseling tussen het oppervlaktewater en de laag / lagen daaronder, zorgt ervoor dat de nutriëntenflux wordt beperkt. Dit heeft effect op o.a. de groei van algen: de nutriënten die door algen in het oppervlaktewater worden verbruikt, worden niet aangevuld uit dieper gelegen lagen. In extreme gevallen kan stratificatie leiden tot anoxische (zuurstofloze) omstandigheden nabij de bodem. In de Noordzee is hier echter geen sprake van.

5.1.7 Sedimenttransport.

Sedimenttransport zorgt voor een herverdeling van grind, zand en slib langs de kust en op zee, met name in noordwaartse (westkust van Nederland) en (noord)oostelijke richting (ten noorden van de Waddenzee). Sedimenttransport treedt op als gevolg van de gezamenlijke werking van golven, stromingen en wind. Door natuurlijke- of menselijke activiteiten (bijv. baggeren, trenchen, visserij) kan het sediment van de bodem worden opgewoeld, waarna het door stroming kan worden getransporteerd. Of sprake is van sedimenttransport is voornamelijk afhankelijk van de beweging van het water en de bodemsamenstelling.

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen het transport van zand en slib. Het onderscheid wordt gemaakt op basis van de korreldiameter van zand (0,063 tot 2 mm) en slib (< 0,063 mm). Het onderscheid tussen deze verschillende sedimentfracties is belangrijk omdat deze zich anders gedragen in het water en in de bodem. Het zandtransport vindt voornamelijk langs de bodem plaats en wordt gedomineerd door de maximale stroomsnelheden als gevolg van getij en golven. Slib is meer homogeen verdeeld over de waterkolom en kan al bij lagere stroomsnelheden in transport komen. Deze fractie wordt ook vaak aangeduid als zwevend stof.

5.1.8 Kustverdediging

De kustverdediging bepaald de veiligheid tegen een overstroming van het achterland. De veiligheid van de kust wordt bepaald door de sterkte van de kustverdediging en de belastingcondities die deze aanvallen. De sterkte van de zachte delen van de zeevering (kustzone, strand en duinen) wordt in de beoordelingssystematiek Kustveiligheid bepaald door de aanwezige hoeveelheid zand in de duinen die bijdragen aan de waterkering, het strand en de vooroever. De Basiskustlijn is hierbij maatgevend en mag niet worden overschreden. De hoeveelheid zand fluctueert in ruimte en tijd en is afhankelijk van het gevoerde kustbeleid. Om de kustlijn te handhaven wordt elk jaar gemiddeld circa 12 miljoen m³ sediment gesuppleerd (opgespoten). De mate van afslag en transport van zand uit het kustfundament wordt bepaald door de golven en het getij. Het criterium 'kustverdediging' wordt dus beïnvloed door de andere criteria.

5.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

5.2.1 Huidige situatie

De dynamiek van de waterbeweging (hydrodynamica) en de bodemsamenstelling bepalen de dynamiek van zeebodem (morfodynamica). Door korte events (stormen, getijdestromen) kan de bodemligging lokaal wijzigen, door systeemwijzigingen met een langere duur (zeespiegelstijging, lange trends in getijdewerking, trends in voorkomen van stormen) wordt de bodemligging op de langere termijn beïnvloed. Over het algemeen wordt gesteld dat de bodemligging en sedimenttransporten een natuurlijk dynamisch evenwicht vormen met processen die deze sturen (hydrodynamica).

De morfodynamica en hydrodynamica kunnen naast de natuurlijke processen ook beïnvloed worden door menselijke ingrepen, bijvoorbeeld door aanleg van een windmolenpark. Om de effecten van de menselijke ingreep te kunnen kwantificeren dienen deze afgezet te worden tegen de natuurlijke processen en de invloed van deze processen op de zeebodem. In onderliggende sub-paragrafen wordt ingegaan op de belangrijkste processen.

Golven

De golfhoogte in de omgeving van het windenergiegebied varieert sterk in de tijd. Gemodelleerde golfhoogteberekeningen op een 35 jaar tijdserie van DHI (2019) op een locatie in het IJmuiden Verwindpark wijzen op een jaargemiddelde significante golfhoogte H_s (de gemiddelde hoogte van het hoogste 1/3 deel van de golven) van circa 1,4 m en een significante golfperiode T_s (de gemiddelde golfperiode van het langste 1/3 deel van de golven) van circa 6,8 s. Onder extreme condities bedraagt de significante golfhoogte H_{m0} 5,6 m bij een herhalingsstijg van 1 jaar en 7,7 m bij een herhalingsstijg van 50 jaar (DHI, 2019).

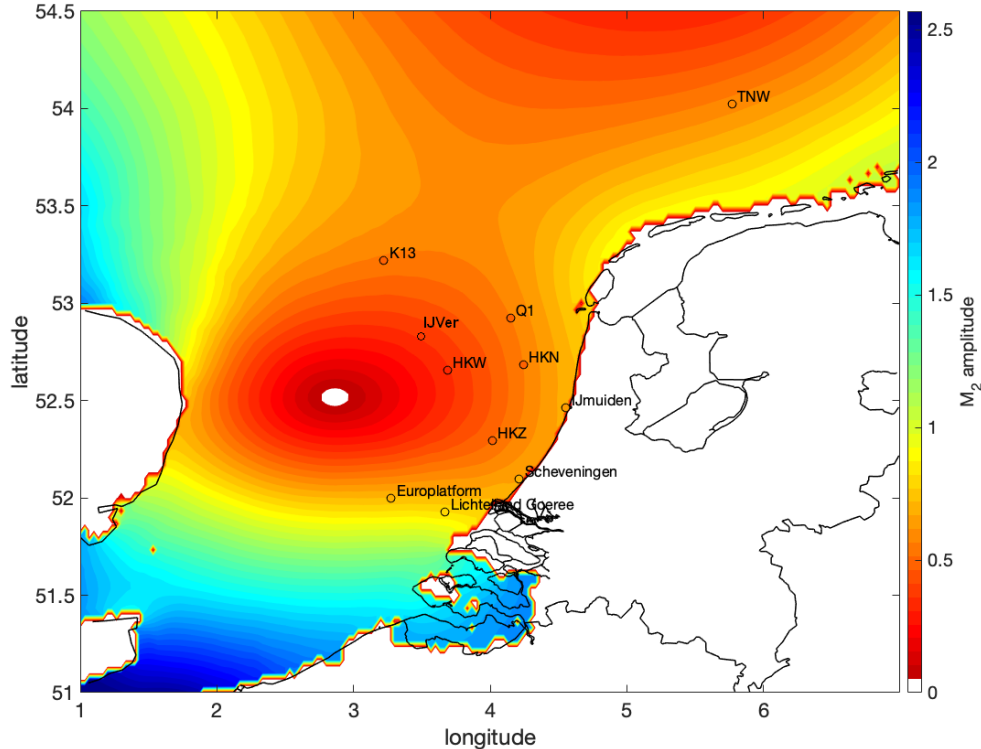
De meeste golven in het windenergiegebied IJmuiden Ver komen uit noordelijke en zuidwestelijke richting. De onderliggende deining, die in de Atlantische Oceaan ontstaat en zich via de noordelijke Noordzee richting Nederland beweegt, komt met name uit het noorden tot noordwesten.

Waterbeweging (waterstand en stroming)

Het gemiddelde getijverschil langs de Hollandse kust neemt toe van noord (Den Helder: 1,4 m) naar zuid (Scheveningen: 1,7 m) en neemt af met toenemende afstand vanaf de kust als gevolg van de aanwezigheid van een amfidromisch punt (een punt waar de getijgolf omheen beweegt en waar het getijverschil zeer gering is. Nabij het windenergiegebied is de getijslag gemiddeld circa 1,4 m (DHI, 2019) en varieert over een doortij-springtij cyclus van circa 14 dagen. Tijdens springtij, wanneer de

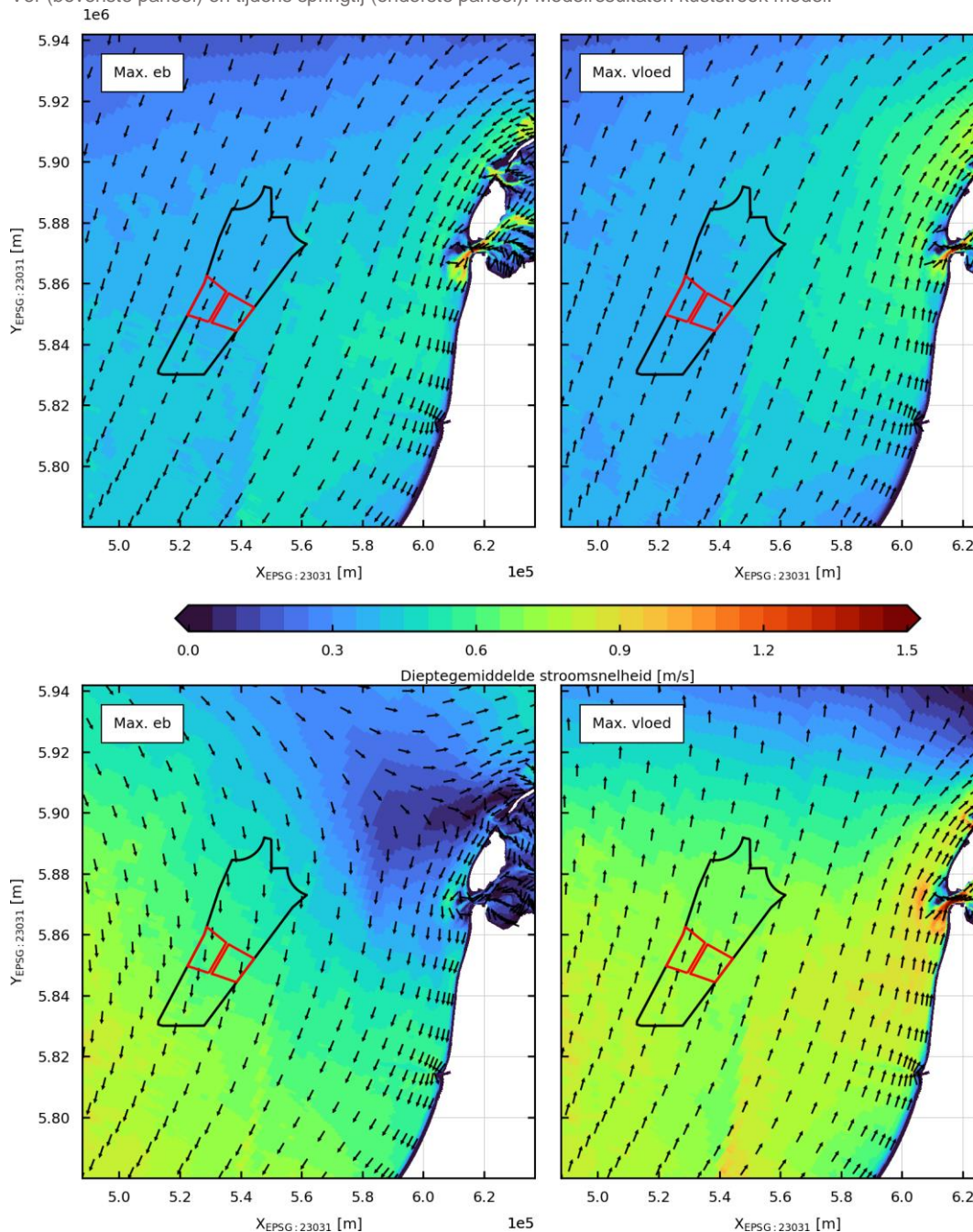
aantrekkingskracht van de zon en maan in elkaars verlengde staan is de getijslag iets hoger en tijdens doortij, wanneer de zon en maan onder een hoek van 90 graden met elkaar staan iets lager. In Figuur 5.3 is weergegeven hoe de M₂-component (de bijdrage van de belangrijkste getijcomponent aan het totale getij; de maan) effect heeft op het getij. In deze figuur is duidelijk het amfidromisch punt zichtbaar.

Figuur 5.3 Ligging van het amfidromisch punt op de Noordzee en verdeling van de getij amplitude van de belangrijkste getij component die bijdraagt aan het getij op de Noordzee (M₂), Bron: WaterProof Marine Consultancy, gebaseerd op TPXO data.



De maximale ebstroom treedt op tijdens laagwater. Bij doortij is de dieptegemiddelde eb en vloed stroming circa 0,35 m/s. Tijdens springtij zijn de stroomsnelheden circa 0,75 m/s (zie Figuur 5.4). De maximale vloedstroom treedt circa 1 uur voor hoogwater op. Omdat de vloedstroom iets groter is dan de ebstroom en de transporten voor het grootste deel door de getijde stroming worden bepaald, vind waarschijnlijk een noordelijk gericht residueel sedimenttransport plaats. Tijdens springtij is duidelijk de invloed van het amfidromisch punt zichtbaar in de stromingsvelden.

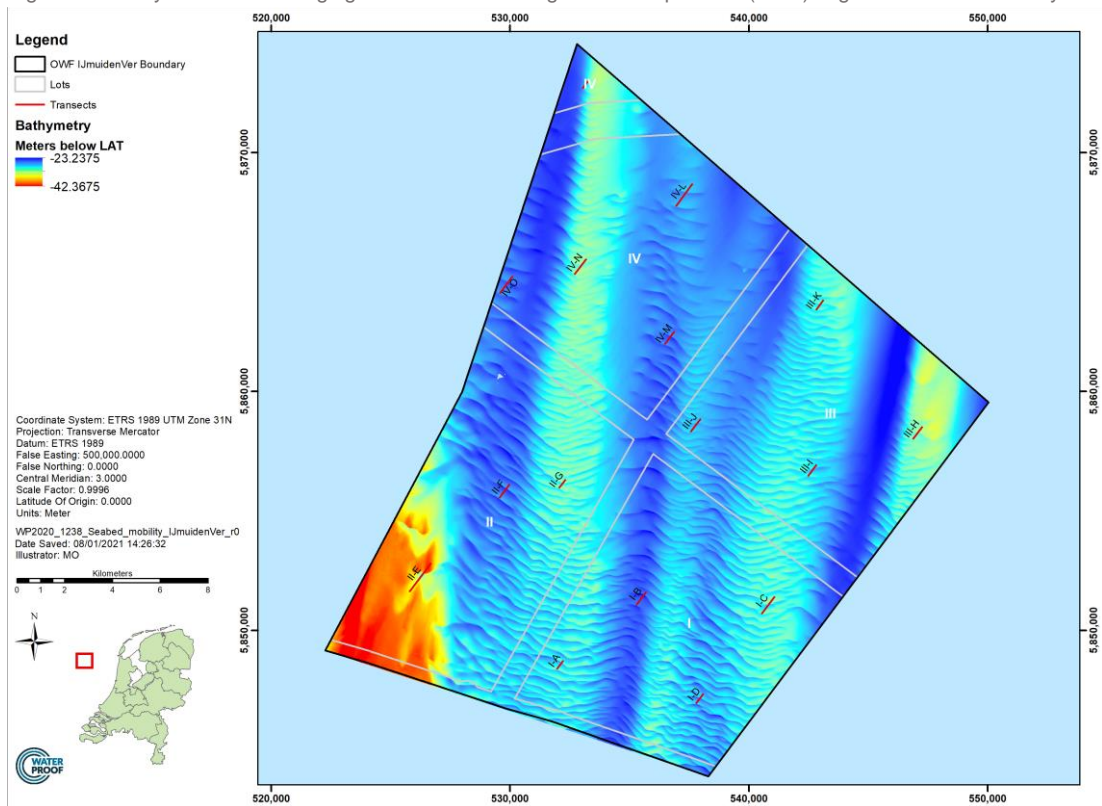
Figuur 5.4 Stroomsnelheden op de Noordzee tijdens maximale getijstroom tijdens doodtij bij windpark IJmuiden Ver (bovenste paneel) en tijdens springtij (onderste paneel). Modelresultaten kuststrook model.



Waterdiepte en bodemvormen

De waterdiepte in het windenergiegebied IJmuiden Ver kavel I varieert tussen circa -23 m LAT op de aanwezige zandbanken tot circa -35 m LAT tussen de banken in (Figuur 5.5). De bodem is relatief oneffen met een aantal grote en lange zandbanken die het gebied doorkruizen. Deze hebben een hoogte van circa 7-10 m en zijn zuid-noord georiënteerd. De zandbanken zijn over het algemeen zeer stabiel en niet-mobiel (WaterProof, 2022).

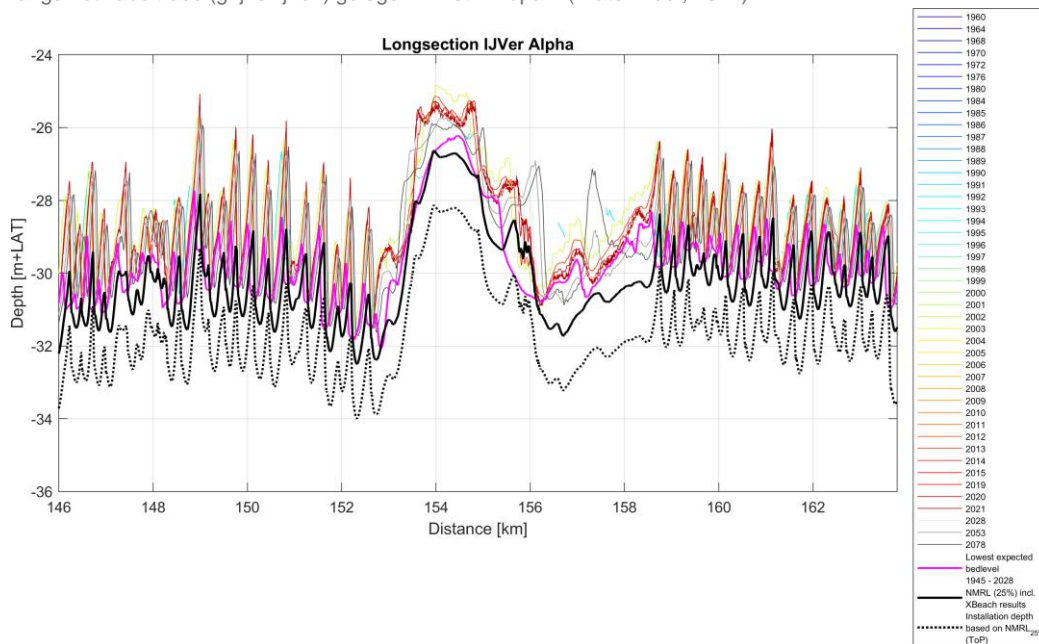
Figuur 5.5 Bathymetrie windenergiegebied IJmuiden Ver gebaseerd op recent (2021) uitgevoerde bodemsurvey.



Op de zandbanken zijn zandgolven aanwezig. De zandgolven hebben een hoogte tot circa 5 m en migreren in noordelijke en noordoostelijke richting. De migratiesnelheid is afhankelijk van de waterdiepte: de zandgolven die op de zandbank aanwezig zijn zullen sneller migreren dan de zandgolven die tussen de zandbanken zijn gelegen. De gemiddelde migratiesnelheid van de zandgolven is in WaterProof (2022) voor de export kabels van IJmuiden Ver bepaald en is in het windpark gebied circa 3 m per jaar.

In het plangebied kunnen megaribbels voorkomen; hiervoor ontbreekt de benodigde resolutie in de bathymetrische data. Deze bodemvormen hebben doorgaans een golflengte van circa 5-15 meter en een hoogte van circa 0,5-1,0 meter. Megaribbels zijn dynamischer dan zandgolven en kunnen tijdens stormen verdwijnen en tijdens rustigere golf periodes weer ontstaan. De hoogte en ligging van de megaribbels is daarmee zeer veranderlijk. De meest kleinschalige (< 0.2 m) bodemvormen (ribbels) reageren het meest direct op de hydrodynamische processen.

Figuur 5.6 Langsdoorsnede van de historische bodemliggingen (gekleurde lijnen) en voorspellingen voor de toekomst langs het kabeltracé (grijze lijnen) gelegen in het windpark (WaterProof, 2022)



Bodemsamenstelling

Over het algemeen bestaat de bodemopbouw in het windenergiegebied IJmuiden Ver uit matig grof tot grof zand (250-350 μm), al is op enkele locaties grofkorreliger sediment aanwezig (tot 500 μm).

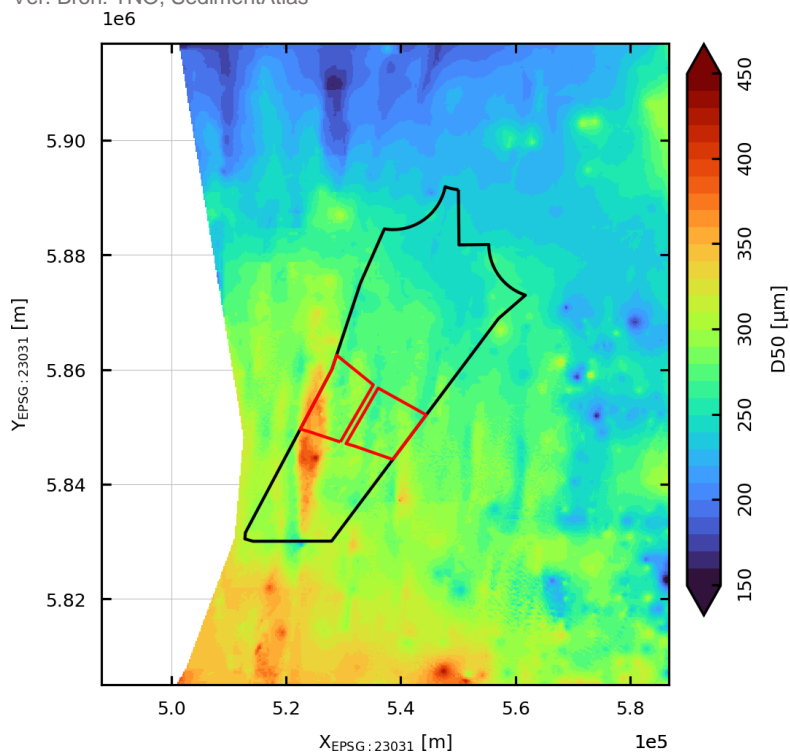
De gemiddelde korreldiameter van zeebodemsediment in de zuidelijke Noordzee vertoont een zekere samenhang met de waterdiepte en de stroomsnelheid. Diepere en verder noordwaarts gelegen gebieden zijn fijncorreliger dan ondiepere gebieden voor de Hollandse kust (Niessen & Schüttenhelm, 1986). De zeebodem ter plaatse van het plangebied bestaat voor het grootste gedeelte uit matig fijn tot matig grof zand (gemiddelde korrelgrootte (D50) van 250-300 μm) met een zeer laag slibgehalte van vrijwel overal kleiner dan 1% (zie Figuur 5.7 en Figuur 5.8).

Troebelheid en waterkwaliteit

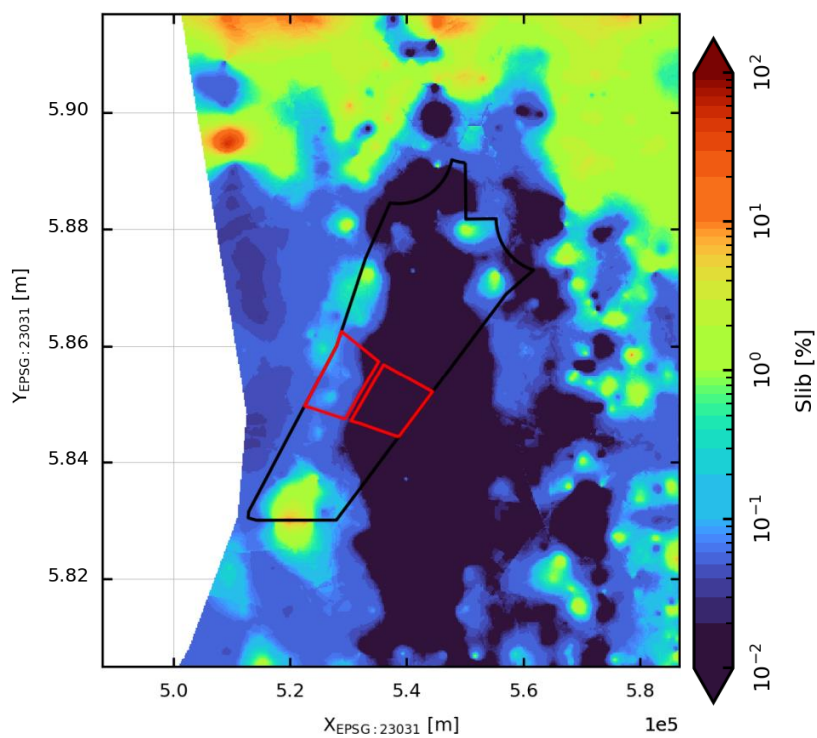
De troebelheid van het water wordt bepaald door het gehalte aan zwevend materiaal in de waterkolom. Wind, getijstroomingen en golven hebben een grote invloed op het gehalte aan zwevend materiaal. Het slibtransport, en daarmee de troebelheid van het water, langs de Nederlandse kust richting de Waddenzee wordt in belangrijke mate bepaald door aanvoer van slib vanuit het Kanaal en de Vlaamse Banken. Dit slib beweegt zich langs de Belgische en Nederlandse kust in een strook van afnemende breedte (Salden, 1998). Langs de Nederlandse kust wordt het slibtransport ook beïnvloed door de aanwezigheid van baggerstortlocaties (loswallen) en zandwingebieden, maar omdat windenergiegebied IJmuiden Ver circa 50-60 km uit de kust is gelegen is het effect daarvan verwaarloosbaar.

De jaargemiddelde troebelheid langs de Nederlandse kust neemt zeewaarts af van 30-50 mg/l op 2 kilometer uit de kust tot 5-10 mg/l op 5 kilometer (Figuur 5.9). Ter hoogte van IJmuiden Ver bedraagt de troebelheid gedurende de winter circa 5-10 mg/l en 3-4 mg/l gedurende gemiddelde zomercondities.

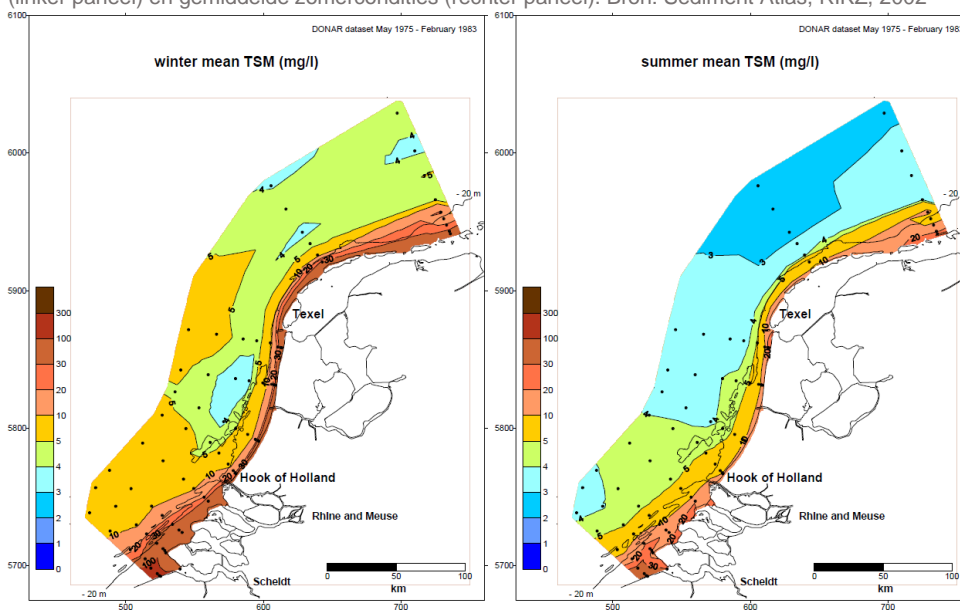
Figuur 5.7 Korrelgrootte (D50) van het sediment in de bovenste laag van de bodem op de Noordzee en op IJmuiden
Ver. Bron: TNO, SedimentAtlas



Figuur 5.8 Percentage slib in het bodemmateriaal (bovenste laag) van het sediment op de Noordzee en op IJmuiden
Ver. Bron: TNO 2012



Figuur 5.9 Gemiddelde concentratie zwevend stof langs de Nederlandse Kustzone voor gemiddelde wintercondities (linker paneel) en gemiddelde zomercondities (rechter paneel). Bron: Sediment Atlas, RIKZ, 2002

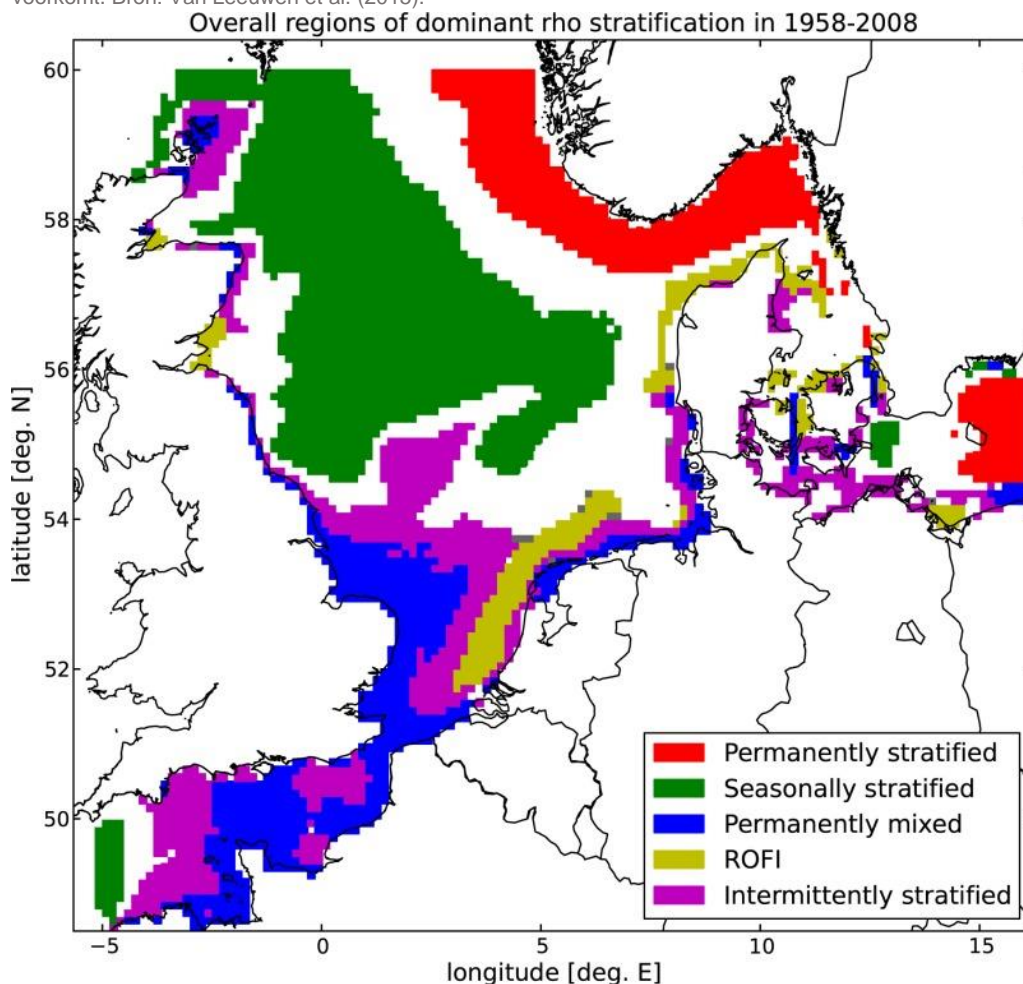


Stratificatie

De mate van stratificatie wordt met name bepaald door het windregime, het golfklimaat (beide zijn van invloed op de menging tussen het oppervlaktewater en de laag / lagen daaronder), de verdeling van temperatuur en zout over de waterkolom en de waterdiepte. In Figuur wordt een overzicht gegeven van de (dominante) typen stratificatie in de Noordzee. Hierop valt te zien dat het Nederlandse deel van de Noordzee met name wordt gekenmerkt door wateren waar geen stratificatie heerst (blauw) en wateren waar dit alleen onder specifieke omstandigheden het geval is (paars). De zone waarin stratificatie ten gevolge van de instroom van zoet rivierwater het dominante type is (geel), strekt zich uit van Zeeland tot boven de Waddeneilanden. Dit type stratificatie is zeer variabel van jaar tot jaar en verschilt per seizoen; het is sterk verbonden met het debiet van met name de Rijn en Maas. Het meest noordelijke deel van de Nederlandse Noordzee wordt gekenmerkt door thermische stratificatie in de zomermaanden. Permanente stratificatie is niet aanwezig in het Nederlandse deel van de Noordzee.

Het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt op de rand / net buiten het gebied dat onder invloed staat van de instroom van zoet rivierwater uit de Rijn en Maas. Stratificatie ten gevolge van de instroom van zoet rivierwater wordt over het algemeen niet verwacht maar kan soms optreden. Echter, omdat de afstand tot het instroompunt van het zoete water relatief groot is en de mixende werking van golven en getij relatief groot, zijn de mate en duur van stratificatie naar verwachting gering.

Figuur 5.10 Typen stratificatie in de Noordzee (ROFI = Region Of Freshwater Influence). De delen van de Noordzee waaraan geen classificatie is toegekend, worden gekenmerkt door een type stratificatie dat minder dan 50% van de tijd voorkomt. Bron: Van Leeuwen et al. (2015).



Figuur

Sedimenttransport

In algemene zin treden sedimenttransporten op als gevolg van de gezamenlijke werking van golven, stromingen en wind. Golven woelen het sediment van de bodem op waarna het door stromingen kan worden getransporteerd. Of sprake is van sedimenttransport is voornamelijk afhankelijk van de beweging van het water en de bodemsamenstelling.

Het grootste zandtransport vindt voornamelijk plaats in de ondiepe kustzone, waar de golven de bodem opwoelen en door breking sediment getransporteerd wordt. Transporten door golf-geïnduceerde stromingen evenwijdig aan de kust zijn in deze zone dominant. In de diepere delen van de Noordzee, waar het windpark gelegen is, worden de sedimenttransporten voor een groot deel beïnvloed door de migratie van bodemvormen (ribbels, mega ribbels en zandgolven). Omdat de meeste bodemvormen ter hoogte van het plangebied met de residuele getijtransporten in noordoostelijke richting migreren en golven slechts een beperkte bijdrage leveren aan het sedimenttransport op deze waterdieptes, is het netto sedimenttransport noord-oostelijk gericht.

Naast bodemtransport wordt ook voornamelijk slib in de waterkolom getransporteerd. De residuele getijdestroom is ook noordoostelijk gericht. De jaarlijks gemiddelde netto slibflux langs de Nederlandse kust wordt geschat op 10-25 miljoen ton/jaar (De Kok, 2004; Dankers, 2015).

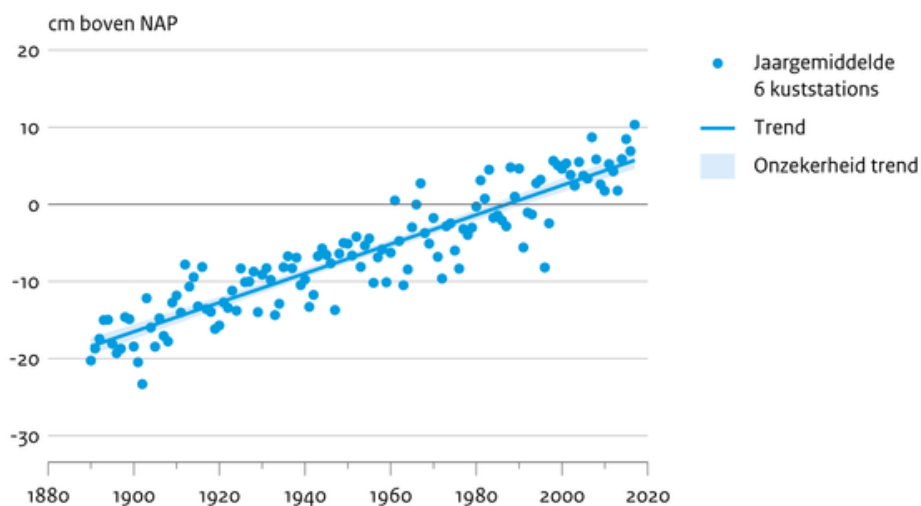
Kustverdediging

De verandering van de Nederlandse kustlijn wordt hoofdzakelijk bepaald door het sedimenttransport langs de kust, waarbij de verhouding tussen aanvoer en afvoer van belang is. Met het huidige beleid van "dynamisch handhaven van de basiskustlijn" wordt waar mogelijk ruimte gegeven aan natuurlijke processen. De zee krijgt binnen zekere grenzen enige speelruimte. Alleen bij aantasting van de basiskustlijn (ligging van de kustlijn op 1 januari 1990) worden maatregelen genomen. In de praktijk betekent dit dat continue zandsuppleties (circa 12 Mm³/jaar) langs de Nederlandse kust worden uitgevoerd om te zorgen dat de basiskustlijn niet wordt overschreden.

Analyse van waterstandsmetingen op de Noordzee laat zien dat de afgelopen 130 jaar de zeespiegel gemiddeld met circa 1,9 mm/jaar is gestegen, zie Figuur 5.11. De stijging wereldwijd is van een zelfde orde grootte. Hoewel op de Noordzee een versnelling van de zeespiegelstijging nog niet zichtbaar is wordt wel verwacht dat deze de komende decennia zal gaan toenemen. Voorspellingen van het IPCC⁴⁸ en KNMI geven verwachtingen van circa 30-80 centimeter stijging t.o.v. de periode 1986-2005 tot aan het einde van de 21^e eeuw in een gunstig scenario en 55-120 cm in een ongunstig scenario.

Figuur 5.11 Gemeten zeespiegelstijging (gemiddelde van 6 kuststations, te weten: Delfzijl, Den Helder, Harlingen, Hoek van Holland, IJmuiden en Vlissingen) op de Noordzee.

Zeespiegel voor kust Nederland



Bron: Deltares; PSMSL; bewerking PBL

PBL/mei18
www.clo.nl/nlo22910

⁴⁸ IPCC, 2021: Climate Change 2022: Synthesis Report. Working Group II contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

5.2.2 Autonome ontwikkeling

In de autonome ontwikkeling, voornamelijk zeespiegelstijging, doen zich voor de Nederlandse kust geen veranderingen voor die de morfologische en hydrodynamische processen wezenlijk zullen beïnvloeden. De situatie bij voortgaande autonome ontwikkeling wijkt daarom nauwelijks af van de huidige situatie. De meeste van de hiervoor besproken processen zijn het resultaat van een lange termijn ontwikkeling en een zodanig grootschalige setting, dat veranderingen slechts op een grote tijdschaal significant zullen zijn.

5.3 Effectbeschrijving

De effecten van het windpark op het aspect 'morfologie en hydrologie' worden voorspeld aan de hand van de in de vorige paragraaf genoemde beoordelingscriteria. De effecten van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver zijn bepaald aan de hand van de in paragraaf 5.1 beschreven beoordelingscriteria. De effecten zijn kwalitatief en waar mogelijk kwantitatief beschreven. Bij de beschrijving is onderscheid gemaakt in effecten tijdens de exploitatie, effecten tijdens aanleg/verwijdering en effecten tijdens onderhoud.

5.3.1 Effecten van de exploitatie

Golven

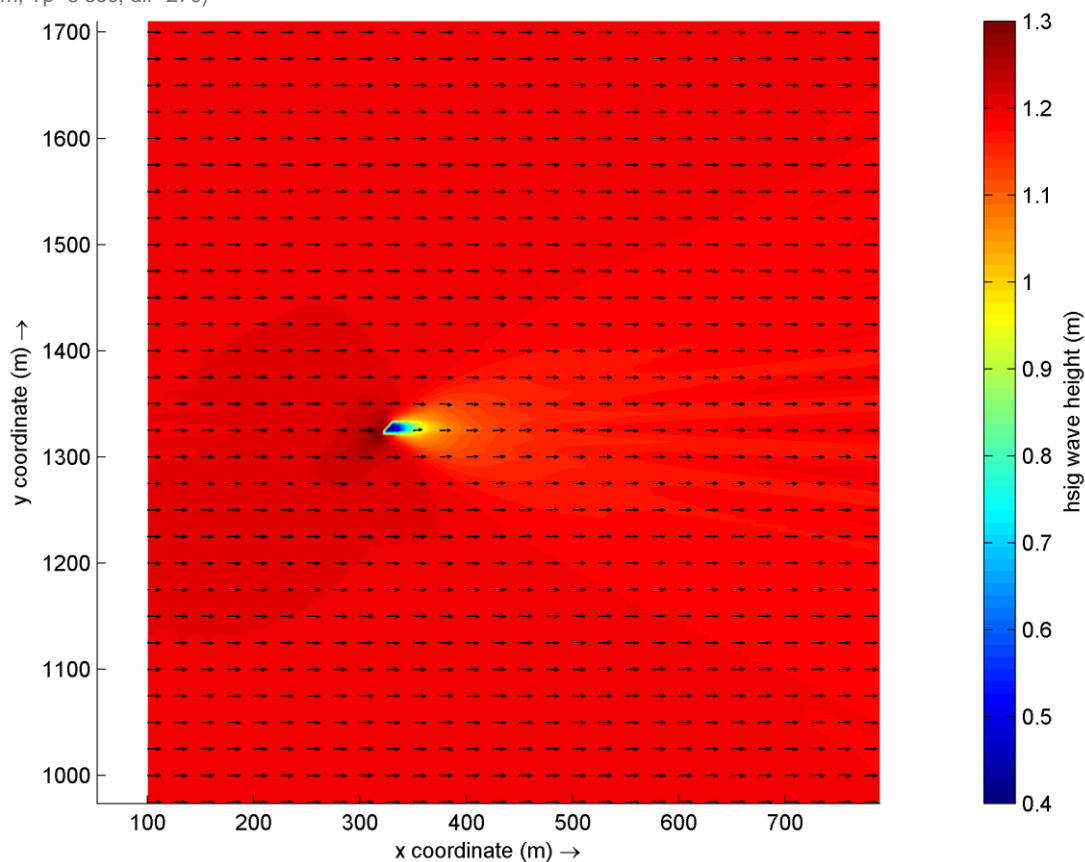
In het windpark zal het golfpatroon rondom de windmolenfunderingen veranderen. De mate waarin het golfpatroon rondom de fundering verandert, is afhankelijk van de openheid van de constructie en de diameter van de fundering. Bij een jacket en tripod fundering is sprake van een open constructie, waardoor golven naar verwachting beperkter worden gehinderd dan bij een gesloten constructie. De mate waarin minder reflectie optreedt is sterk afhankelijk van het ontwerp en moeilijk te kwantificeren.

Bij funderingen waarbij sprake is van dichte constructie, zoals een monopile, suction bucket of gravity based, zal sprake zijn van een kleine verandering van het golfveld. Een dergelijke fundering veroorzaakt golfreflectie aan de loefzijde en golfafscherming aan de lijzijde. Alleen zeer lokaal zal achter een dichte fundering een verlaging van de golfhoogte optreden (Hoffman et al. 1997; Chakrabari, 1987). Middels een SWAN model (derde generatie ondiep water golf model: <http://swanmodel.sourceforge.net/>, zie voor meer informatie Zijl et al. 2021) is het effect van een constructie met een diameter van 10 m op het omliggende golfveld bepaald.

In Figuur 5.12 is het ruimtelijk effect gepresenteerd. De figuur laat zien dat voor de constructie de golven lokaal verhogen (+0,1 m) en dat achter de constructie de golfhoogte lokaal sterk afneemt (-0,5 m). De grootste afname is zichtbaar over een afstand van circa 100 m. Verder achter de constructie is de afname nog maar zeer beperkt (1-2%).

Omdat het effect zeer gering is en alleen lokaal optreedt, wordt het effect neutraal beoordeeld (0).

Figuur 5.12 SWAN modelresultaat: effect van een paal met een diameter van 10 m op het inkomende golfveld ($H_s=1,2$ m, $T_p=6$ sec, $dir=270$)



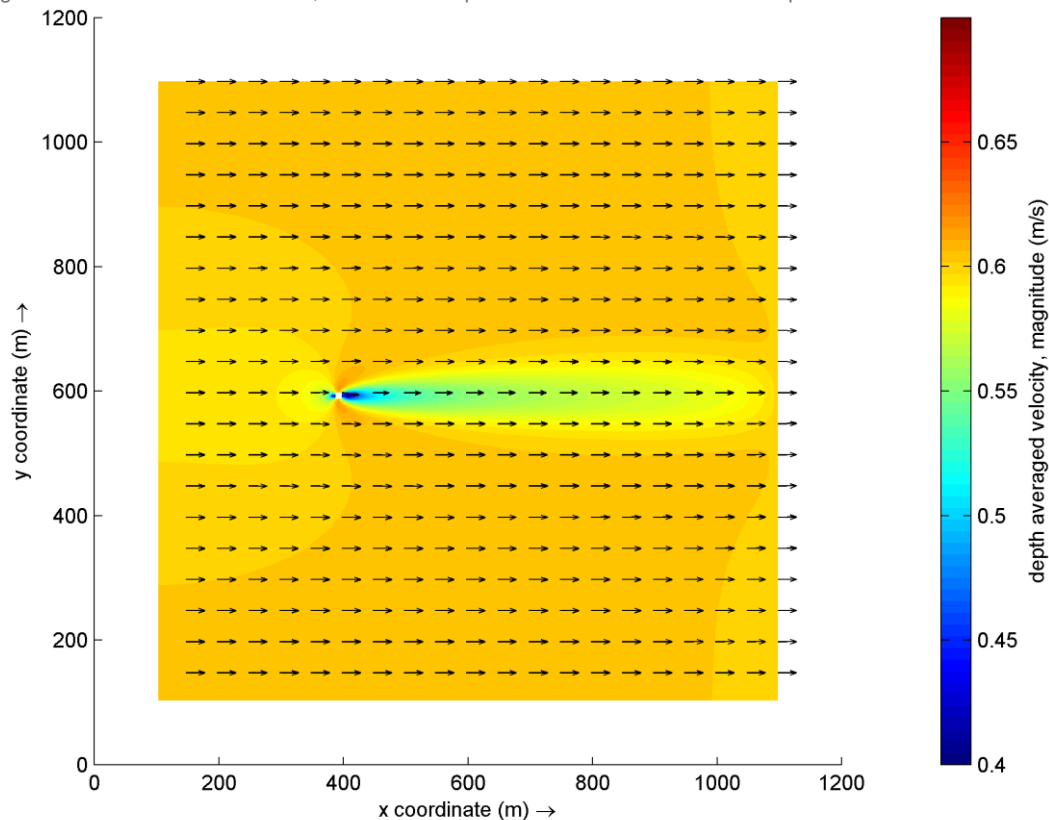
Waterbeweging (waterstand en stroming)

Het windpark heeft ook invloed op de waterbeweging rondom de funderingen. Ook hier is de invloed van de fundering afhankelijk van de openheid van de constructie en de diameter van de fundering. Bij een jacketfundering is sprake van een open constructie, waardoor de waterbeweging minder wordt gehinderd dan bij een gesloten constructie. Het verschil zal naar verwachting echter klein zijn.

Bij funderingen waarbij sprake is van dichte constructie, zoals een monopile, suction bucket of gravity based, zal sprake zijn van een kleine verandering van de waterbeweging. De verandering van het stroombeeld zal alleen lokaal achter de funderingen optreden. Een dichte fundering in een stromingsveld veroorzaakt een kleine verandering van de stroomsnelheid aan weerszijden van de fundering en turbulentie aan de lijszijde van de fundering. Deze veranderingen zijn echter gering. In Figuur 5.13 zijn de gemodelleerde effecten van een monopile met een diameter van 10 m op de diepte-gemiddelde stroming gepresenteerd. Er is gebruik gemaakt van het stromingsmodel Delft3D. De effecten zijn voornamelijk zichtbaar achter de constructie, waar de gemiddelde stroomsnelheden over enkele honderden meters (beperkt) afnemen van circa 0,6 m/s naar 0,55 m/s. In de directe omgeving van de funderingen zijn de afnames zeer lokaal groter (tot 0,40 m/s). Ook kunnen benedenstrooms van de fundering lokaal instabiele turbulente wervels optreden (die niet in het Delft3D model beschouwd zijn). Zijdelijks van de funderingen nemen de stroomsnelheden iets toe (om de afname in stroomsnelheid achter de funderingen te compenseren). Wanneer wordt gekeken naar het volume water dat langs de fundering stroomt, is de afname zeer klein en verwaarloosbaar. De funderingen hebben daarmee geen invloed op de gemiddelde

stroomsnelheid binnen het windpark. Daarvoor is de diameter van de fundering te klein, de ruwheid van de individuele funderingen te klein, de waterdiepte te groot, het aantal funderingen te klein en de onderlinge afstand tussen de windturbines te groot.

Figuur 5.13 Delft3D modelresultaat; effect van een paal met een diameter van 10 m op de stroomsnelheden.



De effecten van alternatief 1 met tripods zal nog kleiner zijn dan de gemodelleerde effecten van een monopile. De effecten op de waterbeweging van alternatief 2 met een gravity base fundering of suction bucket zijn groter doordat de gemiddelde diameter van het deel van de fundering dat zich onder water bevindt aanzienlijk groter is (circa 30 tot 50 m). Gelijk aan de beschouwde monopile in nemen de gemiddelde stroomsnelheden benedenstrooms van de fundering af en kunnen instabiele turbulente wervels optreden. Wanneer er meerdere van dit soort grote constructies op de zeebodem worden geplaatst kan dit effect hebben op de grootschaligere stroming door- en om het windpark heen.

Wanneer we de effecten in perspectief zetten met de algehele dynamica van de waterbeweging die ter plaatse van IJmuiden Ver voorkomt, zijn gezien de beperkte omvang en het lokale karakter, de effecten voor alternatief 1 als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Wel wordt verwacht dat een gravity base fundering of suction bucket een beperkt negatief effect kan hebben. Derhalve scoort alternatief 2 licht negatief (0/-).

Waterdiepte en bodemvormen

De veranderingen in de bodemligging worden veroorzaakt door het sedimenttransport. Het sedimenttransport wordt onder andere beïnvloed door golven, getijstroming en de waterdiepte. Gedurende de levensduur van het windpark zullen voornamelijk de migrerende zandgolven voor de grootste bodemveranderingen zorgen. Verwacht wordt dat lokaal de bodem met 1 tot enkele meters kan

veranderen. De bodemligging waar momenteel de toppen van de zandgolven aanwezig zijn zal in de komende jaren dalen, de troggen van de zandgolven zullen in de tijd opgevuld worden. Bij een typische zandgolflengte van 300 m en een migratiesnelheid van circa 2-4 m/jaar zal het circa 75-150 jaar duren voordat de bodemligging weer op het huidige niveau ligt.

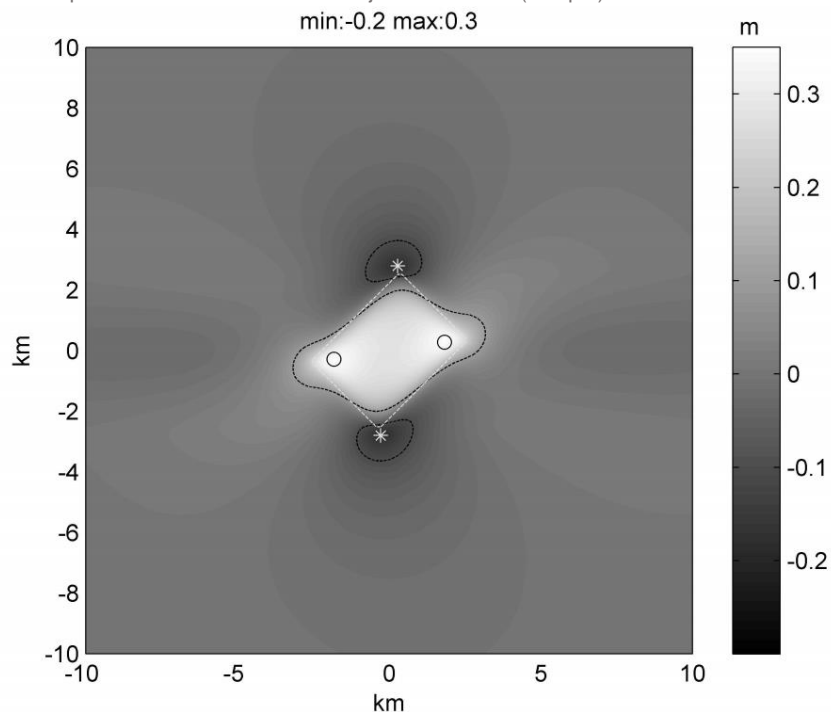
Wanneer grootschalig (op een schaal van tientallen kilometers) wordt gekeken naar de bodemligging van de Noordzee kan gesteld worden dat de bodemligging vrijwel niet verandert (Gaida et al., 2018). De exacte bodemdaling of stijging is daarnaast lastig te bepalen omdat de nauwkeurigheid van de uitgevoerde bathymetrische surveys niet voldoende is om significante effecten te kunnen kwantificeren.

Grootschalige effecten

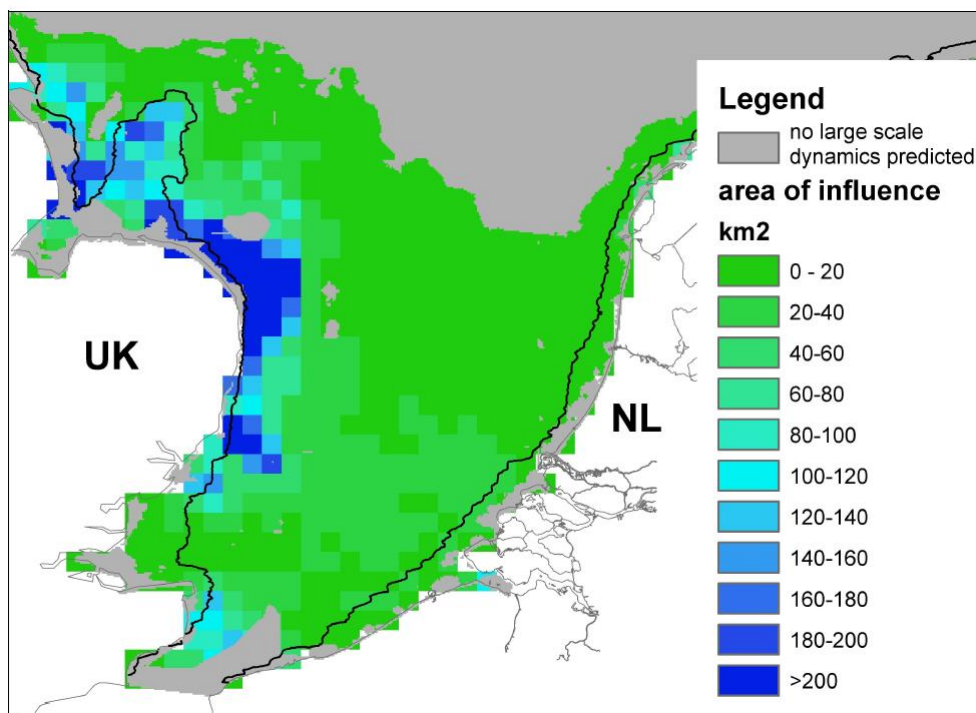
Er is nog niet veel onderzoek beschikbaar naar de grootschalige effecten van een windpark op de bodemligging. In Figuur 5.15 wordt weergegeven welke invloed een fictief windpark heeft op de morfologische ontwikkeling op lange termijn (Van der Veen, 2008). Het windpark in dit voorbeeld heeft een oppervlakte van 12 vierkante kilometer, een onderlinge afstand tussen windturbines van 500 meter en elke turbine heeft een monopile als fundatie met een diameter van 4,5 meter. De funderingen in het voorbeeld zijn gerealiseerd op 30 meter waterdiepte, in een zandbodem met een fijne gemiddelde korrelgrootte (200 μm). Zoals uit Figuur 5.15 blijkt, is de invloed op de morfologische ontwikkeling van een windpark zoals in het voorbeeld gebruikt, gering, vooral wanneer gelet wordt op de levensduur van circa 50 jaar van een windpark (in plaats van 100 jaar zoals in het onderzoek is gemodelleerd). De invloed van een windpark op de bodem is gelegen tussen een lokale toename van de waterdiepte met 0,2 meter (rondom de witte cirkels) en een lokale afname van de waterdiepte van 0,3 meter (rondom de grijze asterisken). Dit effect treedt pas op nadat de funderingen 100 jaar op de zeebodem staan. De gemiddelde stroming in windenergiegebied IJmuiden Ver is vergelijkbaar met het voorbeeld.

In Figuur 5.14 is het te verwachten invloedsgebied gepresenteerd wanneer op de Noordzee op verschillende locaties windparken worden gerealiseerd (Van der Veen, 2008). De figuur laat zien dat het invloedsgebied in het Nederlandse deel van de Noordzee gering is. Op de locatie IJmuiden Ver wordt verwacht dat bij een windpark met een grootte van circa 14 km² en 72 windturbines het invloedsgebied circa 0-20 km² is. Kavel I heeft een oppervlak van circa 80 km², het invloedsgebied zal naar verwachting ook die orde van grootte zijn.

Figuur 5.14 Invloed van een windpark (4 x 3,5 km) op de morfologische ontwikkeling na 100 jaar (Van der Veen, 2008) waarbij de windturbines op een afstand van 500 m uit elkaar staan, de stroomsnelheid maximaal 0,7 m/s is op een waterdiepte van 30 m en de bodem uit fijn zand bestaat (200 μ m)



Figuur 5.15 Invloedszone op de zeebodem bij ontwikkeling van een windpark met een grootte van 4 x 3,5 km, waarbij de (72) windturbines op een afstand van 500 m uit elkaar staan (Van der Veen, 2008)

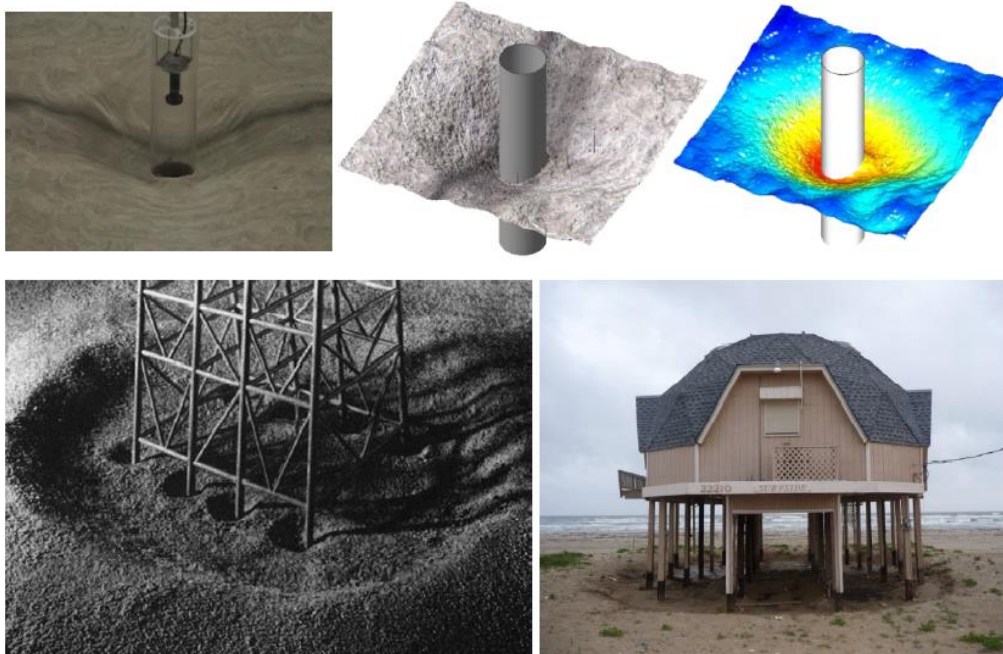


De grootschalige effecten van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver zijn op basis van het voorgaande en op basis van de natuurlijke veel grotere dynamiek als gevolg van bodemvorm migratie vrijwel verwaarloosbaar. De alternatieven zijn ook voor dit criterium niet onderscheidend. De effecten worden neutraal (0) beoordeeld.

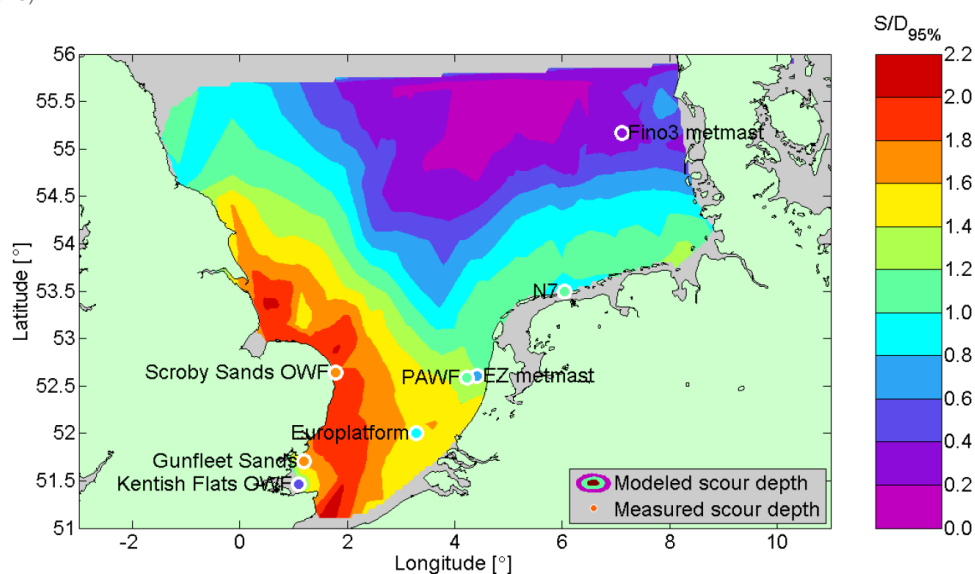
Lokale effecten

Lokaal kunnen de effecten op de bodemligging wel groot zijn. Wanneer geen bodembescherming wordt toegepast gaan ontgrondingskuilen rond de funderingen van de windturbines ontstaan (zie Figuur 5.16). De grootte en diepte van deze ontgrondingskuilen zijn afhankelijk van verschillende parameters: de grootte van de fundering, de lokale stroomsnelheden, de lokale waterdiepte, de plaatsing van de fundering op een zandgolf top of dal, en de bodemsamenstelling. In Figuur 5.17 is een kaart van de Noordzee weergegeven waarop de ontgrondingsdiepte in relatie tot de diameter van de fundering is gepresenteerd. Vergelijkbaar met worden de grootste ontgrondingskuilen verwacht langs de Engelse kust. Ter plaatse van IJmuiden Ver wordt verwacht dat de diepte maximaal circa 1,2-1,4 x de paaldiameter zal zijn. Voor de grootte van de ontgrondingskuil kan een factor van 10x de ontgrondingsdiepte worden aangehouden (Van Rijn, 2010). Wanneer rondom de fundering een bodembescherming wordt aangebracht, wat over het algemeen gedaan wordt nabij de funderingen, zal de ontgraving worden tegengegaan.

Figuur 5.16 Voorbeelden van ontgrondingskuilen die bij funderingen van windmolens kunnen ontstaan (Deltares, 2018)



Figuur 5.17 Kaart waarop de ontgrondingsdiepte versus de paaldiameter is weergegeven voor de Noordzee (Deltares, 2018)



Figuur

Het windpark heeft, als gevolg van de naar verhouding geringe diameter van de fundatie en de erosiebescherming en de grote onderlinge afstand van de windturbines, alleen in de directe omgeving van de fundatie en in het windpark geringe en lokale effecten op de bodemvormen die voornamelijk sediment herverdelen.

Bodemsamenstelling

De samenstelling van de bodem binnen het kavel I van het windenergiegebied IJmuiden Ver is vrij uniform. De bodem bestaat uit erodeerbaar sediment, voornamelijk middelgrof zand (250-350 μm). Door de aanleg van de erosiebescherming wordt nieuw materiaal in de vorm van stortsteen geïntroduceerd. Rondom de erosiebescherming kunnen er erosiekuilen ontstaan, maar dat heeft een zeer lokaal effect op de zeebodem rondom de erosiebescherming en geen gevolgen voor de grootschalige zeebodemveranderingen. Dit blijkt ook uit onderzoek dat is gedaan naar de morfologische effecten van het Prinses Amaliawindpark (ACRB, 2013) en onderzoek dat onlangs (2018-2021) door onder andere Deltares in het JIP (Joint Industry Project) is uitgevoerd. De effecten worden daarom neutraal beoordeeld (0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

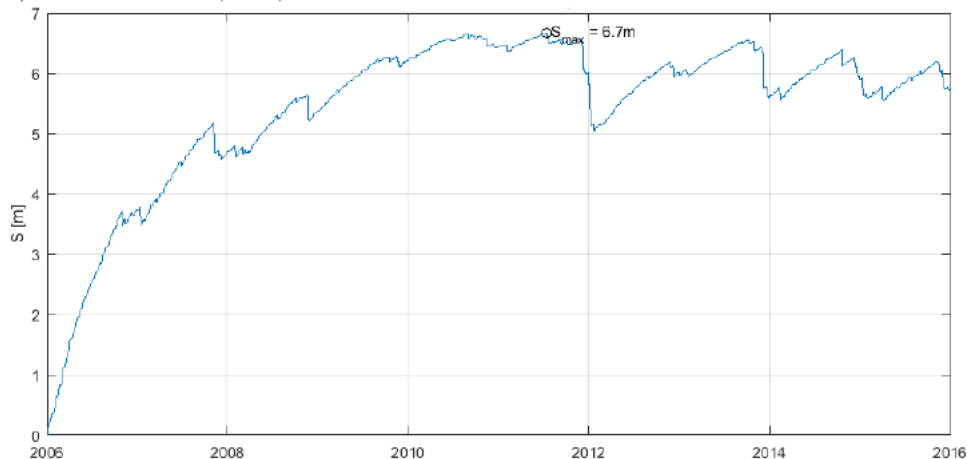
Troebelheid en waterkwaliteit

Tijdens de exploitatie van het windpark wordt geen verhoging van de troebelheid verwacht. Er vinden geen werkzaamheden plaats, die daartoe aanleiding geven. Omdat erosiebescherming (waarschijnlijk) wordt toegepast, zullen slechts beperkt erosiekuilen ontstaan rond de bodembescherming. Deze zullen bovendien zeer geleidelijk in de tijd ontstaan (tijdschaal maanden tot jaren, zie als voorbeeld Figuur 5.18).

De fijne fractie die in het sediment aanwezig is zal daardoor langzaam in suspensie komen, waardoor geen verhoging van de troebelheid plaatsvindt. Hierbij moet worden opgemerkt dat het slibpercentage lokaal hoger kan zijn (tot 25%, zie Figuur 5.8) dan het gemiddelde percentage slib in de Noordzee (2-5%), waardoor (lokaal) meer materiaal in suspensie kan komen. Het effect hiervan zal naar verwachting slechts beperkt zijn. Dit wordt versterkt door onderzoek van Floeter et al. (2017), waarin, op basis van resultaten van een vooronderzoek naar de invloed van een offshore windpark op vertroebeling, wordt geconcludeerd

dat het moeilijk is de vertroebeling die door een windpark wordt veroorzaakt te onderscheiden van natuurlijke vertroebeling.

Figuur 5.18 Gemodelleerde ontwikkeling van de diepte van een ontgrondingskuil (S) in de tijd voor een fundering op windpark Hollandse Kust (noord)



Waterkwaliteit

In de windturbines worden voorzieningen getroffen (o.a. vloeistofdichte voorzieningen en lekbakken) om te voorkomen dat milieuverontreinigende stoffen in het zeewater terecht kunnen komen. Een eventuele verontreiniging van het water wordt dan ook niet verwacht. Het gebruik van zware metalen in opofferingsanodes die gebruikt worden als kathodische bescherming wordt niet toegestaan in het kavelbesluit. Daarmee wordt voorkomen dat bijvoorbeeld zink in het water terecht komt. In voorgaande MER-en voor windenergie op zee is uitgerekend dat mét toepassing van anodes met zink of aluminium de verhoging van de concentratie aluminium/zink in het water (in de ordegrootte van 0,002 µg/l) verwaarloosbaar is ten opzichte van de normale achtergrondconcentratie van aluminium (0,5 µg/l) of zink (0,1-2,6 µg/l). De effecten worden neutraal beoordeeld (0).

Stratificatie

De gevolgen van het plaatsen van windturbines op de stratificatie zijn niet eenduidig. Het is aangetoond dat de plaatsing van een windturbine kan leiden tot een toename van turbulentie aan de zijzijde van de fundering en dat dit (lokaal) kan leiden tot een (beperkte) afname van de stratificatie (Carpenter et al., 2016). Dit geldt met name voor gebieden waar de stratificatie al zwak is; in een sterk gestratificeerde waterkolom is de turbulente energie niet voldoende om de stratificatie te verbreken. Ook de omvang van een windpark speelt hierin een belangrijke rol. Kleine windparken, in de ordegrootte van 10 km, hebben een verwaarloosbaar effect op de grootschalige stratificatie. Bij windparken in de ordegrootte van 100 km daarentegen, kunnen de effecten significant zijn.

Het is mogelijk dat de plaatsing van windturbines zal leiden tot een (beperkte) afname van de stratificatie. Echter, omdat het gebied slechts onder beperkte invloed staat van stratificatie en de omvang van het windpark beperkt is, zijn de te verwachten effecten van het windpark op de stratificatie minimaal. De effecten worden daarom neutraal beoordeeld (0).

Sedimenttransport

Het sedimenttransport ondervindt, net als de waterbeweging, als gevolg van de grote onderlinge afstand tussen de windturbines geen invloed van het windpark. Omdat erosiebescherming wordt toegepast, zullen beperkt erosiekuilen ontstaan rond de funderingspalen. Ook dat heeft een zeer lokaal en gering effect op het sedimenttransport (ACRB, 2013). De effecten worden neutraal beoordeeld (0).

Kustverdediging

De gevolgen van kavel I van IJmuiden Ver voor de kustverdediging moeten worden gezien als een combinatie van de individuele veranderingen op elk van de voorgaande criteria. Daarnaast is de invloed van deze veranderingen op de kustverdediging afhankelijk van de afstand van het windpark tot de kust. De invloed van het windpark ten aanzien van de hiervoor genoemde aspecten is zeer lokaal en gering tot verwaarloosbaar van omvang. Dit in combinatie met de grote afstand van het plangebied tot de kust (circa 60 km) betekent dat het windpark geen effect heeft op de kust, de kustverdediging en/of de maatgevende hoogwaterstand. De effecten worden neutraal beoordeeld (0).

5.3.2 Effecten van de aanleg en verwijdering

Golven

Bij de aanleg en verwijdering van het windpark zal door de aanwezigheid van werkschepen het golfbeeld lokaal in zeer geringe mate veranderen. Een dergelijke verandering kan worden vergeleken met de verandering die optreedt als gevolg van reguliere scheepvaart. De effecten worden neutraal beoordeeld (0).

Waterbeweging (waterstand en stroming)

De waterstand en de stroming zal door de aanwezigheid van werkschepen, bij de aanleg en verwijdering van het windpark, lokaal in zeer geringe (ofwel verwaarloosbare) mate veranderen. Een dergelijke verandering kan worden vergeleken met de verandering die optreedt als gevolg van reguliere scheepvaart. De effecten worden neutraal beoordeeld (0).

Waterdiepte en bodemvormen

Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het plaatsen van de funderingen, het aanbrengen van de erosiebescherming (eventueel) en het aanleggen van de parkbekabeling de bodem tijdelijk worden verstoord. De verstoring hangt vooral samen met het egaliseren van de bodem ten behoeve van het aanbrengen van de erosiebescherming en het ingraven van de kabels. De effecten die optreden zijn lokaal en van korte duur. De effecten van een gravity based fundering zijn door de omvang van de fundering (Ø 40-50 m) en erosiebescherming (Ø 120-150 m) groter dan bij de andere funderingstypen (zie Tabel 5.2). Nadat de erosiebescherming is aangebracht zal een nieuw evenwicht ontstaan. De aanlegwijze van de fundatie (intrillen, heien, boren of suction) is niet wezenlijk onderscheidend voor de hydro-morfologische effecten. Bij de verwijdering van het windpark treden dezelfde soort effecten op, maar in geringere mate.

Het ingraven van de parkbekabeling leidt tot verstoring van het bodemoppervlak (de effecten van de kabels die van het park naar land lopen worden in een separaat MER onderzocht). Het verstoorde oppervlak is afhankelijk van de totale lengte van de parkbekabeling en de breedte van de strook die wordt verstoord door het ingraven van de kabel. Afhankelijk van de ingraafdiepte en de gebruikte ingraaftechniek (ploegen, trenchen of een combinatie) zal de verstoorde breedte maximaal 15 meter zijn (breedte van een trencher). Bij de verwijdering van de parkbekabeling treden minder effecten omdat de kabels veelal (afhankelijk van de diepteligging op moment van verwijdering) uit de bodem kunnen worden getrokken.

Bij toepassing van een spanning van 66 kV kunnen circa 3 turbines van 20 MW op een streng worden aangesloten⁴⁹. Dit betekent dat er 60 MW per streng kan worden aangesloten wat neer komt op 4 turbines van 15 MW (alternatief 1) per streng of 3 turbines van 20 MW (alternatief 2) per streng. Voor zowel alternatief 1 en 2 wordt daarom als uitgangspunt genomen dat in totaal 17 strengen nodig zijn. Wanneer deze uitgangspunten worden gehanteerd zal de totale lengte aan parkbekabeling (worst case) neerkomen op circa 170 ±25 km (beide alternatieven vallen binnen deze range).

Om de kans op blootspoelen zoveel mogelijk te beperken worden de strengen over het algemeen zoveel mogelijk in de troggen van de zandgolven begraven. Op deze manier kan zonder dat de kabel heel diep hoeft te worden begraven toch blootspoeling gedurende de levensduur voorkomen worden. Herbegraven van de kabels is namelijk zeer duur en onder andere TenneT hanteert zoveel mogelijk een strategie waarbij de kabels initieel diep worden begraven en zo de kans zeer klein is dat herbegraven noodzakelijk is (bury-and-forget methode). Zeer recent (2018) is er optimalisatie software ontwikkelt om in detail te bepalen wat de optimale route van de funderingen naar het transformatorplatform is waarbij de kosten als functie van prijs per meter kabel, ingraven, onderhoud, begraafdiepte, etc. wordt bepaald. De kabellengte wordt (gebaseerd op de ervaringen bij Borssele I en II) daardoor circa 20% langer dan wanneer in een rechte lijn een kabel tussen transformator en windmolen wordt aangelegd. Het (tijdelijk) verstoorde oppervlak ligt daarmee rond de 170 km x 15 m breed + 20% = 310 ha. Dit oppervlak wordt slechts kortdurend verstoord, namelijk wanneer de trencher die de kabel ingraaft voorbij rijdt. Het effect van zo'n trencher op de zeebodem is zeer beperkt (lage druk rupsbanden).

Om bovenstaande redenen zijn de effecten op waterdiepte en bodemvormen neutraal beoordeeld (0).

Bodemsamenstelling

Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het plaatsen en heien van de funderingspalen, het aanbrengen van de erosiebescherming en het aanleggen van de parkbekabeling de bodem worden omgewoeld. Dit heeft resuspensie (opwoeling) van sediment tot gevolg. Dit sediment zal voor een deel met de stroom worden meegevoerd en elders weer sedimenteren. Het effect is gering in relatie tot de natuurlijke dynamiek van de bodem. Na korte tijd zal een nieuw evenwicht ontstaan. De aanlegwijze van de fundatie (intrillen, heien, boren of suction) is niet wezenlijk onderscheidend voor de hydro-morfologische effecten.

Door de aanleg van erosiebescherming wordt nieuw substraat in de vorm van stortsteen geïntroduceerd. De erosiebescherming wordt uitsluitend zeer lokaal (rond de fundering) toegepast. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Troebelheid en waterkwaliteit

Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het plaatsen en heien van de funderingspalen, het aanbrengen van de erosiebescherming en het aanleggen van de parkbekabeling tijdelijk een verhoging van de troebelheid optreden.

De hoogste vertroebeling zal optreden wanneer de kabels middels mass-flow excavation worden begraven. Bij die methodiek wordt sediment door waterjets gefluïdiseerd waardoor de kabel in het sediment zakt. Er kan daarbij vanuit worden gegaan dat de gehele fijne fractie uitspoelt. Wanneer wordt verondersteld dat de kabels middels mass-flow worden begraven op een diepte van 2 m onder de zeebodem zal per meter kabel circa 5 m³ worden gefluïdiseerd. Bij een percentage slib van circa 2%

⁴⁹ Tennaet. 2015. 66 kV Systems for Offshore Wind Farms. Report No.: 113799-UKBR-R02, Rev 2. 05-03-2015

(conservatief) en een dichtheid van 1600 kg/m^3 zal er dan circa 160 kg slib worden opgewerveld. Bij een conservatieve begraafsnelheid van 3 m/minuut is dit 640 kg/minuut. Lokaal zal de concentratie slib daardoor verhogen maar wanneer op grotere schaal wordt gekeken neemt de concentratie in de slibpluim snel af. Op een afstand van 500 m zal deze gereduceerd zijn tot een diepte-gemiddelde concentratieverhoging van circa 8 mg/l (aangenomen pluimbreedte 100 m, diepte 25 m, stroomsnelheid 0,5 m/s). Deze verhoging treedt alleen op tijdens het begraven. Na aanleg zal de concentratie verhoging niet meer aanwezig zijn. Gezien het lage slibgehalte van de bovenste 5 meter zeebodemsediment (< 2%) zal veel van het opgewoelde sediment snel weer bezinken. Ook uit modelberekeningen voor de BritNed kabel (Royal Haskoning, 2005) is gebleken dat de gemiddelde lokale toename aan zwevend stof bij trenchen beneden de 5 mg/l ligt met maxima van circa 20 mg/l.

Deze verhoging van de troebelheid valt ruimschoots binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek van de Noordzee. De troebelheid van zeewater is in normale situaties ongeveer 4-5 mg/l (zie tevens Figuur 5.9), maar kan tijdens storm lokaal oplopen tot 1.000 mg/l. Het totale effect is klein omdat het effect zeer lokaal en gedurende een korte periode optreedt. Bij de verwijdering van de parkbekabeling kunnen de kabels veelal (afhankelijk van de diepteligging op moment van verwijdering) uit de bodem worden getrokken waardoor minder vertroebeling optreedt.

Bij een gravity based fundering wordt met een sleephopperzuiger een put gegraven van circa 50x50x4 m (lengte x breedte x diepte), waarin grind wordt gestort. Hierop zal de gravity based fundering worden geplaatst, waarna vervolgens de put rondom de fundering weer wordt vol gestort. Tijdens het graven en vullen van deze putten zal de troebelheid toenemen door de verhoogde slibconcentratie. Ook hier is sprake van een lokaal en tijdelijk effect.

De aanlegwijze van de fundatie (intrillen, heien, boren of suction) en de begraafwijze van de kabels (trenchen, jetten of mass-flow excavation) is niet wezenlijk onderscheidend voor de effecten. Dit geldt ook voor het verwijderen van de gravity based fundering; ook hier zijn de effecten gering. De effecten worden om bovenstaande redenen neutraal beoordeeld (0). Bij de beoordeling is, gezien de geringe omvang en tijdelijke aard van de effecten, geen onderscheid gemaakt tussen de alternatieven.

Stratificatie

De grootschalige stratificatie zal, indien deze aanwezig is, slechts beperkt worden verstoord tijdens de aanleg en verwijdering van het windpark. Lokaal kunnen grotere effecten optreden, al zal dit door de relatief korte tijdspanne waarin de werkzaamheden plaatsvinden, niet leiden tot significante effecten. De effecten worden als neutraal beoordeeld (0).

Sedimenttransport

Het sedimenttransport zal, door de verhoging van de troebelheid bij de aanleg en verwijdering van het windpark, een beperkte verhoging vertonen door het extra transport van opgewoeld sediment. Dit geldt met name voor het alternatief waarbij een gravity based fundering wordt toegepast (zie troebelheid en waterkwaliteit). Deze verhoging valt binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). Bij de beoordeling is, gezien de geringe omvang en tijdelijke aard van de effecten, geen onderscheid gemaakt tussen de alternatieven.

Kustverdediging

De gevolgen van aanleg en verwijdering van het windpark voor de kustverdediging moeten worden gezien als een combinatie van de individuele veranderingen op elk van de voorgaande criteria. Daarnaast is de

invloed van deze veranderingen op de kustverdediging afhankelijk van de afstand van het windpark tot de kust. De invloed van de aanleg (en verwijdering) van het windpark ten aanzien van de hiervoor genoemde aspecten is zeer lokaal en verwaarloosbaar. Dit in combinatie met de grote afstand van het plangebied tot de kust (circa 60 km) betekent dat de aanleg en verwijdering van het windpark geen effect heeft op de kust, de kustverdediging en/of de maatgevende hoogwaterstand. De effecten worden neutraal beoordeeld (0).

5.3.3 Effecten van onderhoud

Er wordt naar gestreefd om per windturbine één keer per jaar gepland preventief onderhoud uit te voeren. Het onderhoud wordt zoveel mogelijk gebundeld en zal bij voorkeur in de zomermaanden plaatsvinden. Afhankelijk van het type werkzaamheden zal het onderhoud met één of meerdere onderhoudsschepen worden uitgevoerd. Te gebruiken en vrijkomende materialen (bijvoorbeeld olie en vetten) worden geconditioneerd aangevoerd, toegepast en afgevoerd. Hiermee wordt voorkomen dat deze stoffen in het milieu terechtkomen. Het onderhoud heeft geen effect op de beoordelingscriteria. De effecten worden neutraal beoordeeld (0).

5.4 Effectbeoordeling

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik, de verwijdering en het onderhoud van het geplande windpark en de kabels zijn zeer beperkt van omvang. Daarnaast zijn de effecten tijdens de aanleg en verwijdering tijdelijk van aard. De veranderingen, voor zover deze optreden, zijn zeer gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied. Door de relatief geringe afmetingen van de funderingspalen, de relatief grote onderlinge afstand tussen de windturbines en het aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving van de funderingspalen en het parkbekabelingtracé en is van tijdelijke aard. Alleen bij een gravity based en suction bucket fundering zijn de effecten als gevolg van de grotere dimensies van de fundering iets groter en scoort daarmee licht negatief. In Tabel 5.3 zijn de effecten van het windpark en het kabeltracé (interne bekabeling) weergegeven.

Tabel 5.3 Effectbeoordeling morfologie en hydrologie.

Aspect (gedurende aanleg, onderhoud en exploitatie)	Alternatief 1 (15 MW)	Alternatief 2 (20 MW)
Golven	0	0
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0	0/-
Waterdiepte en bodemvormen	0	0
Bodemsamenstelling	0	0
Troebelheid en waterkwaliteit	0	0
Stratificatie	0	0
Sedimenttransport	0	0
Kustverdediging	0	0

5.5 Cumulatie

Uit de effectbeschrijving blijkt dat er geen wezenlijke effecten optreden. Alle effecten zijn zeer lokaal en verwaarloosbaar. Daarnaast zijn de effecten tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering zeer tijdelijk. Bij de

eventuele verdere invulling van windenergiegebied IJmuiden Ver zullen nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en verwaarloosbare effecten optreden.

Op het schaalniveau van het windenergiegebied IJmuiden Ver zal het effect op morfologie en geologie neutraal zijn. Uit recente studies is echter gebleken dat zeer grootschalige ontwikkeling van windenergie op de Noordzee mogelijk effect kan hebben op (het mengen van) stratificatie (Carpenter 2016, Van Duren et al. 2021) en de waterbeweging en morfologie (Van der Veen 2008, Boon et al. 2018). In welke mate de effecten ten aanzien van deze aspecten optreden en welke doorwerking dit heeft op overige geologische en ecologische processen is echter hoogst onzeker, onder andere vanwege de onzekerheden die met de modelvoorspellingen en de beschikbare onderliggende data gemoeid gaan (Van Duren et. al 2021).

Daar komt bij dat de veranderingen op het gebied van hydro-morfologie zeer beperkt zijn, veelal van korte duur en 1 a 2 ordes kleiner dan de natuurlijke variatie in de hydro-morfologie.

De effecten ten aanzien van cumulatie op het niveau van het windenergiegebied IJmuiden Ver worden dan ook als neutraal beoordeeld (0).

5.6 Mitigerende maatregelen

Er treden bij geen van de beoordelingscriteria wezenlijke effecten op. Alle effecten zijn zeer lokaal en verwaarloosbaar. Daarnaast zijn de effecten tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering zeer tijdelijk. De noodzaak van mitigerende maatregelen is dan ook niet aanwezig.

5.7 Leemten in kennis

Er is nader onderzoek nodig ten aanzien van de mogelijke effecten op stratificatieprocessen en waterbeweging van een grootschalige (internationale) ontwikkeling van windenergie op de Noordzee. In Van Duren et. al 2021 is reeds een goede aanzet gedaan voor het gecumuleerd in kaart brengen van de ontwikkelingen van windparken op de Noordzee. Zij geven echter een aantal belangrijke aanbevelingen om nader onderzoek naar de gecumuleerde effecten uit te voeren. De daadwerkelijke impact op de stratificatieprocessen en waterbeweging in de Noordzee van ontwikkelingen op het Nederlands continentaal plat zijn niet eenduidig te benoemen.

6 Vogels en vleermuizen

6.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de mogelijke effecten voor vogels en vleermuizen. Het hoofdstuk maakt gebruik van informatie uit het rapport dat door Bureau Waardenburg is opgesteld en dat in bijlage 4. Daarnaast heeft Bureau Waardenburg specifiek voor de jan-van-gent een aanvullende analyse gedaan naar het aantal slachtoffers op basis van recent gemodelleerde vogeldichtheden (Waggitt et al. 2020) en recent verworven data voor locatie-specifieke uitwijkpercentages van jan-van-gent (bijlage 5). Dit hoofdstuk is te beschouwen als een samenvatting van beide rapportages van Bureau Waardenburg. Voor meer informatie en achtergronden wordt verwezen naar deze rapporten.

In paragraaf 6.2 wordt beschreven welke alternatieven worden beschouwd in dit hoofdstuk. Paragraaf 6.3 geeft het kader voor de beoordeling weer. Paragraaf 6.4 geeft een beschrijving van de huidige situatie en autonome ontwikkeling, waarna in paragraaf 6.5 de effectbeschrijving aan bod komt. Vervolgens komen in respectievelijk paragraaf 6.6, 6.7 en 6.8 de conclusie, cumulatie en mitigerende maatregelen aan de orde. Paragraaf 6.9 en 6.10 sluiten af met leemten in kennis en grensoverschrijdende effecten.

De toetsing aan de Wet natuurbescherming (Wnb) gebeurt voor soorten in bijlage 8 en voor gebieden in bijlage 9 (Passende Beoordeling).

6.2 Te beschouwen alternatieven/bandbreedte

In kavel I van windenergiegebied IJmuiden Ver worden windturbines met een totale maximale capaciteit van 1 GW gebouwd. De vergunninghouder kan in een later stadium bepalen welke turbines gebouwd gaan worden en in welke configuratie, binnen de bandbreedte die is aangegeven in het kavelbesluit. Om tot een goede inschatting te komen van de effecten van mogelijke initiatieven binnen de kavel worden de effecten op vogels en vleermuizen bepaald voor een bandbreedte van verschillende lay-outs en turbintypes (zie Tabel 6.1). Deze specificaties garanderen een worst case benadering van effecten. Daarbij gaat het met name om het verschil in rotordiameter (minimum 236 en maximum 280 meter) en het verschil in aantal turbines (minimaal 50 en maximaal 67 turbines).

Tabel 6.1 Kenmerken van de te onderzoeken alternatieven voor vogels en vleermuizen

Alternatief	Turbine vermogen	Aantal turbines	Indicatief MW	Turbine tiplaagte (m)	Ashoogte (m)	Rotordiameter (m)
Worst-case	15	67	1.000	25	143	236
Best-case	20	50	1.000	25	165	280

Uitgangspunt is dat de turbines driebladig zijn, zoals de gangbare techniek momenteel is. Om ook het effect van twebladige turbines in beeld te brengen, wordt ook een paragraaf specifiek aan twebladige turbines besteed.

6.3 Beoordelingskader

De beoordeling van effecten van de verschillende alternatieven is erop gericht om op een gestructureerde manier inzicht te geven in de effecten van de installatie, het gebruik en het verwijderen van windparken volgens de voorgestelde configuratie (exclusief kabeltracés). De uitgangspunten voor het beoordelingskader zijn:

- goede aansluiting bij nationaal en internationaal natuurbeleid (zie ook paragraaf 2.1 en 2.2 van dit MER);
- goede aansluiting bij nationale en internationale wet- en regelgeving;
- eenduidige en herkenbare eenheden, waar mogelijk gekwantificeerd;
- heldere plaatsing van de effecten van het voorgenomen park in cumulatie met effecten van andere parken en ontwikkelingen.

Naast dat windparken effecten op vogels hebben in de gebruiksfase, kunnen ook tijdens de aanleg en verwijdering van turbines effecten optreden. In onderhavig hoofdstuk worden de effecten van twee windparkalternatieven in kavel I behandeld tijdens deze drie verschillende stadia. Er wordt onderscheid gemaakt in drie groepen vogels:

- niet-broedende lokale zeevogels;
- broedende (kolonie)vogels;
- vogels op seizoenstrek.

Ook wordt het effect beschouwd op vleermuizen tijdens de aanleg-, gebruiks- en verwijderingsfase. Voor het beoordelingskader vogels en vleermuizen zie Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Beoordelingskader vogels en vleermuizen

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
VOGELS	
<u>Aanleg windpark (constructiefase)</u>	
Verstoring aanleg fundering	Aantal verstoorde vogels
Verstoring door scheepvaart	Aantal verstoorde vogels
<u>Gebruik windpark (operationele fase)</u>	
Lokaal verblijvende niet-broedvogels	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines, onderhoud en habitatverandering door veranderd gebruik	Aantal verstoorde vogels
Broedende (kolonie)vogels	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen

Habitatverlies	Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers ⁵⁰
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud	Aantal verstoorde vogels
Vogels op seizoenstrek	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Aantal kilometers omvliegen
Habitatverlies	Aantal km ² van het foerageergebied
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud	Aantal verstoorde vogels
<u>Verwijdering windpark (verwijderingsfase)</u>	
Verstoring door verwijderen kabeltracé en fundering	Aantal verstoorde vogels
Verstoring door scheepvaart	Aantal verstoorde vogels
VLEERMUIZEN	
Aanvaringsrisico	Aantal vleermuisslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Aantal km ² van het foerageergebied
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud (tijdens zowel aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase)	Kwalitatief effect van aanwezigheid windturbines en onderhoud

Om de effecten van de verschillende alternatieven per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een +/- score beoordeeld. Hiervoor wordt de beoordelingsschaal uit Tabel 6.3 gehanteerd. Indien de effecten marginaal zijn, wordt dit in de voorkomende gevallen aangeduid met 0/+ (marginaal positief) of 0/- (marginaal negatief).

Tabel 6.3 Scoringstabel voor effecten

Score	Effect	Gevolgen
++	Sterk positief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een sterk merkbare positieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. In het kader van Wnb geen overtreding van verbodsbepalingen of negatieve effecten (mogelijk wel positieve) op doelen van beschermde gebieden
+	Positief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een merkbare positieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. In het kader van Wnb geen overtreding van verbodsbepalingen of negatieve effecten (mogelijk wel positieve) op doelen van beschermde gebieden.
0	Neutraal effect	Voorgenomen ingreep onderscheidt zich niet wezenlijk van de referentiesituatie. In het kader van Wnb geen overtreding van verbodsbepalingen of effecten op doelen van beschermde gebieden.
-	Negatief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een merkbare negatieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. In het kader van Wnb overtreding van verbodsbepalingen en effecten op doelen van beschermde gebieden zijn mogelijk.
--	Sterk negatief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. In het kader van Wnb overtreding van verbodsbepalingen en effecten op doelen van beschermde gebieden zijn waarschijnlijk.

6.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Om te beoordelen in welke mate een toekomstig windpark in het windenergiegebied IJmuiden Ver effect heeft op vogelwaarden, is het nodig om te weten welke soorten vogels er gedurende de verschillende seizoenen voorkomen, in welke dichtheden en hoe ze het gebied gebruiken. Voor een kwantitatieve inschatting van effecten is gebruik gemaakt van de meest recente beschikbare telgegevens van zeevogels en trekvogels op het Nederlandse deel van de Noordzee, inclusief windenergiegebied IJmuiden Ver, zoals die ook gebruikt zijn in het Kader Ecologie en Cumulatie (hierna: KEC) (Leopold et al. 2015, Rijkswaterstaat 2015, Van der Wal et al. 2015, Rijkswaterstaat 2016) en de recente actualisatie daarvan (Gyimesi et al. 2018b, Van der Wal et al. 2018, Rijkswaterstaat 2019, Potiek et al. 2022b).

Daarvoor zijn de volgende bronnen gebruikt:

- Gegevens die zijn verzameld in het kader van het MWTL-programma (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands), waarvoor de Nederlandse Noordzee vanaf 1991 jaarlijks meerdere keren wordt geteld (o.a. Arts, 2013, Fijn et al. 2018) en diverse Europese tellingen die zijn samengebracht in de European Seabirds At Sea (ESAS) database (Tasker et al, 1984, Reid & Camphuysen 1998, Leopold et al, 2012);
- Data van vogeltellingen uitgevoerd vanaf boorplatform K14 (Fijn et al. 2012, 2015a).

Zoals aangegeven zijn er voor de jan-van-gent nieuwe dichtheidskaarten gehanteerd op basis van Waggitt et al. (2020), zie ook bijlage 5).

In vergelijking met vogels is er weinig bekend over de populatiegroottes van vleermuizen. De schatting van de populatie van ruige dwergvleermuizen dat over de Noordzee migreert heeft een zeer grote bandbreedte (100-1.000.000; Limpens et al. 2017). Waar de vleermuizen die over de Noordzee trekken precies vandaan komen is niet bekend (Rijkswaterstaat 2015). Het European Topic Centre on Biological Diversity (2021) geeft een overzicht van schattingen en trends van vleermuispopulaties in landen van de Europese Unie (<http://bd.eionet.europa.eu/article17/reports2012/>). Gegevens van deze databank zijn gebruikt om populatiegroottes te bepalen. In het KEC (Rijkswaterstaat 2015, 2019) zijn alle beschikbare waarnemingen van vleermuizen boven het zuidelijke Noordzeegebied gepresenteerd en ook in voorliggend rapport verwerkt.

6.4.1 Lokaal verblijvende niet-broedvogels

Tabel 6.4 geeft de geïnterpoleerde dichtheden van vogels in Kavel I van IJmuiden Ver weer. Deze dichtheden zijn bepaald op basis van de MWTL-/ESAS/K14 -tellingen conform Rijkswaterstaat (2015) voor fuut, grauwe pijlstormvogel, noordse pijlstormvogel, stormvogeltje, vaal stormvogeltje, kuifaalscholver, grote zee-eend, kokmeeuw, stormmeeuw, dwergstern en kleine alk, en conform Potiek et al. (2022b) voor de andere soorten. Voor de jan-van-gent zijn recent gemodelleerde vogeldichtheden gehanteerd (Waggitt et al. 2020).

Tabel 6.4 Geïnterpoleerde dichtheden (aantallen per km²) van vogels in Kavel I van IJmuiden Ver. Voor de jan-van-gent wordt verwezen naar bijlage 5 van dit MER.

soort	feb	apr	jun	aug	okt	dec
aalscholver	0	0	0	0	0	0
alk	2,3	0	0	0	0,5	1,1
drieteenmeeuw	1,1	1	0,4	0,1	1,3	0,9

duikers	0	0	0	0	0	0
dwergmeeuw	0,1	1,3	0	0	0	0
dwergstern	0	0	0	0	0	0
eider	0	0	0	0	0	0
fuut	0	0	0	0	0	0
grauwe pijlstormvogel	0	0	0	0	0	0
grote jager	0	0	0	0,1	0	0
grote mantelmeeuw	0,3	0	0	0,1	0,2	0,3
grote stern	0	0,2	0	0	0	0
grote zee-eend	0	0	0	0	0	0
jan-van-gent	-	-	-	-	-	-
kleine alk	0	0	0	0	0	0
kleine jager	0	0	0	0	0	0
kleine mantelmeeuw	0,2	0,4	0,7	0,2	0,2	0
kokmeeuw	0	0	0	0,1	0	0
kuifaalscholver	0	0	0	0	0	0
noordse pijlstormvogel	0	0	0	0	0	0
noordse stormvogel	0,8	0,4	0,3	0,4	0,3	0,6
papegaaiduiker	0,1	0	0	0	0	0
stormmeeuw	0,1	0	0	0	0	0,1
stormvogeltje	0	0	0	0	0	0
vaal stormvogeltje	0	0	0	0	0	0
visdief/noordse stern	0	0,1	0	0,1	0	0
zeekoet	3,3	2,3	0,1	0,4	2,6	3,4
zilverbmeeuw	1,2	0,1	0	0	0,2	0,5
zwarte zee-eend	0	0	0	0	0	0

6.4.2 Broedende (kolonie) vogels

Binnen de begrenzing van het windenergiegebied IJmuiden Ver broeden geen vogels, echter diverse soorten die broeden aan de kust komen tijdens (dagelijkse) foerageervluchten op zee in het gebied tijdens het broedseizoen. Per soort wordt in Tabel 6.5 aangegeven of de soort in aanvaring kan komen met windturbines in de kavel qua afstand tot de broedplaats. Voor de onderbouwing wordt verwezen naar bijlage 4, waar de vraag wordt beantwoord of het relevant is voor de soort aanvaringslachtoffers te berekenen of dat de aanwezigheid van de koloniesoort te verwaarlozen is (in het kader van de Wet natuurbescherming). Het gaat hier om kolonievogels en niet om vogels tijdens seizoenstrek.

Tabel 6.5 Aanvaring vogels met windturbines in relatie tot broedplaats

Soort	Kan de soort uit beschermde kolonies in aanraking komen met turbines in kavel?	Relevant om aanvaringslachtoffers van de kolonievogels te bepalen in het kader van de Wet natuurbescherming?
jan-van-gent	Ja, de Natura 2000-kolonies Bempton Cliffs, Flamborough and Filey Coast kunnen kavel I in theorie bereiken. Echter, dit kan als zeer incidenteel worden beschouwd.	Nee
aalscholver	Nee, kavel I ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
noordse stormvogel	Nee, kavel I ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
drieteenmeeuw	Nee, kavel I ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
kokmeeuw	Nee, kavel I ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
stormmeeuw	Nee, kavel I ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
kleine mantelmeeuw	Ja, de Natura 2000-kolonies in de Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en de Nederlandse Waddenzee kunnen kavel I bereiken.	Ja
zilvermeeuw	Nee, kavel I ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
grote mantelmeeuw	Kavel I is te bereiken, maar de kolonies liggen niet in beschermd natuurgebied.	Nee
dwergstern	Nee, kavel I ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
noordse stern	Nee, kavel I ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
visdief	Nee, kavel I ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
grote stern	Nee, kavel I ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
zeekoet	Nee, kavel I ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
alk	Nee, kavel I ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee

In het kader van de soortbescherming van de Wet natuurbescherming worden ook aanvaringslachtoffers berekend, zie bijlage 8.

6.4.3 Vogels tijdens seizoenstrek

Soortenspectrum

Over de Noordzee trekken jaarlijks vele miljoenen vogels, waaronder typische zeevogels maar ook landvogels onderweg van broedgebieden naar overwinteringsgebieden en vice versa (o.a. Lensink & Van der Winden 1997, Exo et al 2002, LWT/SOVON 2002, Krijgsveld et al 2011, Hill et al 2014). Boven windenergiegebied IJmuiden Ver trekken jaarlijks tientallen miljoenen vogels waarin grofweg drie

hoofdgroepen trekvogels zijn te onderscheiden: zeevogels, kustvogels en landvogels. In Tabel 6.6 wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste soorten die in het windenergiegebied verwacht worden. Bovendien wordt vliegrichting en de vlieghoogte aangegeven.

Tabel 6.6 Overzicht van meest voorkomende soorten in drie trekgroepen boven windenergiegebied IJmuiden Ver.

soort	voorkomen*	vliegrichting**	vlieghoogte***
zeevogels			
noordse stormvogel	2	1	-^
jan-van-gent	2	1	+
grote jager	3	1	+/-
kleine jager	3	1	+/-
grote mantelmeeuw	3	1	+
kleine mantelmeeuw	3	1	+
dwergmeeuw	3	1/3	+/-
drieteenmeeuw	2	1	+
noordse stern	1	1	+
Grote stern	3	2	+
zeekoet	3	1	-^
alk	3	1	-^
kustvogels			
roodkeelduiker	2	2	+/-
parelduiker	1	2	+/-
aalscholver	1	2/3	+
fuut	1	2	-^
zwarte zee-eend	2	2	+/-
grote zee-eend	2	2	+/-
eider	1	2	+/-
kokmeeuw	1	2	+
zilvermeeuw	1	2	+
stormmeeuw	1	2	+
visdief	2	2	+
zwarte stern	1	2	+
Steltlopers (zoals rosse grutto, bonte strandloper, tureluur, zilverplevier)	1	2	-
<i>'land' vogels (zang- en watervogels)</i>			
kleine zwaan	1	3	+/-
rotgans	1	2/3	+/-
bergeend	1	2/3	+/-
kuifeend	1	2/3	+/-
topper	1	2/3	+/-
smient	1	2/3	+/-
kanoet	1	2/3	- / -^
rosse grutto	1	2/3	- / -^
tureluur	1	2/3	- / -^
bonte strandloper	1	2/3	- / -^

soort	voorkomen*	vliegrichting**	vlieghoogte***
zilverplevier	1	2/3	- / -^
kievit	1	2/3	- / -^
watersnip	1	3	- / -^
houtsnip	1	3	- / -^
koperwiek	1	2/3	-
merel	1	2/3	-
zanglijster	1	2/3	-
spreeuw	1	2/3	-
veldleeuwerik	1	2/3	-
graspieper	1	2/3	-
roodborst	1	2/3	-
vink	1	2/3	-

* 1 = in lage aantallen..., 2 = middelhoge aantallen..., 3 hoge aantallen t.o.v. totale trekstroom

** 1 = Noord >> Zuidwest v.v., 2 = Noordoost >> Zuidwest v.v., 3 = West >> Oost v.v.

*** - = kleine fractie van totale trek op rotorhoogte, +/- = gemiddelde fractie, + = grote fractie op rotorhoogte, '-^ = meest vlak boven zee onder rotorhoogte

Vliegintensiteit

Specifieke trekbanen of zogeheten 'migration corridors' met hogere trekdichtheden dan andere stukken zijn niet bekend uit het gebied. Naar verwachting vertonen alle zeevogels hier breedfront trek vanuit het Kanaal de Noordzee op en vice versa.

Landvogels kunnen naast deze noord-zuid trekrichting ook een oost-west trekrichting tussen de Britse Eilanden en het Europese continent. Voor landvogels is in Tabel 6.7 een schatting gegeven van de flux (aantal vogels dat passeert).

Tabel 6.7 Schatting van de flux van niet-zeevogels per strekkende km op rotorhoogte in windenergiegebied IJmuiden Ver, op basis van radarfluxen en procentuele soortgroepverdeling vastgesteld met behulp van visuele waarnemingen door Fijn et al. (2012) rond K14. Hiervoor is de meeste soortgroepen uitgegaan van fracties op rotorhoogte uit Wright et al. (2012). Voor zangvogels zijn twee alternatieven van IJmuiden Ver vermeld (alternatief 1 = 143 m ashoogte en 236 m rotordiameter; alternatief 2 = 165 m ashoogte en 280 m rotordiameter).

Soortgroep	Fractie van totale flux op K14	Aantalsschattingen op rotorhoogte per strekkende kilometer		
		K14	IJmuiden Ver alternatief 1	IJmuiden Ver alternatief 2
ganzen en zwanen	0,006	~1.000	cf. K14	cf. K14
eenden	0,001	~60	cf. K14	cf. K14
reigers	0	0	cf. K14	cf. K14
roofvogels en uilen	0,0005	~100	cf. K14	cf. K14
steltlopers	0,003	~300	cf. K14	cf. K14
zangvogels overdag	0,20		~19.000	~20.000
zangvogels nacht	1		~100.000	~108.000
zangvogels totaal			~118.000	~128.000

Voor het windenergiegebied IJmuiden Ver geldt dat het waarschijnlijk dermate ver op zee ligt dat het voorkomen van kustvogels verwaarloosbaar is, en dat voornamelijk zeevogels en breed-front trek van landvogels relevant zijn.

Vliegrichtingen

In het najaar vliegen trekvogels van het vaste land naar de Britse Eilanden in het westen, terwijl in het voorjaar de trekstroom de andere kant op gaat. Daarnaast vliegen grote aantallen trekvogels in het najaar naar het zuiden vanuit de noordelijke Noordzee en Scandinavië respectievelijk het Kanaal in of naar Zuid(west) Europa. In het voorjaar gaan deze de andere kant op. In bijlage 4 en Tabel 6.6 is voor de verschillende groepen trekvogels de vliegrichting onderscheiden.

Vlieghoogtes

Seizoenstrek van zeevogels gebeurt eigenlijk onder bijna alle omstandigheden, echter een gunstige wind ten opzichte van de trekrichting is van invloed op de trekintensiteit van de meeste soorten. Van de soorten in deze groep is bekend dat ze in grote aantallen op lage hoogten vliegen (onder de 100 m, maar meestal veel lager), en daarmee zijn bij windturbines met hogere tiplaagtes in het algemeen minder aanvaringsslachtoffers te verwachten dan bij lagere tiplaagtes. Echter, het is ook bekend dat duikers, meeuwen, jagers en sterns op trek op honderden meters hoogte kunnen vliegen en daarmee buiten het bereik van rotoren van windturbines op zee blijven. In bijlage 4 en Tabel 6.6 is voor de verschillende groepen trekvogels de vlieghoogte onderscheiden.

6.4.4 Vleermuizen

Lokale vleermuizen

De maximale foerageerafstand vanaf de kust van lokale vleermuizen als watervleermuis, rosse vleermuis en meervleermuis ligt onder de 10 kilometer en gezien de afstand van het windenergiegebied IJmuiden Ver tot de kust is uitgesloten dat er in het windenergiegebied foerageervluchten worden gemaakt. Aanvaringsslachtoffers van lokale vleermuizen worden daarom verder niet behandeld in dit MER.

Vleermuizen tijdens seizoenstrek

Lange-afstand migratie is voor rosse vleermuis en ruige dwergvleermuis goed gedocumenteerd. Deze soorten trekken in de herfst vanuit Scandinavië, de Baltische Staten en Rusland naar plaatsen in Europa met een zachter zeeklimaat (Rydell et al. 2014). Gedurende de trektijd worden lage aantallen ruige dwergvleermuizen vrijwel overal waargenomen, hetgeen duidt op breedfronttrek. De meeste vleermuissoorten volgen tijdens de seizoenstrek rivieren (Furmankiewicz & Kucharska 2009) en de kust (Petersons 2004, McGuire et al. 2012). Tijdens deze trek steken de dieren ook grote meren, de Oostzee en de Noordzee over. Zo is migratie tussen Engeland en de Baltische Staten zes keer en tussen Nederland en Engeland één keer bewezen voor de ruige dwergvleermuis (Bat Conservation Trust, 2017).

In het verleden zijn regelmatig vleermuizen aangetroffen op olieplatforms, windturbines en boten, soms tot ver buiten de kust (Boshamer & Bekker 2008, Ahlén et al. 2009, Petersen et al. 2014a). In de periode tussen 1988 en 2007 werden 34 vleermuizen geregistreerd op platforms op zee in de Noordzee, in 76% van de gevallen ruige dwergvleermuis, en deze kwamen ook op afstanden van 60 – 80 km uit de kust voor (Boshamer & Bekker 2008). Vleermuisactiviteit is diverse keren gemeten in windparken in de Noordzee (Lagerveld et al. 2021, 2022). In sommige windparken in de Noordzee, zoals PAWP, zijn binnen een maand meer dan 100 vleermuisgeluiden opgenomen (Jonge Poerink et al, 2013, Lagerveld et al. 2014, 2022). Het is zeer waarschijnlijk dat het bij deze opnames om migrerende vleermuizen gaat.

In de Nederlandse windparken OWEZ en PAWP zijn ruige dwergvleermuizen en rosse vleermuizen waargenomen (Jonge Poerink et al. 2013, Lagerveld et al. 2015). Deze parken liggen dicht bij de kust dan windenergiegebied IJmuiden Ver. De meest recente metingen van WMR geven aan dat 95% van de geregistreerde vleermuisactiviteit in de Noordzee bestaat uit ruige dwergvleermuizen en een paar procent uit rosse vleermuizen. Het resterende kleine deel bestaat uit tweekleurige vleermuizen, bosvleermuis, noordse vleermuis, laatvlieger en gewone dwergvleermuis.

Op basis hiervan kan de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat in het windenergiegebied IJmuiden Ver slachtoffers van de ruige dwergvleermuis en de rosse vleermuis vallen en daarom wordt hieronder een populatieschatting van deze soorten gegeven. Andere soorten zijn slechts incidenteel en in zeer kleine aantallen boven de Noordzee waargenomen. Aanvaringslachtoffers van deze soorten in windenergiegebied IJmuiden Ver zijn te beschouwen als incidenten (<1 slachtoffer per soort per jaar in het gehele windpark) en deze soorten worden daarom niet behandeld in dit MER.

Ruige dwergvleermuis

De herkomst van ruige dwergvleermuizen over de Noordzee is nog nooit systematisch bestudeerd. Door Limpens et al (2016) is een schatting gemaakt van het aantal ruige dwergvleermuizen dat jaarlijks over de zuidelijke Noordzee trekt. Ze kwamen uit op 40.000 dieren (100 – 1.000.000). Het Kennisdocument Ruige dwergvleermuis schat de aantallen in de trektijd, in het najaar, op 50.000 tot 100.000 dieren (BIJ12, 2017), maar het is onduidelijk waar deze schatting op gebaseerd is.

De meest waarschijnlijke herkomst van trekkende ruige dwergvleermuizen boven de Noordzee is te vinden in de Baltische Staten, Polen, Duitsland en mogelijk Scandinavië en Rusland. Op basis van deze kennis worden in Tabel 6.8 een populatieschattingen, zover bekend voor deze landen, weergegeven.

Tabel 6.8 Grootte van bronpopulaties van ruige dwergvleermuizen in omliggende landen (bron: European Topic Centre on Biological Diversity); N/A = niet bekend.

Herkomst	Populatieschatting
Nederland	3.500
Duitsland	121.000
Verenigd Koninkrijk	1.000
Polen	29.000
Estland	47.000
Letland	60.000
Denemarken	N/A
Rusland	N/A

Rosse vleermuis

Alle waarnemingen van rosse vleermuizen boven zee en langs de kust zijn gedaan tijdens de trekperiode, met een piek in eind augustus. Daarom lijkt het waarschijnlijk dat rosse vleermuizen die ver uit de kust waargenomen zijn, niet afkomstig zijn uit Engelse of Nederlandse populaties. De meest waarschijnlijke herkomst van trekkende rosse vleermuizen boven de Noordzee zijn de Baltische Staten, Wit-Rusland, Rusland, Polen, Duitsland en mogelijk Scandinavië. Op basis van deze kennis worden in Tabel 6.9 populatieschattingen en trends, voor zover bekend voor deze landen, weergegeven.

Tabel 6.9 Populatieschattingen en trends in mogelijke EU herkomstlanden van rosse vleermuizen in het windenergiegebied IJmuiden Ver (bron: European Topic Centre on Biological Diversity). N/A = niet bekend; + is toenemend; = is stabiel.

Herkomst	Populatieschatting	Trend
Duitsland	N/A	+
Polen	50.000	=
Estland	N/A	+
Letland	5.000 – 10.000	N/A
Litouwen	N/A	=
Denemarken	N/A	N/A
Finland	N/A	N/A
Zweden	55.000 – 95.000	=

6.5 Effectbeschrijving

In deze effectbeschrijving wordt eerst in z'n algemeenheid ingegaan op mogelijke effecten van windturbines op vogels en vleermuizen (6.5.1). Vervolgens worden de effecten op vogels tijdens de aanleg en verwijdering van windturbines in kavel I beschreven (6.5.2). In paragraaf 0 wordt ingegaan op de berekening van het aantal aanvaringslachtoffers in de gebruiksfase, waarna de effecten in de gebruiksfase voor lokaal verblijvende soorten (6.5.4), kolonievogels (6.5.5) en vogels tijdens seizoenstrek (6.5.6) worden beschreven. De effecten op vleermuizen komen in paragraaf 6.5.7 aan bod en in 6.5.8 wordt ingegaan op effecten van tweebladige in plaats van driebladige turbines.

6.5.1 Algemeen

Hoofdstuk 3 in bijlage 4 beschrijft de beschikbare kennis omtrent de effecten van windparken op zee op vogels en vleermuizen. Voor meer informatie wordt naar die bijlage verwezen.

Vogels

In het algemeen kunnen er vier hoofdeffecten van windturbines op zee op vogels worden onderscheiden:

- Aanvaringen
 - effecten op passerende (lees: vliegende) vogels, kortweg aanvaringsrisico's genoemd. Vogels kunnen met de rotor of de mast van de windturbine in aanraking komen en gewond raken of sterven. Dit gevaar is 's nachts het grootst, met name in donkere of mistige nachten. Ook kunnen vogels in het zog achter de windturbine gedesoriënteerd of uit balans raken en daardoor in aanvaring komen met objecten.
- Barrièrewerking
 - vogels verleggen hun vliegpaden om aanvaringsrisico's te vermijden. Indien hierdoor stukken gebied niet meer gebruikt kunnen worden, vormen de windturbines een barrière op een vliegroute of trekbaan met verhoogde energetische uitgaven tot gevolg.
- Habitatverlies
 - effecten op het gebruik van gebieden als foerageer- of rustplaats, kortweg ook wel "verstoring" genoemd. Vogels verlaten als gevolg van de aanwezigheid van een (draaiende) windturbine een bepaald gebied rond de windturbine dan wel het windpark. De verstoringafstand verschilt per soort. Dit leidt er toe dat een bepaald oppervlak voor gebruik door vogels verloren gaat.
- Indirecte effecten

- De constructie en exploitatie van een windpark op zee veroorzaken daarnaast diverse veranderingen van de lokale habitat. Dit heeft gevolgen voor de daar levende vogels. Empirische gegevens zijn (nog) niet beschikbaar, maar op basis van resultaten uit diverse onderzoeklijnen aan verschillende diergroepen zijn enkele effecten te verwachten.

Alle bovengenoemde effecten doen zich voor tijdens de diverse fasen van een windpark in het windenergiegebied IJmuiden Ver:

- Aanlegfase - aanleg van funderingen, plaatsen turbines, aanleg kabels en hieraan gerelateerde scheepvaartbewegingen;
- Operationele fase - aanwezigheid masten, draaien van windturbines en onderhoud en hieraan gerelateerde scheepvaartbewegingen;
- Verwijderingsfase - verwijdering van funderingen, kabels en hieraan gerelateerde scheepvaartbewegingen.

Eén van de eerste monitoringsprogramma's naar de effecten van windturbines op zee op vogels werd vanaf ongeveer 2000 uitgevoerd in Denemarken naar aanleiding van de bouw van de parken Horns Rev I en Nysted. In de loop der jaren volgden onderzoeksprogramma's in Nederland, Duitsland, België, Zweden en de UK.

Om tot een effectbeschrijving te komen voor een windpark in windenergiegebied IJmuiden zijn de resultaten van bovengenoemd onderzoek gebruikt in deze paragraaf. Aanvullend is soms ook gebruik gemaakt van onderzoek aan windturbines op land of in kustwateren om kennislacunes op zee te kunnen vullen. Een samenvatting van de belangrijkste resultaten wordt gegeven in Tabel 6.10. Doordat elke windparklocatie anders is in de aanwezigheid en het gebruik van het gebied door vogels, zijn de onderstaande resultaten niet rechtstreeks te vertalen naar de situatie in windenergiegebied IJmuiden Ver. Echter de uitkomsten vormen de best beschikbare indicatie van de mogelijke effecten van een windpark op de verschillende soort(groep)en. Dit geldt met name voor de resultaten verkregen in de parken net over de grens in België gezien hun nabije ligging en vergelijkbare avifauna.

Tabel 6.10 Samenvattende tabel van de belangrijkste resultaten van enkele grote onderzoeksprogramma's naar gedrag van vogels met betrekking tot windturbines op zee.

Land	Soort(en)	Resultaten
ZWE	zeevogels, met name zee-eenden	Uitwijkgedrag van eiders en een enkele waargenomen aanvaring. Geen verstoring van ijseenden.
DEN	zeevogels, met name zee-eenden	Uitwijking van zee-eenden en vliegbewegingen van meeuwen. Habitatverlies van duikers, zee-eenden, alkachtigen en sterns. Aantrekking van sterns aan de randen van parken. Gewenning van zee-eenden na enkele gebruiksjaren.
NLD	zeevogels en landvogels	Uitwijkgedrag door jan-van-gent, duikers, sterns, alkachtigen en zwarte zee-eend, ganzen, zwanen en eenden. Geen uitwijking door aalscholver, meeuwen, zangvogels en steltlopers. Habitatverlies van duikers, fuut, jan-van-genten, zwarte zee-eend, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, grote stern, stormmeeuw, drieteenmeeuw, visdief/noordse stern, alkachtigen.
BEL	Zeevogels	Habitatverlies van jan-van-gent, zeekoet, alk. Aantrekking van zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw, sterns, dwergmeeuwen drieteenmeeuw.
VK	Zeevogels	Habitatverlies van duikers, jan-van-gent, aalscholvers, zwarte zee-eend, noordse stormvogel, zilvermeeuw, grote stern en alkachtigen. Aantrekking van aalscholvers, grote meeuwen, duikers. Uitwijking bij kleine rietganzen. Zeer gedetailleerde verzameling van gegevens over foerageerranges in relatie tot offshore windparken. Gevoeligheidsanalyse van verschillende soorten.
DUI	zeevogels en landvogels	Habitatverlies van duikers, jan-van-gent, kleine mantelmeeuw, drieteenmeeuw en zeekoet. Uitwijkgedrag door dwergmeeuwen, geen uitwijking bij andere soorten meeuwen. Vliegbewegingen vastgesteld van zangvogels op rotorhoogte.

De effecten op vogels zijn weergegeven in Tabel 6.11 (zie hoofdstuk 3 van bijlage 4 voor een nadere toelichting. Hierbij zijn de effecten dermate algemeen dat hier nog geen onderscheid gemaakt is in lokaal verblijvende niet-broedvogels, broedende (kolonie) vogels en vogels op seizoenstrek.

Tabel 6.11 Algemene effecten van windturbines op vogels.

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
Aanvaringen	Constructie-fase	Met name in het donker komen aanvaringen van vogels met sedentaire objecten zoals turbines en stilliggende schepen voor. Het gaat hierbij om incidenten en totale aantallen slachtoffers zijn klein en worden derhalve niet verder onderzocht; De permanente aanwezigheid van schepen en dus verlichting trekt vogels aan, waardoor deze gedesoriënteerd raken. Er zijn studies waarin geconcludeerd wordt dat effecten van aantrekking door licht op populatieniveau verwaarloosbaar zijn, echter anderen wijzen op overschrijdingen ver boven de 1% norm van de natuurlijke sterfte, die in de regel wordt aangehouden als kritische waarde (Bruynzeel et al. 2009). De studie van Bruynzeel et al. (2009) was echter gebaseerd op offshore platforms waar de felle verlichting vanwege veiligheidseisen langdurig gebruikt wordt. In het geval van scheepsverlichting is er sprake van tijdelijke effecten en bij een enkel windpark zullen de effecten op populatieniveau naar verwachting verwaarloosbaar zijn. Gerichte studies naar de aantrekkende werking van scheepsverlichting bij offshore windparken zijn echter niet voorhanden, maar omdat de bouw van windparken niet allemaal tegelijk plaatsvindt, zullen de effecten elke keer afzonderlijk van elkaar optreden en cumulatie van de effecten is niet aan de orde.
	Operationele fase	Vogels kunnen in aanvaring komen met draaiende windturbines. Kwantitatieve empirische gegevens over aanvaringen van vogels met windturbines op zee zijn nog niet beschikbaar door de hoge kosten en twijfelachtige kwaliteit van de bestaande meetapparatuur (b.v. Collier et al. 2011, 2012). Diverse testprojecten zijn uitgevoerd in Nederland, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk, maar bruikbare resultaten zijn nog niet gepubliceerd (Dirksen, 2017). De huidige stand van kennis is dat voor het berekenen van aantallen aanvaringsslachtoffers gebruik wordt gemaakt van het Band Model 2012 (Band 2012) waarbij vlieghoogtes worden bepaald met behulp van Johnston et al. (2014) en met behulp van GPS-gegevens indien bekend. In het algemeen blijkt uit deze modellen dat bij windturbines met hogere tiplaagtes minder aanvaringsslachtoffers te verwachten zijn dan bij lagere tiplaagtes.
	Verwijderings-fase	Dezelfde effecten als bij de constructie zijn te verwachten (aanvaringen met (verlichte) schepen).
Barrière-werking	Constructie-fase	Over barrièrewerking tijdens de aanlegfase is momenteel niets bekend en er zijn ook geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat eventuele verstoring van vliegpaden in de loop van de tijd toeneemt door het toenemende aantal gebouwde turbines.
	Operationele fase	Zowel uit onderzoek op land als op zee blijkt dat veel soorten vogels uitwijken bij nadering van een windpark om zo langs het park of individuele turbines te vliegen (b.v. Petersen et al. 2006, Krijgsveld et al. 2011, Masden et al. 2012, Krijgsveld 2014, Bowgen & Cook 2018, Skov et al. 2018). Zie verder ook bijlage 4. In sommige studies werd aangetoond dat de tussenruimte tussen turbines van invloed was op de barrière-ervaring van soorten (Larsen & Guillaumette 2007, Krijgsveld et al. 2011) en ook dat bij een grotere tussenruimte het optreden van barrièrewerking minder kan zijn (Masden et al. 2012). Echter het onderzoek naar de gevolgen van barrièrewerking staat nog in de kinderschoenen. De omvang van het windpark bepaalt daarnaast natuurlijk ook de mate van barrièrewerking. De gevolgen van uitwijkgedrag kunnen leiden tot hogere energetische uitgaven voor individuele vogels. Voor lokale (broed)vogels bleek dat deze gevolgen het grootst zijn voor sterns door hun manier van vliegen en voedsel zoeken (Everaert & Stienen 2007) maar over het algemeen wordt aangenomen dat de energetische gevolgen van barrièrewerking relatief laag zijn (Masden 2010). In een modelstudie werd aangetoond dat in potentie barrièrewerking onder trekvogels kan optreden, maar dat de afstand van omvliegen minimaal is in verhouding tot de totale trekroute (Masden et al. 2009). Echter, onbekend is wat de gevolgen van omvliegen zullen zijn in cumulatie met andere windparken. Informatie over uitwijking is wel van groot belang voor het berekenen van aantallen aanvaringsslachtoffers. Meer informatie hierover is te vinden in paragraaf 3.1.2 van bijlage 4.

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
	Verwijderings-fase	Over barrièrewerking tijdens de verwijderingsfase is momenteel niets bekend en er zijn ook geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat eventuele uitwijking van vliegpaden als gevolg van barrièrewerking tijdens de verwijderingsfase afneemt door het afnemende aantal nog te verwijderen turbines.
Habitat-verlies	Constructie-fase	<p>Over de exacte effecten op overleving en/of reproductie als gevolg van verstoring tijdens uitsluitend de aanlegfase van een windpark op zee zijn momenteel geen aparte publicaties van onderzoeken met kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat de verstoring groter is dan tijdens de operationele fase door het effect van toegenomen scheepsverkeer in het gebied dat een versturende werking heeft op vele soorten vogels (b.v. Rodgers & Schwickert 2002, Schwemmer et al. 2011). Het versturende effect van boten voor de constructie van het windpark voor zeevogels is echter wel tijdelijk en de duur van verstoring is soortspecifiek. Duikers en zee-eenden bijvoorbeeld blijven lang weg van hun originele locatie nadat boten weer vertrokken zijn, meeuwen landen zeer snel weer op hun oorspronkelijke plek (Dierschke et al. 2016, Mendel et al. 2019, Schwemmer et al. 2011). Onderzoek naar verstoring tijdens de bouw van OWEZ heeft geen aanwijzingen opgeleverd voor significante verstoring (door heigeluid) van lokale zeevogels (Leopold & Camphuysen 2007).</p> <p>Onderzoek naar habitatverlies tijdens de bouw van Robin Rigg in het Verenigd Koninkrijk gaf aanwijzingen van verminderde dichtheden van zwarte zee-eend, duikers, zeekoeten, noordse pijlstormvogels, zilvermeeuwen en alken, terwijl aalscholvers en grote mantelmeeuwen toenamen (Walls et al. 2013).</p>
	Operationele fase	<p>Geluid: Tijdens de exploitatiefase veroorzaakt de turbine geluid onderwater. Voornamelijk duikende vogels zullen onderwatergeluid kunnen horen. Uit onderzoek naar onderwatergeluid in Nederlandse windparken bleek dat de geluidsniveaus onder water laag zijn tijdens de exploitatiefase in vergelijking met het al aanwezige achtergrondgeluid (Haan et al. 2007, Jansen & de Jong 2014). De specifieke gevoeligheid van de verschillende soorten zeevogels voor onderwatergeluid zijn niet bekend. Indien onderwatergeluid de oorzaak zou zijn van verstoring van vogels, dan zullen tijdens de constructie vogels tot op een grotere afstand verstoord worden dan tijdens de exploitatiefase. Dit effect werd echter in OWEZ niet gevonden (Leopold & Camphuysen 2007). De afstand tot de turbines en de actuele windsnelheden zijn de belangrijkste factoren voor het onderwatergeluid veroorzaakt door windturbines. De vogels die het sterkste vermijdingsgedrag vertonen zijn meestal soorten die zich relatief veel zwemmend over zee bewegen (in tegenstelling tot vliegend, zoals in het geval van meeuwen) en die onderwater duikend naar voedsel zoeken. Of deze verstoring het gevolg is van onderwatergeluid of veroorzaakt wordt door andere factoren is onbekend.</p> <p>Aanwezigheid turbines: De meeste Noordzee-zeevogels waarvoor gegevens beschikbaar zijn, mijden in meer of mindere mate een windpark op zee. Er zijn indicaties dat de configuratie van een windpark (turbinegrootte en onderlinge afstand) van invloed kan zijn op de mate van habitatverlies van zeevogels (Krijgsveld 2014). Er zijn in verschillende landen onderzoeken beschikbaar over de effecten van windturbines op de aanwezigheid van vogels. Zo zijn in recent empirisch onderzoek in twee windparken op zee in het Belgische deel van de Noordzee, nabij het windenergiegebied Borssele, enkele statistisch significante effecten gevonden van windturbines op de aantallen vogels. Zo meden jan-van-gent, zeekoet, en alk één van de parken, terwijl zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw in hogere dichtheden werden aangetroffen (Vanermen et al. 2014). Echter in veel gevallen was de steekproefgrootte (dekking en hoeveelheid surveys) de limiterende factor voor het aantonen van significante relaties. Wel werden enkele aanvullende trends duidelijk. Zo werd aantrekking geconstateerd voor verschillende soorten sterns, dwergmeeuw en drieteenmeeuw (Vanermen et al. 2013).</p> <p>Aanwezigheid van boten, mensen en materieel: Habitatverlies kan potentieel optreden zo gauw er menselijke activiteit in het gebied plaatsvindt dus vanaf de eerste bouwactiviteiten en vervolgens tijdens onderhoud. Onderzoek in Denemarken heeft echter laten zien dat zee-eenden het windpark wel binnegaan enkele jaren na de bouw (Petersen & Fox 2007). Of er ook verder op zee, bij andere soorten zeevogels gewenning zal optreden is onduidelijk, evenals om welke stimulus het gaat bij de verstoring door een windpark op zee.</p>

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		<p>Aantrekking in plaats van habitatverlies: Onderzoek aan windparken op zee heeft aangetoond dat voor verschillende vogelsoorten geldt dat er hogere dichtheden in of nabij gebieden met windparken aanwezig kunnen zijn (zoals Petersen et al. 2006).</p> <p>Aanname voor gevolgen van habitatverlies: Het is momenteel onbekend hoe vermindering kwantitatief doorwerkt op de fitness van individuele exemplaren en de daaruit voortvloeiende populatie-effecten. In het Kader Ecologie en Cumulatie 3.0 (Rijkswaterstaat, 2019) wordt op basis van de bevindingen van Bradbury et al (2014) de aanname gedaan dat er 10% sterfte optreedt als gevolg van vermindering.</p>
	Verwijderings-fase	De effecten van verstoring gedurende de verwijderingsfase zullen min of meer van een vergelijkbare orde zijn zoals beschreven onder 'aanlegfase'. Wel is het zo dat er bij de verwijdering niet geheid zal worden waardoor de piek-geluidsbelasting veel minder zal zijn.
Indirecte effecten	Constructie-fase	Tijdens de constructiefase zijn mogelijke indirecte effecten op vogels te verwachten via de effecten van heien op lokale vispopulaties waarvan vogels mogelijk afhankelijk zijn voor hun voedselvoorziening. Dit type effecten komt vaak pas op langere termijn tot uiting als de constructiefase al is afgelopen.
	Operationele fase	<p>Momenteel is in het gebied van windparken op zee visserij maar beperkt mogelijk. Hierdoor neemt potentieel de visbeschikbaarheid in het gebied toe, temeer omdat de introductie van hard substraat en structuren mogelijk een positief effect heeft op het voorkomen en de diversiteit van benthos en vis in het gebied (Lindeboom et al. 2011, Bouma & Lengkeek 2009, 2011). Dit zou kunnen leiden tot aantrekking van vogels, als bijvoorbeeld vissen zich gaan ophouden rond de funderingspalen (conform de bevindingen van Winter et al. (2010) en Van Hal et al. 2012)), waardoor plaatselijk goede foerageermogelijkheden voor viseters ontstaan. Dit kan een toename van het aantal vliegbewegingen in het park veroorzaken waardoor aantallen aanvaringen mogelijk toe kunnen nemen.</p> <p>Indien de visserij uit het windpark geweerd wordt, zoals gebruikelijk is in Nederlandse windparken op zee, zal ter plaatse geen bijvangst overboord gezet worden waardoor minder aaseters in het gebied zullen voorkomen. Echter in de onmiddellijke of ruimere omgeving zal per saldo juist meer gevestigd worden omdat de visserij intensiteit in het gebied niet zal afnemen. Het lokaal sluiten van de visserij is in feite slechts een verplaatsing van de visserij naar elders.</p> <p>De onbegrensde tipsnelheid van rotors kan in de operationele fase hogere geluidsniveaus met zich meebrengen. Mogelijk speelt het geluid van windturbines een rol in het vermijdingsgedrag van vogels, vooral 's nachts en in omstandigheden van slecht zicht. Het zou in offshore gebieden met weinig achtergrondgeluid nog versterkt kunnen worden. Echter, dergelijke effecten zijn nog nooit aangetoond en kunnen slechts met een gericht onderzoek naar het effect van verschillende operationele geluidsniveaus aangetoond worden.</p> <p>Andere mogelijke indirecte effecten van windturbines op zee op vogels kunnen veroorzaakt worden door veranderingen in stromingen en uitgestoten trillingen door turbines onderwater die de verspreiding van vis kunnen beïnvloeden. Echter dit is speculatief en kwantitatief onderzoek hiernaar ontbreekt.</p>
	Verwijderings-fase	Tijdens de verwijderingsfase zelf zijn geen aparte indirecte effecten op vogels te verwachten. Doordat waarschijnlijk de harde substraten onderwater blijven bestaan zullen dezelfde effecten te verwachten zijn als tijdens de operationele fase. Echter wereldwijd is nog nooit een windturbine op zee verwijderd, en is dus ook geen praktijkervaring met de uitvoer en effecten van deze ingreep. Het opheffen van het visserijverbod zal het positief effect van de harde substraten op het visbestand (en dus op vogels) beperken.

Vleermuizen

In theorie kunnen vleermuizen vier typen van effecten van windturbines ondervinden. Deze zijn:

- Effecten van aanvaringen tijdens de exploitatie.
- Effecten vanwege verlichting.
- Effecten van barrièrewerking tijdens de exploitatie.

- Effect van habitatverlies vanwege verstoring door geluid / effect van habitatverlies vanwege vermijding door aanwezigheid van turbines en aanwezigheid van boten etc.

Het voornaamste negatieve effect van windturbines op vleermuizen is (additionele) sterfte. Dit wordt veroorzaakt door aanvaringen met windturbines of door plotselinge luchtdrukveranderingen vlakbij turbines (Bearwald et al. 2008). In tegenstelling tot vogels wordt bij vleermuizen vaak over aantrekking door windturbines gesproken in plaats van vermijding (Cryan et al. 2014). De reden voor deze aantrekking is nog niet met zekerheid vastgesteld, maar de meest waarschijnlijke verklaring is dat vleermuizen op insecten foerageren die tijdens de trekperiode in de late zomer – vroege herfst rond windturbines in verhoogde dichtheden voorkomen (Rydell et al. 2010b). Vanwege dit aantrekkings-effect speelt bij vleermuizen habitatverlies of barrièrewerking geen rol en worden deze aspecten niet in detail behandeld. Omdat locaties op zee geen deel uitmaken van het lokale leefgebied van vleermuizen, komt het aspect van habitatverlies ook niet naar voren.

De effecten op vleermuizen zijn weergegeven in Tabel 6.12 (zie hoofdstuk 3 van bijlage 4 voor een nadere toelichting. Net als bij vogels wordt er onderscheid gemaakt tussen de constructiefase, operationele fase en verwijderingsfase.

Tabel 6.12 Algemene effecten van windturbines op vleermuizen.

Fase van het windpark	Effecten
Constructiefase	Habitatverlies door de constructie van windparken is niet bekend bij vleermuizen. In theorie zou verlichting op constructieschepen insecten aan kunnen trekken en vervolgens ook vleermuizen, maar deze mogelijkheid is nog niet onderzocht. Dit zal echter niet tot sterfte leiden, omdat aanvaringen van vleermuizen slechts met bewegende objecten (zoals rotorbladen) optreden en niet met stationaire objecten, zoals constructieschepen of torens. In tegendeel, foerageren op een verhoogde concentratie van insecten tijdens de trek en de mogelijkheid om te rusten, kan de conditie en dus de overlevingskansen van vleermuizen verhogen. Dit indirecte effect van windparkontwikkelingen in de constructiefase kan daarom als mogelijk positief effect beschouwd worden.
Operationele fase	<p>Het voornaamste negatieve effect van windparken op vleermuizen is een verhoogde mortaliteit door aanvaring tijdens de operationele fase. Dit wordt veroorzaakt door aanvaringen met windturbines of door plotselinge luchtdrukveranderingen vlakbij turbines (Bearwald et al. 2008; Rydell et al. 2010a). Habitatverlies en barrièreverlies lijken geen rol te spelen (Cryan et al, 2014). Vleermuisactiviteit lijkt niet lager te liggen in windparken dan daarbuiten (Jain et al. 2011), wat suggereert dat de aanwezigheid van windturbines niet tot verstoring of habitatverlies leidt. Er wordt juist verondersteld dat vleermuizen, waaronder ook de ruige dwergvleermuis, aangetrokken worden door windturbines in plaats van verstoord (Cryan & Barclay 2009). Een recent overzicht van beschikbare literatuur geeft een divers beeld van de effecten van licht (veiligheidsverlichting voor het vliegverkeer) op vleermuizen (Stone et al. 2015). Zowel aantrekking als verstoring wordt gemeld. Er is geen eenduidige voorspelling van wat de effecten van de voorgenomen turbine verlichting (knipperend rood toplicht) zal zijn op vleermuizen. Het is echter onwaarschijnlijk dat dit licht een groot aantrekkend effect zal hebben op insecten, en daarmee op vleermuizen. In offshore gebieden zoals windenergiegebied IJmuiden Ver zijn geen lokaal foeragerende vleermuizen verwacht, wel vleermuizen op trek.</p> <p>Omdat zelfs trekkende vleermuizen op gondelhoogte op insecten lijken te foerageren die tijdens de trekperiode rond windturbines in verhoogde concentraties voorkomen, kan het aanvaringsrisico van vleermuizen in bepaalde situaties hoog zijn. De meeste slachtoffers vallen dan ook in de trekperiode in de late zomer – vroege herfst.</p> <p>Kennis over het voorkomen en gedrag van vleermuizen op zee en de daarvan afgeleide kennis over effecten van windparken op zee is zeer beperkt (Lagerveld et al. 2020), maar zal deels vergelijkbaar zijn met effecten op land. Bijvoorbeeld een deel van de trekbewegingen zal waarschijnlijk op rotorhoogte van windturbines plaatsvinden (Brabant et al. 2020), waardoor vleermuissterfte mogelijk is door een aanvaring met de rotorbladen of door barotrauma. Gemeten gegevens over aanvaringen op zee zijn echter niet voorhanden (Lagerveld et al. 2020). Op basis van sterfte bij windturbines gemeten op land en expert judgement, is in het kader van het KEC 1.0 het aantal aanvaringslachtoffers geschat op 1 vleermuis per offshore windturbine voor de zuidelijke Noordzee (Rijkswaterstaat 2015).</p>

Fase van het windpark	Effecten
Verwijderingsfase	Vergelijkbaar met de aanlegfase, treedt ook tijdens de verwijderingsfase geen sterfte op. Zonder windturbines is er geen risico op aanvaringen en de verlichte schepen in het gebied leiden niet tot verstoring of habitatverlies. Foerageren op een verhoogde concentratie van insecten aangetrokken door de scheepsverlichting kan mogelijk ook hier als een indirect positief effect beschouwd worden. Na afloop van de verwijderingsfase komen deze mogelijke positieve effecten te vervallen. Verder gaat een mogelijk foerageerhabitat en tijdelijke rustplaats voor vleermuizen op trek verloren na het verwijderen van offshore windturbines en platforms.

6.5.2 Effecten op vogels tijdens aanleg en verwijdering

In deze paragraaf worden effecten op de te onderscheiden soortgroepen (lokaal verblijvende niet-broedvogels, broedende (kolonie) vogels en vogels op seizoenstrek) apart beschreven als dit onderscheidend is.

Aanleg funderingen

De omvang van de verstoring door de aanleg van funderingen varieert in de tijd met name door de variatie in het voorkomen van kwetsbare soorten. Bij een realistische planning in de tijd (dus niet gelijktijdige aanleg van meerdere kavels in de Nederlandse Noordzee) zullen de effecten van aanleg van het windpark vanwege de tijdelijkheid van de werkzaamheden en het beperkte aantal vogels als marginaal negatief beoordeeld worden (effectbeoordeling: 0/-). Het alternatief met de meeste turbines zorgt voor een groter negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie dan het alternatief met het kleinste aantal turbines. Overigens zijn effecten van hei-geluid nooit aangetoond voor de geluidgevoelige vogels, maar is het waarschijnlijker dat verstoring door de bijbehorende boten e.d. optreedt. De alternatieven zijn echter niet onderscheidend beoordeeld, omdat de omvang van de negatieve effecten niet dermate groot is dat dit gevolgen heeft voor de kans op het optreden van verbodsbepalingen of mogelijke effecten op doelen van beschermde gebieden.

Verwijdering funderingen

De funderingen moeten na de exploitatiefase volledig worden verwijderd. Dit zal gebeuren door middel van een combinatie van trillen en trekken. Dit zal gepaard gaan met geluid/trillingen boven en onder water. De geluidbelasting is echter aanmerkelijk lager dan bij de aanleg. Het effect wordt als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Een alternatief is het afsnijden (3 tot 6 meter onder de zeebodem) en afvoeren van de funderingen. Dit geeft een geringer effect dan het volledig verwijderen van de fundering. Uitgaande van de juridische vereiste dat de funderingen in zijn geheel verwijderd moeten worden, blijft de effectbeoordeling ongewijzigd (0/-).

Toegenomen scheepvaart

Ook zal er sprake zijn van geluid/trillingen door scheepvaartbewegingen, tijdens zowel aanleg als verwijdering van het windpark. Het effect wordt als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-), zie Tabel 6.13.

Tabel 6.13 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de aanleg en verwijdering van de twee windpark alternatieven in windenergiegebied IJmuiden Ver op vogels.

Effecten windpark	Alternatief 1 67 * 15 MW ø 236 m	Alternatief 2 50 * 20 MW ø 280 m
Aanlegfase		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-

Verwijderingsfase		
- verwijdering funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-

6.5.3 Effecten tijdens gebruiksfase: vogelslachtoffers door aanvaringen

In het natuuronderzoek is het stochastische Collision Risk Model (gebaseerd op het Band Model (Band et al, 2007 & 2012)) gebruikt om de te verwachten aantallen aanvaringslachtoffers te berekenen (los van de indeling in lokaal verblijvende niet-broedvogels, broedende (kolonie) vogels en vogels tijdens seizoenstrek). In bijlage 4 is de theorie achter dit model nader toegelicht en zijn de verschillende rekenstappen verder behandeld.

Aantallen aanvaringslachtoffers onder zeevogels zijn berekend op basis van de geïnterpoleerde vogeldichtheden in kavel I van het windenergiegebied IJmuiden Ver op basis van ESAS-scheepstellingen en MWTL-vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaat 2015, Potiek et al. 2022b) en voor landvogels uit radaronderzoek (Fijn et al. 2012). Soorten die niet of in lage dichtheden in het plangebied voorkomen, zijn niet gepresenteerd. In Tabel 6.14 staan de verwachte maximaal aantal vogelslachtoffers voor kavel I weergegeven.

Tabel 6.14 Maximaal aantal aanvaringslachtoffers dat jaarlijks verwacht wordt voor twee alternatieven van een windpark in kavel I in windenergiegebied IJmuiden Ver. Alleen soorten met ≥ 1 slachtoffers zijn genoemd.

Soort	Alternatief 1 67 * 15 MW ø 236 m	Alternatief 2 50 * 20 MW ø 280 m
Zeevogels		
jan-van-gent*	7	5
kleine mantelmeeuw	5	5
zilverbmeeuw	9	7
grote mantelmeeuw	17	14
dwergmeeuw	3	2
drieteenmeeuw	9	7
Landvogels		
ganzen en zwanen	18	17
eenden	1	1
roofvogels en uilen	1	1
steltlopers	4	3
zangvogels	1.162	1.123
Totaal	1.236	1.185

* resultaten voor de jan-van-gent zijn gebaseerd op bijlage 5 (aanvullende analyse jan-van-gent).

6.5.4 Effecten tijdens gebruiksfase: lokaal verblijvende niet-broedvogels

Aanvaringslachtoffers

In kavel I van windenergiegebied IJmuiden Ver kunnen bij alternatief 1 jaarlijks in totaal 50 zeevogels slachtoffer door aanvaringen worden en bij alternatief 2 in totaal 40 zeevogels (Tabel 6.14). De meeste jaarlijkse aanvaringslachtoffers vallen onder de grote mantelmeeuw, namelijk 17 voor alternatief 1 en 14 voor alternatief 2. Bij de overige zeevogels zullen minder dan 10 slachtoffers per jaar vallen bij beide

alternatieven. Bij andere soorten zullen geen jaarlijkse slachtoffers vallen, waardoor deze soorten niet zijn weergegeven in Tabel 6.14.

Het effect van beide alternatieven is als negatief beoordeeld (-), hoewel de effecten van Alternatief 2 (met de minste turbines) wel kleiner zijn dan van Alternatief 1.

Voor bovengenoemde lokaal verblijvende niet-broedvogels zijn instandhoudingdoelstellingen geformuleerd voor één of meerdere Natura 2000-gebieden. Al deze vogelsoorten kunnen buiten het broedseizoen een nomadische levenswijze over de Noordzee leiden. Het is momenteel onbekend of, en zo ja hoe lang, ze binding met specifieke gebieden op zee hebben. Om die reden kan niet bepaald worden of slachtoffers die vallen buiten het broedseizoen in windenergiegebied IJmuiden Ver tot populaties uit Natura 2000-gebieden behoren. Op basis daarvan kunnen significant negatieve effecten op niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden niet op voorhand worden uitgesloten. In de Passende Beoordeling (bijlage 9) wordt hier daarom explicieter, per gebied en met de bijhorende instandhoudingsdoelstellingen, verder op ingegaan.

Het doden van vogels als gevolg van de exploitatie van een windpark (aanvaringen) kan door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 3.1 van de Wet natuurbescherming die is opgenomen in de wet Wind op Zee. In de bijlage 'Soortenbescherming Wet natuurbescherming' (bijlage 8 van dit MER) wordt hier verder op ingegaan.

Barrièrewerking

Lokale niet-broedende zeevogels zullen geen barrièrewerking ondervinden, omdat er voor deze soorten in het windenergiegebied IJmuiden Ver geen sprake is van gerichte bewegingen op zee waarvoor een windpark aldaar een belemmering op de vliegroute kan vormen. De effecten worden als neutraal beoordeeld (0) en significante negatieve effecten als gevolg van barrièrewerking op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor lokale niet broedende zeevogels van nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten (zie bijlage 4).

Habitatverlies

Als worst case-aanname hanteren we in voorliggend rapport de aanname om het effect van habitatverlies te kwantificeren door een sterfte van 10% van de verstoorde vogels als gevolg van habitatverlies aan te houden (cf. Bradbury et al. 2014 en eerdere MER'en van Nederlandse offshore windparken). Op basis van de berekende dichtheden kan hiermee de sterfte door habitatverlies worden doorgerekend (Tabel 6.15). Door habitatverlies worden de hoogste aantallen zeekoeten als slachtoffer verwacht, namelijk 15 slachtoffers. Ook voor alk zal met name habitatverlies een gevolg zijn van het windpark, met 5 verwachte slachtoffers.

Tabel 6.15 Maximaal aantal slachtoffers als gevolg van habitatverlies (op basis van Bradbury et al. 2014) op basis van dichtheden van zeevogels uit ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen en een windpark oppervlak van 93 km² voor kavel I; soorten waarvan geen jaarlijkse slachtoffers ten gevolge van habitatverlies worden voorzien zijn niet opgenomen in de tabel.

Soort	gem. jaarlijkse dichtheid (#/km ²)	Macro-uitwijking	berekende sterfte door habitatverlies
noordse stormvogel	0,46	80%	3
jan-van-gent*	*	74%	<1
dwergmeeuw	0,24	80%	2
kleine mantelmeeuw	0,26	63,9%	2
zilvermeeuw	0,33	44,2%	1
grote mantelmeeuw	0,16	46,9%	1
drieteenmeeuw	0,80	57,5%	4
zeekoet	2,03	80%	15
alk	0,66	80%	5

* resultaten voor de jan-van-gent zijn gebaseerd op bijlage 5 (aanvullende analyse jan-van-gent).

De effecten van habitatverlies worden als negatief beoordeeld (-) en zijn voor beide alternatieven gelijk, omdat het ruimtebeslag nagenoeg even groot is. Een eventuele hogere tipsnelheid en daarmee gepaard gaand, een hoger geluidsniveau zal niet tot wezenlijk andere uitkomsten leiden. Mocht ervoor gekozen worden om het alternatief met minder turbines op een kleiner oppervlak te ontwikkelen, dan is dit een beter alternatief wat betreft de effecten van habitatverlies.

Volgens de beoordeling van mortaliteit van lokale, niet-broedende zeevogels als gevolg van habitatverlies door offshore windparken in het Kader Ecologie en Cumulatie, zijn significant negatieve effecten in het kader van Natura 2000 doelstellingen uit te sluiten. In de PB (bijlage 9) wordt hier verder op in gegaan. In bijlage 8 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Wet natuurbescherming worden overtreden.

Indirecte effecten

Effecten van onderhoud van het windpark

Onderhoudswerkzaamheden aan windturbines op zee vergen de inzet van schepen. Verstoring door onderhoud vindt in beginsel plaats binnen het windpark, waar gevoelige zeevogelsoorten toch al zijn verstoord. De (extra) effecten van onderhoud worden daarom in beide alternatieven als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Effecten van aanwezigheid windpark

Op de funderingen zal aangroei komen, ook in de vorm van potentieel voedsel voor zeevogels (Bouma & Lengkeek 2012). Door het ontstaan van benthische leefgemeenschappen kan daarnaast ook een toename van vis rond de funderingspalen plaatsvinden (Lindeboom et al. 2011). Vissen die zich rond en tussen de stortstenen rond de funderingen vestigen kunnen dienen als voedsel voor visetende zeevogels. De windturbines zelf, en een eventuele meetmast of transformatorplatform, zouden zit- en zelfs broedplaatsen kunnen bieden aan sommige zeevogels, zoals meeuwen. Onderzoek naar de korte termijneffecten van windpark OWEZ wijzen op een toename van benthos en vis in de directe omgeving van de palen. Hierdoor zouden goede foerageermogelijkheden voor viseters kunnen ontstaan, waardoor aantrekking van sommige soorten zou kunnen plaatsvinden. Van meeuwen werd geen vermijdingsgedrag geconstateerd en dit zijn ook soorten die potentieel gebruik kunnen maken van de toename van vis, via een toename van

het benthos en een afname van de visserij (Krijgsveld et al. 2011, Lindeboom et al. 2011). De effecten van habitatverandering worden als marginaal positief beoordeeld (0/+).

Samenvattend zijn er zowel marginaal positieve als marginaal negatieve gevolgen van indirecte effecten. Worst-case is uitgegaan van marginaal negatieve effecten (0/-). Significante negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor lokale niet broedende zeevogels van nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten. In bijlage 8 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Wet natuurbescherming worden overtreden.

Samenvatting

In Tabel 6.16 is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor lokaal verblijvende vogels tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6.16 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windpark alternatieven in kavel I op lokaal verblijvende vogels.

Effecten windpark	Alternatief 1 67 * 15 MW ø 236 m	Alternatief 2 50 * 20 MW ø 280 m
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-

6.5.5 Effecten tijdens gebruiksfase: broedende (kolonie)vogels

Aanvaringsslachtoffers

Aanvaringsslachtoffers van kolonievogels die het windenergiegebied IJmuiden Ver binnen bereik hebben tijdens foerageervluchten tijdens het broedseizoen, zijn in de bijlage 'Soortenbescherming Wet natuurbescherming' (Bijlage 8) van dit MER beschreven. Op basis van foerageerranges blijkt dat windenergiegebied IJmuiden alleen door kleine mantelmeeuwen bereikt kan worden uit kolonies in de Nederlandse Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee. Voor deze gebieden zijn instandhoudingsdoelstellingen voor deze soort als broedvogels geformuleerd. Voor deze soort wordt hieronder de effecten beoordeeld.

De berekeningen van slachtoffers van kleine mantelmeeuwen uit Natura 2000-gebieden leveren minder dan 1 slachtoffer op voor elk van de drie kolonies door aanvaringen (zie Tabel 6.17). De additionele sterfte is voor beide alternatieven en voor alle Natura 2000-gebieden niet groter is dan 1% van de natuurlijke mortaliteit van de populatie van de kleine mantelmeeuw. Significant negatieve effecten als gevolg van aanvaringen met windturbines in windenergiegebied IJmuiden Ver op de broedpopulaties van kleine mantelmeeuw zijn daarom met zekerheid uit te sluiten. Beide alternatieven in windenergiegebied IJmuiden Ver worden voor aanvaringen als marginaal negatief (0/-) beoordeeld.

Tabel 6.17 Het aantal slachtoffers door aanvaringen in relevante Natura 2000-gebieden en de resulterende additionele sterfte van kleine mantelmeeuwen voor Alternatief 1 en Alternatief 2 van Kavel I van het windenergiegebied IJmuiden Ver. De slachtofferaantallen zijn gecorrigeerd voor de afstand tussen de kolonies en het windenergiegebied en het deel 'floaters' (niet-broedende vogels) in de populatie om tot een schatting van het aantal vogels afkomstig uit de verschillende kolonies te komen. De natuurlijk sterfte is berekend op basis van aantallen broedparen in de verschillende kolonies (NEM (Sovon, CBS, provincies) 2022) en een jaarlijkse overleving van 91% (Camphuysen & Gronert 2012).

Slachtoffers kleine mantelmeeuw door aanvaring	Alternatief 1 67 * 15 MW ø 236 m			Alternatief 2 50 * 20 MW ø 280 m		
	Duinen Texel	Duinen Vlieland	Waddenzee (NL)	Duinen Texel	Duinen Vlieland	Waddenzee (NL)
Aantal broedparen	7.996	3.359	21.104	7.996	3.359	21.104
Natuurlijke sterfte	1.439	605	3.799	1.439	605	3.799
1%-mortaliteit	14	6	38	14	6	38
Aanvaring (aantal vogels)	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Additionele sterfte door aanvaring	0,03%	0,02%	0,002%	0,02%	0,02%	0,002%

Habitatverlies

Voor meeuwen wordt in de literatuur in het algemeen aangenomen dat habitatverlies door windparken niet optreedt (Krijgsveld 2014; Leopold et al. 2011). In Belgisch onderzoek zijn zelfs hogere dichtheden van rustende meeuwen (o.a. kleine mantelmeeuw) gevonden binnen de aangelegde windparken (Vanermen et al. 2013, 2014). Recent onderzoek heeft echter aangetoond dat GPS-gezenderde kleine mantelmeeuwen minder vaak en korter in bestaande Nederlandse, Belgische en Engelse windparken voorkomen dan in omliggende gebieden (Gyimesi et al. 2018), mogelijk omdat daar geen vissersschepen zich bevinden. Ondanks dat het uitsluiten van de visserij in windparken een verschuiving van de foerageertochten zou betekenen en niet per definitie habitatverlies, is het niet uit te sluiten dat een dergelijke ontwikkeling effect heeft op de beschikbare foerageermogelijkheden van kleine mantelmeeuwen.

Daarom is het effect van habitatverlies op broedende kleine mantelmeeuwen op basis van dezelfde aannames berekend als voor het effect van aanvaringen op kolonievogels en het effect van habitatverlies op niet-broedvogels. In dit geval zijn voor de berekeningen de gemiddelde dichtheden van de kleine mantelmeeuw in windenergiegebied IJmuiden Ver in de broedperiode gebruikt als input. Ook voor broedvogels uit Natura 2000-gebieden wordt gerekend met een sterfte van 10% van de verstoorde vogels om het aantal slachtoffers door habitatverlies te verkrijgen.

De berekeningen van slachtoffers van kleine mantelmeeuwen uit Natura 2000-gebieden leveren minder dan 1 slachtoffer op voor elk van de drie kolonies door habitatverlies (zie Tabel 6.18). De additionele sterfte is voor beide alternatieven en voor alle Natura 2000-gebieden niet groter is dan 1% van de natuurlijke mortaliteit van de populatie van de kleine mantelmeeuw. Significant negatieve effecten als gevolg van aanvaringen met windturbines in windenergiegebied IJmuiden Ver op de broedpopulaties van kleine mantelmeeuw zijn daarom met zekerheid uit te sluiten. Beide alternatieven in windenergiegebied IJmuiden Ver worden voor habitatverlies als marginaal negatief (0/-) beoordeeld.

Tabel 6.18 Het aantal slachtoffers door habitatverlies in relevante Natura-2000-gebieden en de resulterende additionele sterfte van kleine mantelmeeuwen voor Alternatief 1 en Alternatief 2 van Kavel I van het windenergiegebied IJmuiden Ver. De slachtofferaantallen zijn gecorrigeerd voor de afstand tussen de kolonies en het windenergiegebied en het deel 'floaters' (niet-broedende vogels) in de populatie om tot een schatting van het aantal vogels afkomstig uit de verschillende kolonies te komen. De natuurlijk sterfte is berekend op basis van aantallen broedparen in de verschillende kolonies (NEM (Sovon, CBS, provincies) 2022) en een jaarlijkse overleving van 91% (Camphuysen & Gronert 2012).

Slachtoffers kleine mantelmeeuw door habitatverlies	Alternatief 1 67 * 15 MW ø 236 m			Alternatief 2 50 * 20 MW ø 280 m		
	Duinen Texel	Duinen Vlieland	Waddenzee (NL)	Duinen Texel	Duinen Vlieland	Waddenzee (NL)
Aantal broedparen	7.996	3.359	21.104	7.996	3.359	21.104
Natuurlijke sterfte	1.439	605	3.799	1.439	605	3.799
1%-mortaliteit	14	6	38	14	6	38
Slachtoffers (aantal vogels)	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Additionele sterfte door habitatverlies	0,03%	0,02%	0,002%	0,03%	0,02%	0,002%

Barrièrewerking

Broedvogels die foerageren op zee en broeden in kolonies aan de kust zouden in potentie de aanwezigheid van een offshore windpark kunnen ervaren als barrière tijdens vluchten tussen foerageer- en broedgebieden. Hierdoor zouden ze extra afstanden moeten vliegen. De meest nabij gelegen kolonies van kleine mantelmeeuwen liggen echter op een dusdanige afstand dat windenergiegebied IJmuiden Ver voor de vogels wel bereikbaar is, maar het aan de rand van hun actieradius ligt. Hierdoor zal een windpark geen barrière vormen voor vogels tijdens hun foerageertochten tussen land en open zee en wordt het effect van barrièrewerking op broedvogels als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Significante negatieve effecten als gevolg van barrièrewerking op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor kleine mantelmeeuwen van nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten.

Indirecte effecten

Effecten van onderhoud van het windpark

De extra inzet van schepen voor het onderhoud van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver kan enige verstoring van zeevogels, waaronder broedvogels, opleveren. De duur en omvang van onderhoudswerkzaamheden bij windenergiegebied IJmuiden Ver zijn van (veel) beperktere omvang dan de werkzaamheden tijdens aanleg en verwijdering. Hoewel er verschil is tussen de alternatieven (verschillende aantallen en typen turbines) wordt hier, gezien de beperkte omvang van de effecten, in de beoordeling geen onderscheid tussen gemaakt. De (extra) effecten van onderhoud worden in alle alternatieven als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Effecten van aanwezigheid windpark

De verwachte toename in benthos en vissen (Lindeboom et al. 2011) in een toekomstig windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver zorgt mogelijk voor een verbetering van de foerageeromstandigheden, ook van broedvogels zoals de kleine mantelmeeuw. De effecten van habitatverandering worden daarom als marginaal positief beoordeeld (0/+).

Op basis van bovenstaande zijn er zowel marginaal positieve als marginaal negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten, waardoor in de worst-case situatie moet worden uitgegaan van de marginaal negatieve effecten (0/-). Gezien de beperkte omvang van effecten in de worst-case situatie kunnen significante negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten op het behalen van de

instandhoudingsdoelstellingen voor kolonievogels van Natura 2000-gebieden met zekerheid uitgesloten worden.

Samenvatting

In Tabel 6.19 is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor kolonievogels tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6.19 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de windpark alternatieven in kavel I IJmuiden Ver op broedende kolonievogels.

Effecten windpark	alternatief 1 67 * 15 MW ø 236 m	alternatief 2 50 * 20 MW ø 280 m
- aanvaringen	0/-	0/-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0/-	0/-
- indirecte effecten	0/-	0/-

6.5.6 Effecten tijdens gebruiksfase: vogels tijdens seizoenstrek

Aanvaringsslachtoffers

Tijdens de seizoenstrek vliegen vele vogelsoorten door het windenergiegebied IJmuiden Ver. Hierdoor lopen zij de kans in aanraking te komen met de turbines. Het onderscheid tussen een lokale zeevogel en trekkende zeevogels is in het veld niet goed te maken, vandaar dat de aanvaringsslachtoffers die vallen onder langstreckende zeevogels zijn behandeld in paragraaf 6.5.4. In deze paragraaf worden de aantallen slachtoffers onder niet-zeevogels behandeld, die per definitie onder de trekvogels vallen.

De resultaten van het rekenmodel laten zien dat circa 1.180 en 1.140 trekvogels per jaar slachtoffer zullen worden van respectievelijk alternatief 1 en alternatief 2 van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver (zie Tabel 6.14). Veruit de meeste hiervan zijn zangvogels gevolgd door bijna 20 ganzen en zwanen. Verder zullen nog enkele eenden, roofvogels, uilen en steltlopers jaarlijks slachtoffer worden. Het verschil tussen beide alternatieven is zeer beperkt.

In windenergiegebied IJmuiden Ver wordt het effect van beide alternatieven als negatief beoordeeld (-). Er bestaan weliswaar kennisleemten ten aanzien van herkomst, maar de slachtofferaantallen in windenergiegebied IJmuiden Ver verdeeld over het grote aantal trekvogelsoorten zijn zo laag dat dit geen wezenlijk effect kan hebben op bronpopulaties (conform Rijkswaterstaat, 2015). Daarom zijn significant negatieve effecten op Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen als gevolg van aanvaringen op trekvogels uit te sluiten (zie bijlage 9 Passende Beoordeling).

Het doden van trekvogels als gevolg van de exploitatie van een windpark (aanvaringen) kan wel door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 3.1 van de Wet natuurbescherming. In bijlage 8 'Soortenbescherming' van het MER is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Wet natuurbescherming worden overtreden. Daar is vervolgens ook onderbouwd of de staat van instandhouding van de betreffende soorten door de voorspelde additionele sterfte in het geding kan komen.

Barrièrewerking

In potentie kan barrièrewerking onder trekvogels optreden, maar de afstand van omvliegen is minimaal in verhouding tot de totale trekroute. De effecten worden daarom in beide kavels als neutraal beoordeeld

(effectbeoordeling: 0). Er is geen onderscheid tussen de alternatieven, omdat we er bij een barrière vanuit gaan dat het hele windpark omvlogen zal worden, waardoor alleen oppervlakte, oriëntatie en ligging van het windpark van belang zijn en deze factoren zijn voor de diverse alternatieven globaal gelijk. Significant negatieve effecten in het kader van Natura 2000-doelen als gevolg van barrièrewerking op trekvogels zijn dan ook op voorhand uit te sluiten.

Habitatverlies

Trekvogels kenmerken zich door het feit dat ze niet langere tijd in het windenergiegebied IJmuiden Ver verblijven, maar er doorheen kunnen vliegen. Van verstoring en daarmee gepaard gaand habitatverlies zal dus geen sprake zijn. Het effect wordt als neutraal beoordeeld (0). Significant negatieve effecten in het kader van Natura 2000-doelen als gevolg van habitatverlies op trekvogels zijn dan ook uit te sluiten. In bijlage 8 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Wet natuurbescherming worden overtreden.

Indirecte effecten

Indirecte effecten van windparken zullen niet optreden voor trekvogels, omdat ze uitsluitend door het plangebied heen vliegen en er niet foerageren of langere tijd in het gebied verblijven (effectbeoordeling: 0). Significant negatieve effecten in het kader van Natura 2000-doelen als gevolg van indirecte effecten op trekvogels zijn dan ook uit te sluiten.

Samenvatting

In Tabel 6.20 is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor vogels tijdens seizoenstrek tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6.20 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windpark alternatieven IJmuiden Ver op vogels tijdens seizoenstrek.

Effecten windpark	Alternatief 1 67 * 15 MW ø 236 m	Alternatief 2 50 * 20 MW ø 280 m
Trekvogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0

6.5.7 Effecten op vleermuizen

Aanvaringen

De vastgestelde vleermuisactiviteit ligt in windparken op de Noordzee lager dan in windparken op land in grote, open en intensief gebruikte landbouwgebieden. In deze landbouwgebieden vallen de minste vleermuis slachtoffers vergeleken met andere windparken op land. Het gemiddelde aantal slachtoffers varieert hier meestal rond de 1 slachtoffer per turbine per jaar (Rydell et al. 2010a; Limpens et al. 2013.). Op basis van de huidige kennis kan voor windparken op zee slechts een ruwe schatting worden gegeven: het aantal slachtoffers ligt ergens tussen 0 en 1 slachtoffers per turbine per jaar. Wanneer de kleine windturbines (ashoogte < 50 m) buiten beschouwing blijven is er geen duidelijk effect van de windturbine grootte op het aantal slachtoffers. De kans op slachtoffers neemt af met toenemende hoogte. Hogere windturbines hebben echter ook langere rotorbladen en bestrijken daarmee een groter oppervlak, dit vergroot de kans op slachtoffers. Grotere turbines hebben daarnaast een lagere draaisnelheid, dit verkleint

de kans op slachtoffers. Er zijn dus verschillende effecten die tegen elkaar in werken. Hierdoor is er geen eenduidig effect van ashoogte en rotorzone op het aantal slachtoffers (Niermann et al. 2011; Barclay et al. 2007; Rydell et al. (2010a).

Uitgaande van bovenstaande bevindingen, kan een worst case scenario van 1 slachtoffer per turbine per jaar aangehouden worden en de aanname gehanteerd worden dat het aantal slachtoffers bij grotere turbines niet afwijkt van het aantal bij kleinere turbines. Het gebruik van grotere turbines leidt dan tot minder slachtoffers per MW. Op basis hiervan worden in een windpark in het windenergiegebied IJmuiden Ver maximaal 67 slachtoffers per jaar verwacht bij alternatief 1 en 50 slachtoffers per jaar bij alternatief 2. Dit slachtofferaantal zou in een worst case scenario voor elke soort afzonderlijk gebruikt kunnen worden.

Gezien de beschikbare gegevens over vleermuisactiviteit boven de Noordzee is het realistisch om deze getallen te verdelen op basis van het relatieve voorkomen van ruige dwergvleermuis (95,7%), rosse vleermuis (2,6%), tweekleurige vleermuis (1,2%) en gewone dwergvleermuis (0,5%). Met deze benadering wordt de worst case-schatting voor de ruige dwergvleermuis 64 slachtoffers per jaar voor alternatief 1 en 48 slachtoffers per jaar voor alternatief 2. Voor de rosse vleermuis worden de schattingen 1 slachtoffer per jaar voor zowel alternatief 1 als alternatief 2. Van de overige vleermuissoorten vallen bij geen van de alternatieven jaarlijks slachtoffers. Hiermee worden de effecten voor alternatief 1 met de meeste turbines negatiever beoordeeld (--/-) dan alternatief 2 met de minste turbines (-).

In bijlage 8 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Wet natuurbescherming worden overtreden.

Overige effecten

Uit onderzoek blijkt dat vleermuisactiviteit in windparken niet lager ligt dan daarbuiten (Jain et al. 2011). De aanwezigheid van windturbines leidt niet tot verstoring, barrièrewerking of habitatverlies maar heeft eerder een aantrekkende werking (Cryan et al. 2014). Het effect van het windpark wat betreft barrièrewerking en habitatverlies wordt als neutraal beoordeeld (0).

Een indirect effect van windparken wordt veroorzaakt door de verhoogde concentratie van insecten rondom windturbines. Dit trekt vleermuizen aan (Cryan & Barclay 2009), wat tot een verhoogde aanvaringskans en sterfte kan leiden. Een verhoogde concentratie aan insecten rondom verlichte constructieschepen in de aanleg- en verwijderingsfase creëert daarentegen een gunstige foerageermogelijkheid voor trekkende vleermuizen, zonder aanvaringsrisico. Daarnaast geven windturbines en constructieschepen vleermuizen de mogelijkheid hun lange vlucht te onderbreken om uit te rusten wat de overlevingskansen kan verhogen. Opnames van vleermuizen in offshore windparken bevestigen dit. Op 58 – 69 km uit de kust zijn vleermuizen regelmatig kort na zonsondergang vastgesteld (Lagerveld et al. 2022) die windturbines waarschijnlijk als noodgedwongen tijdelijke rustplaatsen gedurende de dag hebben gebruikt. Vanwege een gebrek aan verdere kennis is het echter op dit moment niet mogelijk om dit effect te verrekenen met het aantal slachtoffers. Op basis van bovenstaande worden indirecte effecten als positief tijdens de aanleg- en verwijderingsfase en negatief tijdens de gebruiksfase beoordeeld (eindscore is 0/-).

In bijlage 8 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Wet natuurbescherming worden overtreden.

Samenvatting

In Tabel 6.21 is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor vleermuizen.

Tabel 6.21 Effectbeoordeling van effecten van windpark IJmuiden Ver op vleermuizen.

Effecten windpark	alternatief 1	alternatief 2
	67 * 15 MW ø 236 m	50 * 20 MW ø 280 m
- aanvaringen	--/	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0/-	0/-

6.5.8 Effecten op tweebladige in plaats van driebladige turbines

In dit hoofdstuk zijn alle aanvaringsberekeningen gedaan voor driebladige turbines, terwijl voor ontwikkelaars van windparken in de kavel ook een optie kan zijn om te kiezen voor twee-bladige turbines. In deze paragraaf wordt daarom een voorbeeld gegeven van de verschillen in aanvaringssslachtoffers tussen een twee- of driebladige turbines, om zo tot een betere afweging te kunnen komen.

Het aantal aanvaringssslachtoffers wordt in de berekeningen van het Band model bepaald door het aantal vogels die het windpark op rotorhoogte passeert, de soortspecifieke aanvaringskansen, en de windparkconfiguratie. Als alle andere parameters ongewijzigd blijven, alleen het aantal turbinebladen wordt verlaagd van drie naar twee, kunnen de vogels met een blad minder in aanvaring komen. De aanvaringskans neemt lineair met het aantal turbinebladen met een derde af, en daardoor ook het aantal aanvaringssslachtoffers wordt een derde minder bij tweebladige turbines ten opzichte van driebladige turbines. Tweebladige turbines draaien echter over het algemeen sneller dan driebladige turbines. Dit betekent dat wanneer deze snelheid 1,5x groter is dan driebladige turbines de vermindering in het aantal aanvaringssslachtoffers in theorie weer kan worden opgeheven ($100\% * 0,66$ (rotorbladen) * $1,5$ (snelheid) = 100%). Echter, bij gelijkblijvende omstandigheden zal een tweebladige turbine naar schatting slechts ca. 1,33x sneller draaien dan een driebladige turbine. In de praktijk zal het aantal slachtoffers door tweebladige turbines daarom naar verwachting alsnog lager uitvallen dan driebladige turbines. Bovendien verloopt het verband tussen draaisnelheid en het aantal slachtoffers in het Band-model niet-lineair, wat erop neerkomt dat een verhoging van de draaisnelheid in de meeste gevallen leidt tot een in verhouding minder sterke verhoging van het aantal aanvaringssslachtoffers. Slechts bij een bepaalde optimale draaisnelheid (welke is afhankelijk van de overige turbinespecificaties) zal een verhoging van de snelheid daadwerkelijk leiden tot een evenredige verhoging van het aantal slachtoffers.

In Tabel 6.22 is een voorbeeldberekening gedaan voor de aanvaringssslachtoffers in kavel I van windenergiegebied IJmuiden Ver voor een lokale zeevogel (jan-van-gent), een kolonievogel (kleine mantelmeeuw uit kolonie van Duinen en Lage Land Texel) en een trekvogelsoortgroep (zangvogels). Let hierbij op dat de variabiliteit rondom de inputparameters in de berekeningen met de sCRM ook van invloed is op de verhouding tussen het aantal slachtoffers met tweebladige turbines ten opzichte van driebladige turbines. Zo zorgt deze variabiliteit voor slechts een klein verschil tussen twee- en driebladige in het berekende aantal aanvaringssslachtoffers onder kleine mantelmeeuwen uit de kolonie van Duinen en Lage Land Texel.

Voor vleermuizen zijn er geen nieuwe berekeningen uitgevoerd, omdat hier het aantal slachtoffers niet met het Band-model is bepaald, en het Wozep programma (nog) niet heeft geleid tot meer nauwkeurige

schattingen van het aantal vleermuislachtoffers per turbine. Daarom zijn de slachtofferaantallen gebaseerd op een algemene schatting per turbine.

Tabel 6.22 Vergelijking tussen de aantallen slachtoffers die vallen bij drie- en tweebladige turbines in kavel I van windenergiegebied IJmuiden Ver bij twee alternatieven, voor representatieve soorten van lokale zeevogels, kolonievogels, en trekvogels, ervan uitgaande dat een tweebladige turbine 1,33x sneller draait dan een driebladige turbine.

Windturbine	Vogelsoort	Alternatief 1	Alternatief 2
		67 * 15 MW ø 236 m	50 * 20 MW ø 280 m
Driebladige	jan-van-gent	7	5
	kleine mantelmeeuw	0,360	0,339
	zangvogels	1.162	1.123
Tweebladige	jan-van-gent	6	4
	kleine mantelmeeuw	0,357	0,284
	zangvogels	804	778

6.6 Conclusie

Alternatief 1 (67x15 MW turbines) leidt tot enkele tientallen vogel slachtoffers meer dan Alternatief 2 (50 x 20 MW-turbines). Op basis van de huidige kennis wordt verwacht dat Alternatief 1 met meer en kleinere turbines een groter aantal vleermuis slachtoffers oplevert (naar schatting 67) dan Alternatief 2 (naar schatting 50). Alternatief 2 is daarom het meest milieuvriendelijke alternatief bezien vanuit vogels en vleermuizen, voornamelijk door het geringere aantal aanvaringslachtoffers dan bij het andere alternatief met meer turbines, zie Tabel 6.23. De complete effectbeoordeling is samengevat in Tabel 6.25.

Tabel 6.23 Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven voor het windpark in IJmuiden Ver op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	67 * 15 MW ø 236 m	50 * 20 MW ø 280 m
<u>Aanlegfase vogels</u>		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
<u>Gebruiksfase vogels</u>		
Lokale zeevogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
Broedende (kolonie) vogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0/-	0/-
- indirecte effecten	0/-	0/-

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
<u>Trekvogels</u>		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
<u>Verwijderingsfase vogels</u>		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
<u>Vleermuizen</u>		
- aanvaringen	--/-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0/-	0/-

Tevens is ingegaan op het verwachte effect van tweebladige in plaats van driebladige turbines. Indien rekening wordt gehouden met het feit dat een vogel in aanraking kan komen met een wiek minder per turbine, maar de draaisnelheid gemiddeld wel wat hoger ligt van de bladen (circa 1,33x), dan treden naar verwachting minder slachtoffers op bij tweebladige turbines dan bij driebladige turbines.

6.7 Cumulatie

6.7.1 Inleiding

De effecten van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver moeten worden gezien in samenhang met effecten van andere initiatieven en gebruiksvormen in de Noordzee. Deze effecten kunnen namelijk cumuleren tot een omvangrijker effect dan uitsluitend de invloed van het beoordeelde windpark. In dit hoofdstuk worden deze cumulatieve effecten besproken.

In het KEC 1.0 (Rijkswaterstaat 2015) en aanvullende opdrachten (Leopold et al. 2014, Van der Wal et al. 2015) dat later geactualiseerd werd naar het KEC 3.0 (Rijkswaterstaat 2019), met als laatste versie het KEC 4.0 (Potiek et al. 2022b) is in detail gekeken naar de cumulatieve effecten van windenergie in de zuidelijke Noordzee op vogels en vleermuizen, waaronder de effecten van een kavel in windenergiegebied IJmuiden Ver. De afbakening van dit gebied is afgesproken in overleg met Rijkswaterstaat Zee en Delta, en omvat dus niet uitsluitend het NCP maar ook de delen van de zuidelijke Noordzee die binnen de territoriale grenzen vallen van de ons omringende landen. De studies in het KEC hebben primair gekeken naar sterfte door aanvaringen (directe mortaliteit van vogels en vleermuizen) en habitatverlies (indirecte mortaliteit van vogels) door bestaande, in aanbouw zijnde, vergunde en geplande windparken. Daarnaast is ook sterfte door habitatverlies door scheepvaart meegenomen. De effecten van verstoring en daarmee gepaard gaand habitatverlies zijn veel moeilijker te kwalificeren. Met toenemende aantallen turbines neemt de 'vrije' ruimte voor verstoringsgevoelige soorten af. Daarnaast zijn de effecten van scheepvaart, die meer geconcentreerd wordt door de aanwezigheid van grote aantallen windturbines, moeilijk in te schatten. Met name in het Belgische en Nederlandse deel van de Noordzee zal de verstoringdruk van schepen buiten de windparken sterk toenemen. Het is echter wel zo dat minder windparken gebouwd worden in de gebieden die in sterke mate belangrijk zijn voor scheepvaartgevoelige soorten.

Barrièrewerking als potentieel derde effect zou alleen op specifieke locaties (bv. in de onmiddellijke omgeving van broedkolonies, precies op de hoofdroutes naar de belangrijkste foerageergebieden) mogelijk tot wezenlijke effecten kunnen leiden (Rijkswaterstaat 2019). Effecten op broedkolonies zullen echter voor een windpark als IJmuiden Ver op meer dan 80 km uit de kust niet gelden en daarom worden de effecten van barrièrewerking op broedvogels buiten beschouwing gelaten. Overige activiteiten worden als bestaand gebruik beschouwd en zijn niet verder in de analyse meegenomen (zie ook Rijkswaterstaat 2015).

Ook wordt in dit MER voor windenergiegebied IJmuiden Ver gekeken worden naar de effecten van dit initiatief in cumulatie met andere initiatieven en plannen in de zuidelijke Noordzee. In voorliggende document zijn dezelfde inputdata gebruikt zoals in KEC 1.0 (Rijkswaterstaat 2015), met recente actualisaties voor enkele soorten waarvoor de grootste effecten worden verwacht (Potiek et al. 2022b). In deze actualisaties zijn naast de meest actuele verspreidingsgegevens en de meest realistische turbintypes voor (internationaal) geplande en al aanwezige windparken tot en met 2030 meegenomen, waaronder IJmuiden Ver. In bijlage 4, bijlage 5 (specifiek voor jan-van-gent) en bijlage 11 (specifieke toetsing aan aangescherpte ALI-normen) worden voor deze soorten de geactualiseerde slachtofferaantallen uit KEC 4.0 gebruikt als basis voor de beoordeling van de cumulatieve effecten. Voor de overige soorten dienen de oorspronkelijke berekeningen van Rijkswaterstaat (2015) als basis.

6.7.2 Vogels

De geschatte aantallen slachtoffers in dit MER zijn vergeleken met de eerdere schattingen binnen KEC4.0 (Potiek et al. 2022b). Hierbij is het belangrijk om te realiseren dat binnen KEC4.0 alle vier de kavels voor IJmuiden Ver samengenomen zijn, terwijl bijlage 4 en bijlage 5 (aanvullende analyse jan-van-gent) enkel Kavel I en II behandelt. Bovendien zijn binnen KEC 4.0 soorten gegroepeerd als 'gevoelig voor aanvaringen' en/of 'gevoelig voor habitatverlies', op basis waarvan de grootste effecten verwacht worden. Het doel van voorliggende berekeningen was om voor elke soort een schatting van het totaaleffect van kavels I en II van windenergiegebied IJmuiden Ver weer te geven en daarom zijn voor alle soorten de aantallen slachtoffers als gevolg van beide oorzaken gezamenlijk doorgerekend.

Lokaal verblijvende niet-broedvogels

Tabel 6.24 geeft inzicht in hoe het geschat aantal slachtoffers binnen onze doorrekening voor Kavel I en II zich verhoudt tot de schattingen voor Kavels I t/m IV binnen KEC 4.0.

Tabel 6.24 Vergelijking van het aantal slachtoffers binnen Kavel I en II met schattingen van het KEC 4.0, voor beide alternatieven. Binnen KEC 4.0 zijn Kavels I t/m IV gezamenlijk doorgerekend. Schattingen voor Kavels III en IV zijn op moment van schrijven niet beschikbaar. Gerapporteerde getallen voor zowel de huidige doorrekening als de doorrekening binnen KEC 4.0 betreffen de schattingen op basis van internationale vogeldichtheden. * Voor jan-van-gent is in de huidige doorrekening gebruik gemaakt van andere dichtheidsgegevens en een ander uitwijkingpercentage dan in KEC 4.0 (zie bijlage 5 van het MER), waardoor de verhouding met KEC 4.0 niet relevant is.

Soort	huidige doorrekening kavel I + II						KEC 4.0 doorrekening IJmuiden Ver kavel I t/m IV			verhouding huidige doorrekening versus KEC 4.0	
	Alternatief 1			Alternatief 2							
	aanvaringen	habitatverlies	totaal	aanvaringen	habitatverlies	totaal	aanvaringen	habitatverlies	totaal	alternatief 1	alternatief 2
jan-van-gent	14	1	15	10	1	12	219	6	225	*	*
kleine mantelmeeuw	9	3	12	9	3	12	16		16	77%	75%
zilvermeeuw	14	2	16	11	2	13	32		32	50%	41%
grote mantelmeeuw	30	1	31	25	1	26	62		62	50%	42%
dwergmeeuw	5	3	8	4	3	7	11		11	72%	66%
drieteenmeeuw	18	8	26	13	8	21	33		33	78%	64%
noordse stormvogel	0	7	7	0	7	7		4	4	184%	184%
zeekoet	0	30	30	0	30	30		163	163	18%	18%
alk	0	10	10	0	10	10		53	53	18%	18%

De cumulatieve effecten van IJmuiden Ver en andere geplande windparken op populatieniveau op de schaal van de zuidelijke en centrale Noordzee worden ingeschat op basis van populatiemodellen. De toetsing van de cumulatieve scenario's ten opzichte van de referentiesituatie zijn uitgevoerd met behulp van soortspecifieke drempelwaarden: Acceptable Levels of Impact (ALIs) (Potiek te al. 2022a). Deze soortspecifieke ALIs zijn in de vorm van: De kans op een afname van X% of meer ten opzichte van de onverstoorde populatie, dertig jaar na de aanleg, mag niet hoger zijn dan Y. Zie bijlage 4 voor een nadere beschrijving en bijlage 11 over de aangescherpte ALIs.

Binnen KEC 4.0 zijn de geschatte effecten op populatieniveau getoetst met behulp van de ALI-drempelwaarde (Potiek et al. 2022a, b). Hierbij werd de drempelwaarde overschreden voor zowel het nationale scenario tot 2030 als het internationale scenario voor **jan-van-gent** en **zilvermeeuw**.

Om inzicht te krijgen of de effecten op populatieniveau af kunnen wijken van de voorspellingen van het KEC 4.0, zijn het huidig geschatte aantal slachtoffers voor Kavels I en II vergeleken met de KEC 4.0 schattingen voor alle kavels tezamen. Vervolgens zijn er populatiemodellen gemaakt voor de soorten waarvoor het geschatte aantal slachtoffers voor beide alternatieven hoger is dan 50% van de KEC 4.0 schattingen, en voor soorten waarvoor de drempelwaarden binnen KEC 4.0 reeds overschreden werd. Dit zijn de volgende soorten: **kleine mantelmeeuw**, **drieteenmeeuw**, **dwergmeeuw**, **noordse stormvogel**, **jan-van-gent** en **zilvermeeuw**. Bovendien blijkt uit de Soortenbijlage van het MER dat voor de **grote mantelmeeuw** de 1% mortaliteitsnorm overschreden wordt, en daarom zijn ook voor deze soort nieuwe populatiemodellen gerund. Als voorlopige schatting van het cumulatieve aantal slachtoffers van deze

soorten in windenergiegebied IJmuiden Ver als geheel (dus kavels I t/m IV gezamenlijk), zijn de huidig geschatte slachtofferaantallen van Kavel I en Kavel II verdubbeld in de populatiemodellen. Voor de overige vogelsoorten ligt de nieuwe schatting voor Kavel I en II lager dan 50% van de eerdere schatting voor Kavels I t/m IV in het KEC 4.0, en wordt daarom aangenomen dat de conclusies van het KEC 4.0 standhouden voor de huidige beoordeling en kunnen significant negatieve effecten op populatieniveau uitgesloten worden. In aanvulling hierop is in bijlage 11 getoetst aan de inmiddels aangescherpte ALI-normen.

Conclusies cumulatieve impact lokaal verblijvende niet-broedvogels

Het aanpassen van het aantal slachtoffers binnen IJmuiden Ver Kavel I en II leidt voor zowel alternatief 1 als alternatief 2 voor kleine mantelmeeuw, drieteenmeeuw, dwergmeeuw, grote mantelmeeuw en noordse stormvogel niet tot andere resultaten dan binnen het KEC 4.0. Oftewel, voor kleine mantelmeeuw, drieteenmeeuw, dwergmeeuw, grote mantelmeeuw en noordse stormvogel wordt de ALI-drempelwaarde niet overschreden.

Voor zilvermeeuw en jan-van-gent wordt de ALI-drempelwaarde voor beide alternatieven niet overschreden, terwijl dit binnen KEC 4.0 wel het geval was. Voor de zilvermeeuw kan dit deels komen door het lagere aantal slachtoffers dat wordt voorspeld voor kavel I en II ten opzichte van de berekeningen in het KEC 4.0 voor IJmuiden Ver, maar kan ook worden veroorzaakt door het gebruik van internationale dichtheidskaarten voor het berekenen van slachtofferaantallen voor alle scenario's. Daarnaast zijn bij de berekeningen voor jan-van-gent in het kader van het MER voor IJmuiden Ver kavel I aanvullende dichtheidskaarten en een ander uitwijkpercentage gehanteerd dan in de berekeningen voor het KEC 4.0 (zie bijlage 5 van het MER).

Aanvullend hierop zijn soorten getoetst waarvan de ALI-normen zijn aangescherpt (zie bijlage 11 van het MER). Conclusie daaruit is dat ook op basis van deze nieuwe ALI-normen significant negatieve effecten in cumulatie uitgesloten kunnen worden, met uitzondering voor alk en zeekoet in het internationale scenario (alle windparken in de zuidelijke Noordzee t/m 2027). In het nationale scenario (alle windparken in het Nederlandse deel van de Noordzee t/m 2027) kunnen significant negatieve effecten voor alk en zeekoet wel worden uitgesloten. De bijdrage van windparken in kavel I / IV aan het cumulatieve aantal slachtoffers in alle offshore windparken in de Zuidelijke Noordzee (internationale scenario) is echter verwaarloosbaar (0,03% voor zeekoet en 0,06% voor alk). Dit komt doordat de aantallen slachtoffers in Britse en Duitse windparken vele malen hoger liggen omdat deze dichterbij broedkolonies zijn gelegen. In het geval van de zeekoet en de alk worden slachtoffers bijna uitsluitend verwacht als gevolg van habitatverlies.

Samenvattend kunnen op basis van bovenstaande uitkomsten significant negatieve effecten in cumulatie op alle zeevogelsoorten uitgesloten worden en wordt alleen de nieuwe ALI-norm voor zeekoet en alk in het internationale scenario overschreden, waarbij vermeldt moet worden dat de bijdrage van windparken in IJmuiden Ver I/IV verwaarloosbaar is op basis van zware worst-case aannames.

Niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden

Wanneer de effecten als gevolg van aanvaringen door alle geplande windparkontwikkelingen in de zuidelijke Noordzee tot 2030 in cumulatie bekeken worden, dan zijn voor geen van de soorten significant negatieve effecten berekend op de Noordzee populatie. Met de aanname dat zeevogels buiten het broedseizoen zich nomadisch verplaatsen over de gehele Noordzee, kunnen individuen op de (zuidelijke) Noordzee als één populatie worden gezien. De verwachting is daarom dat individuen die gebruik maken van Natura 2000-gebieden, en dus de 'populatie' van zo'n Natura 2000-gebied, vergelijkbare impact

ondervinden als de Noordzee-populatie als geheel. In de Passende Beoordeling (bijlage 9) wordt geconcludeerd dat significante effecten op populaties binnen Natura 2000-gebieden ook in cumulatie zijn uitgesloten.

Broedende kolonievogels

Windenergiegebied IJmuiden Ver ligt buiten bereik van de meeste broedkolonies gelegen in Natura 2000-gebieden. Alleen broedende kleine mantelmeeuwen afkomstig uit de kolonies in de Nederlandse Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee kunnen het windenergiegebied in theorie bereiken. Daarom worden de effecten op deze kolonies ook in cumulatie met andere windparken beschouwd.

De slachtofferaantallen onder kolonievogels voor de windparken die zijn meegenomen in de cumulatie zijn gebaseerd op de aantallen aanvaringslachtoffers en dichtheden in de maanden mei-juli zoals berekend in de KEC 4.0 studie (Potiek et al. 2022b). Zodoende kan het cumulatief aantal slachtoffers door aanvaringen en habitatverlies berekend worden voor kolonievogels van de Nederlandse Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee (zie Tabel 6.25).

Tabel 6.25 Cumulatief aantal slachtoffers onder kleine mantelmeeuwen als gevolg van de gezamenlijke sterfte door aanvaringen en habitatverlies. Voor de slachtofferaantallen van IJmuiden Ver Kavel I en de berekening van additionele sterfte, zie paragraaf 6.5.5. De slachtofferaantallen van de overige windparken zijn gebaseerd op de aantallen aanvaringslachtoffers en dichtheden in de maanden mei-juli zoals berekend in de KEC 4.0 studie (Potiek et al. 2022b). De gepresenteerde aantallen betreffen afgeronde getallen.

	Duinen en L. L. Texel	Duinen Vlieland	Waddenzee (NL)
Albatros	-	-	0
Borkum Riffgrund II	-	-	0
Borkum Riffgrund III	-	0	1
Deutsche Bucht	-	-	0
East Anglia Hub - THREE	1	-	0
EnBW He Dreih	-	-	0
EnBW Hohe See	-	-	0
Gode Wind 03	-	-	0
Hollandse Kust Noord	1	0	0
Hollandse Kust West	1	0	0
Hollandse Kust Zuid	1	0	0
Norfolk Boreas	2	-	0
Norfolk Vanguard	1	-	0
Trianel Windpark Borkum II	-	-	0
Totaal aantal	6	1	3
IJmuiden Ver I - alternatief 1	1	0	0
Cumulatief	7	1	3
Additionele sterfte	0,48%	0,15%	0,08%
IJmuiden Ver I - alternatief 2	1	0	0
Cumulatief	7	1	3
Additionele sterfte	0,48%	0,15%	0,08%

Het cumulatief aantal slachtoffers door aanvaringen en habitatverlies onder kleine mantelmeeuwen uit Duinen en Lage Land Texel betreft voor beide alternatieven **7** slachtoffers. Deze aantallen komen neer op een additionele sterfte van **0,48%** van de natuurlijke sterfte voor de beide alternatieven in kavel I. Daarnaast betreft het cumulatief aantal slachtoffers door aanvaringen en habitatverlies onder kleine mantelmeeuwen uit Duinen Vlieland voor beide alternatieven **1** slachtoffer, wat op een additionele sterfte van **0,15%** van de natuurlijke sterfte voor de beide alternatieven in kavel I betekent. Tot slot vallen onder kleine mantelmeeuwen uit de Nederlandse Waddenzee voor beide alternatieven **3** slachtoffers, wat leidt tot een additionele sterfte van **0,08%** van de natuurlijke sterfte. Dit houdt in dat de effecten in alle gevallen minder dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de soort bedragen en volgens het ORNIS-criterium is er geen aantoonbaar effect op de populatieomvang van de soort en er daardoor dus ook geen aantasting van de staat van instandhouding van de soort. Op basis hiervan concluderen we dat significante negatieve effecten, met inbegrip van cumulatieve effecten, op broedende kleine mantelmeeuwen afkomstig uit de Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en de Nederlandse Waddenzee met zekerheid zijn uit te sluiten.

Vogels tijdens seizoenstrek

Naast zeevogels vallen ook slachtoffers onder trekkende watervogels en landvogels als gevolg van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver en in cumulatie met andere windparkinitiatieven in de zuidelijke Noordzee. Voor trekvogels zijn effecten als gevolg van habitatverlies en scheepvaart niet aan de orde en daarmee uit te sluiten. Barrièrewerking speelt evenmin een rol bij trekvogels die grote afstanden afleggen tijdens de seizoenstrek (Masden et al. 2009).

In opdracht van Rijkswaterstaat (2015) is met behulp van het extended Band-model (Band 2012) bepaald dat jaarlijks enkele tientallen tot enkele duizenden slachtoffers zullen vallen onder trekvogels als gevolg van windturbines op de zuidelijke Noordzee, waaronder in windenergiegebied IJmuiden Ver (Gyimesi & Fijn 2015, Rijkswaterstaat 2015, 2019). Voor een aantal van deze soorten is berekend dat de cumulatieve aantallen slachtoffers als gevolg van aanvaringen boven de 1%-mortaliteitsnorm zullen uitkomen, maar voor alle soorten is in de KEC 1 studie bepaald dat ze onder de Potential Biological Removal (PBR) van de internationale populatie zullen blijven (Rijkswaterstaat 2015). De reden hiervoor is dat de slachtoffers zullen worden ondervangen door dichtheidsafhankelijkheid in o.a. reproductie, en populatieniveaus dalen daarmee niet als gevolg van deze additionele mortaliteit.

Voor de acht meest kritieke trekvogelsoorten zijn recentelijk in het kader van de KEC 4.0 studie ook populatiemodellen opgesteld. Deze populatiemodellen hebben uitgewezen dat de geplande offshore windparken t/m 2030 ook in cumulatie geen significante effecten hebben op de populaties van deze soorten (Potiek et al. 2022b). Op basis van deze uitkomsten en op dit moment bekende windparkplannen, kan geconcludeerd worden dat de staat van instandhouding van trekvogelsoorten door de cumulatieve effecten van offshore windparken in de zuidelijke Noordzee niet in het geding komt.

6.7.3 Vleermuizen

Over vleermuizen is veel minder informatie beschikbaar dan over vogels. Dat vleermuizen over de Noordzee vliegen staat vast, maar hun aantallen, de populatiegroottes waarvan deze dieren afkomstig zijn en hun gedrag op zee zijn, is niet goed bekend. De ruige dwergvleermuis en rosse vleermuis zijn soorten die door hun voorkomen op de Noordzee potentieel negatief beïnvloed kunnen worden door windparken op zee.

In opdracht van Rijkswaterstaat (2015) is voor de verschillende soorten vleermuizen een inschatting gemaakt in hoeverre de verwachte aantallen aanvaringslachtoffers de Potential Biological Removal (PBR) van populaties van deze soorten zullen overschrijden. Dit is een methode waarmee een inschatting gemaakt kan worden van de door mensen veroorzaakte sterfte die door een populatie gedragen kan worden. Deze PBR-waarden zijn gebaseerd op soortspecifieke populatiegroei-curves en minimum populatieschattingen per soort. Dit kon uitsluitend worden gedaan voor de ruige dwergvleermuis en de rosse vleermuis. Voor de andere soorten is niet genoeg data beschikbaar om betekenisvolle uitspraken te doen. Dit leidde tot een PBR-waarde van 1.905 ruige dwergvleermuizen voor de populaties uit Letland, Litouwen, Polen en Zweden en 4.089 rosse vleermuizen uit Letland, Polen en Zweden (Rijkswaterstaat 2015).

Om te bepalen wat de cumulatieve effecten van offshore windparkontwikkelingen in de zuidelijke Noordzee zijn op deze populatie, nemen we bestaande of vergunde windparken mee in de beoordeling. Volgens de meest recente actualisatie van het KEC in 2022 zou het aantal turbines in de zuidelijke Noordzee t/m IJmuiden Ver in 2027 op 7.169 uitkomen (cf. Potiek et al. 2022b). Volgens de aanname dat per turbine 1 vleermuisslachtoffer zal vallen kan cumulatief ook met 7.169 vleermuisslachtoffers per jaar worden gerekend. Van het totaal aantal vleermuizen in de zuidelijke Noordzee wordt het aandeel ruige dwergvleermuizen op 95,7% geschat en van rosse vleermuizen op 2,6% (Rijkswaterstaat 2015). Daarmee kunnen de jaarlijkse cumulatieve aantallen slachtoffers onder ruige dwergvleermuizen op 6.861 en onder rosse vleermuizen op 186 dieren worden geschat. Door toepassing van een stilstandvoorziening (zie paragraaf 6.8.2) wordt het aantal slachtoffers naar verwachting met ongeveer 40% verlaagd. Het aantal slachtoffers onder ruige dwergvleermuizen komt na deze mitigatie uit op 4.109 dieren, ruim boven de PBR van 1.905 dieren, en onder rosse vleermuizen op 112 dieren, ruim onder de PBR van 4.089 dieren.

Conclusie

Op dit moment zijn cumulatieve effecten van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver en andere windparken in de zuidelijke Noordzee uitsluitend gebaseerd op sterftcijfers gemeten op land (Rijkswaterstaat 2015, Leopold et al. 2020). Gebaseerd op huidige kennis is het niet met zekerheid uit te sluiten dat in het worst case-scenario negatieve effecten op de staat van instandhouding van ruige dwergvleermuis optreden, ook na het toepassen van een stilstandvoorziening als mitigatiemaatregel. Belangrijke kanttekening hierbij is dat de gehanteerde populatiegrootte naar verwachting een onderschatting van het werkelijke aantal zal zijn. Gegevens over de Russische populatiegrootte zijn bijvoorbeeld niet meegerekend, terwijl hier (gelet op het landoppervlak) verreweg de meeste dieren van afkomstig zullen zijn. Om meer inzicht te krijgen in de mogelijke effecten van de additionele sterfte is het wenselijk om door middel van een andere methodiek (genetische diversiteit) meer inzicht te krijgen in populatiegroottes. Voor de overige vleermuissoorten zijn effecten op de staat van instandhouding wel uit te sluiten.

6.8 Mitigerende maatregelen

De volgende mitigerende maatregelen zijn te nemen om effecten te verzachten of teniet te doen, onderverdeeld naar de fase van een windpark.

6.8.1 Constructiefase

Mochten er effecten zijn van de aanleg en verwijdering van windturbines op zee dan vinden die alleen plaats in de maanden dat er relatief grote aantallen verstoringsgevoelige zeevogelsoorten in het gebied

aanwezig zijn. Hoe vroeger in het jaar gebouwd wordt, hoe groter de verstoring zal zijn. Vanaf juni tot en met september is nauwelijks een effect op zeevogels te verwachten, omdat de meest verstoringsgevoelige soorten (alk en zeekoet, en eventueel ook duikers en zee-eenden) dan elders verblijven.

Om het effect van verlichting op vogels te minimaliseren zou 's nachts aan boord van schepen minimale verlichting moeten worden toegepast, en dan idealiter ook gebruik worden gemaakt van verlichting met een 'vogelvriendelijke' kleur, zoals groen of blauw (zie Poot et al. 2008).

6.8.2 Operationele fase

Uit dit hoofdstuk blijkt dat alternatief 2 de minste impact op vogels en vleermuizen heeft. Effecten van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver worden geminimaliseerd door zo een klein mogelijk aantal grote turbines (minste aantal slachtoffers) op een zo klein mogelijk oppervlak (minste habitatverlies) neer te zetten. Bovendien worden in het algemeen bij windturbines met hogere tiplaatjes minder aanvaringslachtoffers berekend dan bij lagere tiphoogtes. Daarnaast blijkt dat bij tweebladige turbines minder aanvaringslachtoffers vallen dan bij driebladige turbines, indien dezelfde optimale rotorsnelheid en rotordiameter wordt gehanteerd. Tweebladige turbines hebben daarom de voorkeur als er gestreefd wordt om de aantallen aanvaringslachtoffers te minimaliseren, echter zijn tweebladige turbines slechts beperkt beschikbaar.

Vogels

Onduidelijk is of verdere **inrichtingsmaatregelen** nog effect sorteren op zeevogels, omdat de mate van habitatverlies van verschillende configuraties van windturbines, de stimulus voor habitatverlies, alsook de mate waarin vogels uiteindelijk zullen wennen aan windturbines, nog niet goed bekend zijn. Eerder onderzoek suggereert wel dat de configuratie van het park, en dan met name de aanwezigheid van corridors, gunstig kan uitpakken voor sommige soorten. Aan de oostkust van Engeland bleken groepen ganzen bijvoorbeeld gebruik te maken van een corridor tussen twee opstellingen van windparken (Plonczkier & Simms 2012). Ook in OWEZ leken vogels liever het windpark te kruisen op plaatsen waar er alleen een enkele rij turbines stond en leken vogels een voorkeur te hebben om langs stilstaande turbines te vliegen in plaats van langs draaiende turbines (Krijgsveld et al. 2011). Het is echter onbekend wat de minimale breedte van een 'corridor' zou moeten zijn.

Het effect van een **alternatieve vorm** van het windpark (bijv. langgerekt, vierkant, ruitvormig etc.) op risico's voor vogels is nauwelijks bekend. In theorie zou een langwerpige opstelling of een ruitvorm, waarvan de korte zijden c.q. de punten in de overwegende vliegrichting wijzen, het aanvaringsrisico beperken. Langs de kust overheerst de noord-zuid trek. Gezien de ligging van het windenergiegebied IJmuiden Ver speelt de oost-west trek (naar de Britse eilanden) naar verwachting een minder grote rol. Er is onvoldoende bekend om een bepaalde voor vogels gunstiger vorm van het windpark te adviseren. De onderlinge afstand tussen turbines lijkt uit eerder onderzoek wel van belang voor vermijdingsgedrag van vogels. Uit een vergelijkend onderzoek tussen OWEZ en PAWP lijkt naar voren te komen dat in parken met een hoge dichtheid aan turbines een grotere verstoring wordt gevonden dan in parken waar de turbines verder uit elkaar staan, hoewel ook andere factoren zoals turbinegrootte en minimale tiphoogte mogelijk een rol spelen (Leopold et al. 2011, 2012; Skov et al. 2017).

Op grond van de resultaten van Deense studies in Horns Rev en Nederlandse studies in OWEZ moet worden aangenomen dat het windpark, inclusief een zone van in ieder geval enkele honderden meters eromheen, gemeden zal worden door jan-van-gent en deels door alkachtigen, maar dat meeuwen er

zullen blijven komen. Dit beperkte effect sluit inrichtingsalternatieven op detailniveau binnen het windpark uit; alleen op grotere afstand van het windpark kunnen inrichtingsalternatieven wellicht effect sorteren. Effecten van inrichtingsalternatieven als ashoogte, rotorlengte, draaisnelheid, kleur van de windturbines, verlichting aan of rond de windturbines of configuratie van de windturbines op verstoring van zeevogels, zijn onbekend. Op dit moment kan daarom alleen gesteld worden dat een groter habitatverlies vermoedelijk een navenant groter effect op de ter plaatse verblijvende zeevogels zal hebben. Configuraties die dus tot een groter habitatverlies leiden (gemeten als de omtrek rond de buitenste windturbines) zijn dus relatief ongunstig. Daarentegen is een groot oppervlak met weinig (grote) turbines mogelijk weer gunstiger doordat verstoring tussen turbines kleiner is en er mogelijk corridors ontstaan waar vogels wel tussendoor durven.

Het **vergroten van de detectiekans van vogels voor turbines** kan leiden tot een vermindering van het aantal aanvaringslachtoffers. Wel zijn deze soortspecifiek en daarmee gebonden aan diverse beperkingen. Er zijn aanwijzingen dat de grootste kans op succes wordt geboden door maatregelen als het aanbrengen van reflectors en lasers, maar ook akoestische waarschuwingssignalen. Zo toonden May et al. (2020) in Noorwegen aan dat het zwart werven van turbinebladen mogelijk het aantal slachtoffers kan verminderen. Direct licht is waarschijnlijk niet geschikt omdat dit 's nachts, en dan met name tijdens mist, juist aantrekking tot gevolg heeft.

Voor passerende trekvogels kunnen verschillende inrichtingsalternatieven (ashoogte, rotorlengte, draaisnelheid, kleur van de turbines, verlichting aan of rond de windturbines of configuratie van de windturbines) wel een effect hebben, indien deze de detectiekans verhogen. Ook is recent binnen de kaders van het Wozep onderzoeksprogramma gestart met de ontwikkeling van een voorspelmodel voor vogeltrek, waarmee turbines op de juiste, ruimschoots van tevoren voorspelde momenten (bv. tijdens massale migratie of specifiek weer) stilgezet kunnen worden. Er zijn momenteel geen resultaten beschikbaar waaruit zou kunnen blijken welke van deze maatregelen een reële verbetering ten opzichte van een basisalternatief zou kunnen betekenen. Bovendien kleven aan diverse maatregelen, zoals verlichting, weer andere nadelen zoals het risico op aantrekking.

Verschillende onderzoeken leveren geen eenduidige conclusie over welk type **turbineverlichting** het best gebruikt kan worden om het aantal aanvaringen met windturbines te verminderen. Uit een experimenteel onderzoek op de Noordzee bleek dat continue (niet-knipperend) rood licht minder nachtelijke trekvogels aantrekt dan continu groen, blauw en wit licht. Ook bleek dat knipperend licht (1s aan, 1s uit) minder vogels aantrekt dan continu licht (Rebke et al. 2019). Wel heeft onderzoek naar de verlichting van boorplatforms en het effect daarvan op (trek)vogels aangetoond dat vogels worden aangetrokken door rood, geel en wit licht (Marquenie et al. 2009). Daarentegen bleek dat blauw licht nauwelijks verstorend werkt op trekvogels, evenals groen licht; 80% van de vogels vliegt ongestoord verder (Poot et al. 2008, Van der Laar 2007). In tegenstelling tot blauw licht is groen licht ook geschikt voor werkomstandigheden en ook voor een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver kan worden overwogen om dergelijke verlichting toe te passen. Hierbij gaat het, in tegenstelling tot de situatie op een gasplatform op zee, alleen om navigatieverlichting en niet (ook) om werkverlichting. Omdat werkverlichting veel sterker is dan navigatieverlichting valt nog te bezien in hoeverre hier duidelijk winst te behalen valt. Er dient bovendien te worden nagegaan in hoeverre dit past binnen de IALA-richtlijnen (IALA 2008) en wensen van het bevoegd gezag. De grootste winst is te behalen door de verlichting op de turbines juist tot een minimum te beperken. Het lijkt op voorhand zeker niet gunstig om de masten te verlichten (flood lights), tenzij met aangepaste lichtkleuren gewerkt kan worden. Verlichting op (grote) werkschepen kan een probleem zijn als deze vogels aantrekt gedurende donkere nachten terwijl de windturbines draaien.

Onderhoudswerkzaamheden dienen daarom 's nachts vermeden te worden, zeker gedurende de trekseizoenen.

Onderzoek wordt gedaan naar **stilstandvoorzieningen** op land tijdens piekmomenten van vogelactiviteit. Op momenten dat veel vogels langskomen (gedetecteerd door visuele waarnemers, radar of camera's) worden automatisch turbines uitgeschakeld om aanvaringen te verminderen (een zogeheten 'reactieve stilstandvoorziening'). Deze techniek wordt in enkele bestaande vergunningen al voorgeschreven, maar staat nog in de kinderschoenen en wordt vooralsnog voornamelijk in testprojecten toegepast. Daarnaast wordt er momenteel binnen het Wozep onderzoeksprogramma gewerkt aan een vogeltrekvoorspelmodel dat als input moet dienen voor een proactieve stilstandvoorziening, waarbij turbines voorafgaand aan voorspelde piekmomenten van vogelactiviteit uitgeschakeld kunnen worden. Door Krijgsveld et al. (2015) is een overzicht gemaakt van het voorkomen van trekpieken boven de Noordzee en is een inschatting gedaan welk mitigerend effect een goedwerkende stilstand voorziening zou kunnen hebben. Uit deze analyse bleek dat trekpieken op rotorhoogte tijdens relatief weinig nachten per jaar voorkomen (gem. 10 nachten per jaar waarop meer dan 1,5% van de jaarlijkse flux doortrekt). Tijdens deze tien nachten komen gemiddeld 7 vogels per turbine per jaar in aanraking met turbines. Verder kan het Wozep voorspelmodel mogelijk niet alleen een temporele differentiatie maar ook een ruimtelijke differentiatie in het voorkomen van pieknachten in de vogeltrek bieden. De eerste resultaten van dit onderzoek laten namelijk zien dat de herkomst van trekvogels boven de Noordzee afhankelijk is van windrichting en tijd van het jaar (Bradarić et al. 2020). Zodoende zouden bij bepaalde omstandigheden windparken gericht stilgezet kunnen worden waar de trekpieken verwacht worden.

Het positieve effect van stilstaande turbines kan ook bereikt worden door slim **plannen van onderhoudswerkzaamheden**. Naast reparatiewerkzaamheden moeten de turbines namelijk jaarlijks onderhouden worden wat vooraf ingepland kan worden. Door dit bijvoorbeeld in de vroege zomer in te plannen, wanneer de weersomstandigheden voor onderhoud gunstig zijn en relatief weinig opbrengstverlies is door lage windsnelheden, kunnen tegelijkertijd de hoge aantallen aanvaringslachtoffers onder kleine mantelmeeuwen verminderd worden.

Vleermuizen

De beste methode om het aantal aanvaringslachtoffers bij vleermuizen te verlagen is door de draaisnelheid van de rotorbladen te verlagen gedurende de momenten waarop vleermuizen in windparken te verwachten zijn (Smallwood & Bell 2020). Het is aangetoond dat het verlagen van de draaisnelheid tot 1-2 rpm de vleermuissterfte met 44 - 93% kan verminderen (Baerwald et al. 2009). Bij nieuwe offshore turbines is de tipsnelheid van de rotorbladen bij 1 rpm ca. 30 km/h. Bij 2 rpm is de tipsnelheid twee keer zo groot. Volgens verwachtingen (op basis van verkeerslachtoffers) zullen bij 1 rpm geen slachtoffers vallen, en bij 2 rpm bestaat er een geringe kans voor slachtoffers. Op basis van metingen van vleermuisactiviteit en bijhorende weersgegevens in bestaande Nederlandse offshore windparken heeft Boonman (2018) berekend dat een stilstandvoorziening het aantal slachtoffers met ongeveer 40% kan verlagen (Boonman 2018).

Aanvankelijk werd voor de windparken op zee de volgende stilstandvoorziening voor vleermuizen voorgeschreven (<http://wetten.overheid.nl/BWBR0037802/2017-11-08>):

"... Daarom is gekozen voor een maatregel waar de cut-in windspeed van de turbines wordt verhoogd naar 5,0 m/s op ashoogte gedurende de periode van 15 augustus tot en met 30 september tussen 1 uur na zonsondergang tot 2 uur voor zonsopkomst. Beneden deze windsnelheid moet het aantal rotaties per minuut per windturbine tot minder dan 1 worden gebracht."

Boonman (2018) liet zien bleek dat deze stilstandvoorziening niet optimaal is omdat een belangrijk deel van de vleermuisactiviteit bij windsnelheden boven de 5 m/s plaatsvindt (uitgaande van windsnelheid op gondelhoogte). Een hogere startwindsnelheid dan 5 m/s is wenselijk bij wind uit oostelijke richting wanneer de temperatuur boven de 11 graden ligt. De optimale stilstandvoorziening is uiteengezet door Boonman (2018). Deze stilstandvoorziening verlaagt de kans op slachtoffers zonder dat dit tot extra energieverlies zal leiden ten opzichte van de 'oude' stilstandvoorziening.

Omdat de vleermuisactiviteit verder op zee naar verwachting afwijkt van de locaties dichtbij de kust heeft RWS Zee en Delta besloten om voor IJmuiden Ver een nieuwe stilstandvoorziening te bepalen. Deze nieuwe stilstandvoorziening (Boonman, 2022) is gebaseerd worden op metingen van de vleermuisactiviteit ver op zee (o.a. platforms K13, P6, P9, P11). De nieuwe stilstandvoorziening zal naar verwachting aan gelijke reductie (40%) van het aantal slachtoffers teweeg brengen.

Samenvatting

Er zijn diverse mogelijkheden om effecten van windturbine(parken) op vogels te beperken, met name in het geval van het beperken van aantallen aanvaringslachtoffers (aantallen en grootte turbines, aantal bladen, vergroten detectiekans, stilstandvoorziening). Van grootste invloed op de aantallen slachtoffers onder alle vogelgroepen (zowel lokale vogels (broedend en niet-broedend) als vogels op seizoenstrek) is de grootte en snelheid van de rotoren. Grotere, en daarmee minder, turbines, veroorzaken in totaal minder slachtoffers. Aanpassingen aan de werkingstijd van turbines ('temporary shutdown') in combinatie met een detectiesysteem van verhoogde vogelactiviteit op rotorhoogte ('early-warning stopping mechanism') bieden mogelijk ook kansen voor mitigatie van aanvaringseffecten tijdens piekmomenten van trek (Krijgsveld et al. 2015, May et al. 2015). Een voorbeeld hiervan is de recente ontwikkeling van een voorspelmodel voor vogeltrek, waarmee turbines op de juiste momenten, die ruimschoots van tevoren worden voorspeld (bv. tijdens massale migratie of specifiek weer), stilgezet kunnen worden.

Verder zijn er diverse maatregelen mogelijk om de detectiekans te vergroten, maar deze zijn soortspecifiek en daarmee gebonden aan diverse beperkingen (May et al. 2015). Hierbij kan worden gedacht aan verschillende typen stimuli die een reactie teweeg kunnen brengen bij vogels. De frequentie en intensiteit moeten echter dermate onderscheidend zijn dat geen gewenning optreedt. De grootste kans op succes van deze maatregelen heeft het aanbrengen van reflectors en lasers, maar ook akoestische waarschuwingssignalen.

De beste methode om het aantal aanvaringslachtoffers bij vleermuizen te verlagen is door de draaisnelheid van de rotorbladen te verlagen gedurende de momenten waarop vleermuizen in windparken te verwachten zijn.

6.8.3 Verwijderingsfase

Mitigatie tijdens de uiteindelijke sloop ligt vooral in de timing van de sloop: niet slopen wanneer de dichtheden van verstoringgevoelige soorten zeevogels hoog zijn, dus in najaar, winter en vroege voorjaar. Daarnaast kan wellicht een methode van slopen gevonden worden die relatief weinig geluid produceert of waarmee snel de klus geklaard kan worden. Tevens is het van belang om net als tijdens de aanlegfase het effect van verlichting op vogels te minimaliseren door 's nachts aan boord van schepen minimale verlichting en een 'vogelvriendelijke' kleur toe te passen (zie vorige paragraaf).

6.9 Leemten in kennis en informatie

Er zijn leemtes in kennis over aanvaringsrisico's, barrièrewerking en verstoring als gevolg van windparken op zee (zowel overdag als 's nachts). Met name soortspecifieke kennis ontbreekt. Validatie van modellen om aanvaringslachtoffers te voorspellen op zee ontbreekt. Ook over verstoringsevoeligheden en verstoringafstanden van zeevogels zijn nog leemtes in kennis, evenals in hoeverre vogels kunnen wennen aan windparken. Op basis van literatuur is aangenomen dat 10% van de verstoorde vogels sterft. Het is niet bekend in hoeverre deze aanname overeenkomt met de werkelijkheid, maar wel kan worden gesteld dat 10% aan de veilige kant is (worst-case aanname).

Voor vleermuizen geldt dat er leemtes in kennis zijn ten aanzien van de basiskennis over populatieomvang en soortspecifieke verspreiding. Onbekend is het relatieve belang van de Noordzee voor verschillende soorten vleermuizen en hun veranderingen in gedrag als gevolg van windparken.

6.10 Grensoverschrijdende effecten

Broedvogels

Windenergiegebied IJmuiden Ver ligt buiten bereik van de meeste broedkolonies gelegen in Natura 2000-gebieden. Alleen broedende kleine mantelmeeuwen afkomstig uit de kolonies in de Nederlandse Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee kunnen het windenergiegebied in theorie bereiken. Windenergiegebied IJmuiden Ver ligt niet binnen de foerageerrange van andere Nederlandse of buitenlandse kolonies in Natura 2000-gebieden waarvoor een instandhoudingsdoelstelling voor kleine mantelmeeuw als broedvogel is geformuleerd.

Niet-broedvogels

Met de aanname dat zeevogels buiten het broedseizoen zich nomadisch verplaatsen over de gehele Noordzee, kunnen individuen op de (zuidelijke) Noordzee als één populatie worden gezien. De verwachting is daarom dat individuen die gebruik maken van Natura 2000-gebieden, en dus de 'populatie' van zo'n Natura 2000-gebied, vergelijkbare impact ondervinden als de Noordzee-populatie als geheel.

In dit hoofdstuk en de Passende Beoordeling is geconcludeerd dat significante effecten op populaties binnen Natura 2000-gebieden ook in cumulatie zijn uitgesloten. Dit geldt ook voor buitenlandse Natura 2000-gebieden.

7 Onderwaterleven

7.1 Inleiding

In deze effectbeschrijving is ervan uitgegaan dat Kavel I van windenergiegebied IJmuiden Ver zal bestaan uit 67 windturbines van 15 MW óf 50 turbines van 20 MW. Voor de berekeningen is er niet alleen uitgegaan van monopilefunderingen, maar is ook de mogelijke toepassing van tripod- of jacketfunderingen onderzocht. Voor die funderingstypen worden per windturbine respectievelijk 3 of 4 (dunnere) palen geheid. Deze worden vooral toegepast in dieper water. Zie ook Tabel 7.1.

Tabel 7.1 Turbinevarianten waarvoor berekeningen zijn uitgevoerd

Turbinevermogen	15 MW	20 MW	20 MW	20 MW
Type fundering	Monopaal	Monopaal	Tripod	Jacket
Aantal palen	1	1	3	4
Paaldiameter (m)	9	15	5	3
Hamerenergie (kJ)	4000	7000	2000	2000

In Tabel 7.2 is de onderzochte bandbreedte weergegeven.

Tabel 7.2 Bandbreedte van alternatieven voor onderwaterleven.

	Alternatief 1	Alternatief 2
Aantal turbines	67	50
Geïnstalleerd vermogen per turbine	15 MW	20 MW
Aantal fundaties per dag	2 turbinelocaties per 3 dagen	2 turbinelocaties per 3 dagen
Geluidsnorm	160 of 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (op 750m)	160 of 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (op 750m)
Netto heitijd per monopile-fundering	2 uur	2 uur
Geschatte periode waarin heiwerkzaamheden plaatsvinden	3,5 tot 4 maanden	2,5 – 3,5 maanden

In dit hoofdstuk worden de effecten van de kavel op het onderwaterleven ten opzichte van de huidige situatie, en de onderlinge verschillen tussen alternatief 1 en alternatief 2.

7.2 Beoordelingskader

7.2.1 Benthos (bodemdieren) en vissen

Om inzicht te krijgen in het belang van het plangebied voor bodemdieren en vissen wordt de huidige situatie eerst beschreven op de schaal van het Nederlands Continentaal Plat. Vervolgens wordt de directe omgeving van het plangebied nader beschreven. Bij het beschrijven van de huidige situatie is specifieke aandacht besteed aan soorten die beschermd zijn in nationale en internationale beleidskaders. Voor de autonome ontwikkeling (ontwikkeling zonder windpark) is gebruik gemaakt van bestaande rapporten die ingaan op langjarige trends van bodemdieren en vissen, en factoren die hierop van invloed zijn geweest.

Bij de effectbeschrijvingen is vooral gebruik gemaakt van de resultaten van ecologische effectenstudies van het Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ), het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC 4.0) en de tussentijdse resultaten van het Wind op Zee Ecologisch Programma (WOZEP). De opgedane kennis uit deze effectenstudies is ook gebruikt in de milieueffectrapporten voor de kavels in windenergiegebieden Borssele en Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west), waarop de effectbeoordeling voor de kavel in IJmuiden Ver tevens is gebaseerd.

Voor het beoordelingskader is aangesloten bij doelen van (inter)nationale wetgeving (zie hoofdstuk 2) en parameters die gebruikt worden om te toetsen of deze doelen gehaald worden. Doelen van (inter)nationale wetgeving zijn vooral gericht op het behoud of versterking van biodiversiteit en bescherming van soorten van speciaal (commercieel) belang. Veelgebruikte parameters om te toetsen of doelen gerealiseerd worden, zijn de biodiversiteit (uitgedrukt in het aantal soorten), de soortensamenstelling en aantallen, dichtheden en biomassa's van aanwezige soorten.

Het aanleggen van een windpark op zee kan op verschillende wijze invloed hebben op de lokale vis- en benthosgemeenschappen. Effecten kunnen ingedeeld worden in de volgende categorieën:

- Effecten van bodemberoering tijdens de constructie, leidend tot vertroebeling en habitatdestructie.
- Effecten van geluid en/of trillingen tijdens de constructie en de exploitatie.
- Effect van magnetische straling tijdens de exploitatie.
- Effect van verbod op sleepnetvisserij in windparken tijdens exploitatie.
- Effect van de aanwezigheid van harde structuren tijdens exploitatie.

7.2.2 Zeezoogdieren

Zeezoogdieren kunnen zowel tijdens de aanlegfase als de exploitatie- en verwijderingsfase effecten ondervinden van het windpark. Onderwatergeluid kan leiden tot verstoring, tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging, habitatverlies en barrièrewerking. Tijdens de aanleg en het seismisch onderzoek kunnen de effecten van geluid mogelijk aanzienlijk zijn. De verstoring is echter tijdelijk. Tijdens de exploitatiefase is het onderwatergeluid beperkt, maar wel van langdurige aard. Verder kan de aanwezigheid van scheepvaart ten behoeve van aanleg, exploitatie en verwijdering van de funderingen, windturbines en kabel leiden tot verstoring. Het aanleggen van de kabels en het verwijderen van kabels en funderingen kan leiden tot een beïnvloeding van de waterkwaliteit (slibpluim) die effecten kan hebben op het foerageergebied. Het fysieke ruimtebeslag (de oppervlakte die de funderingen in beslag nemen) van het windpark is dermate gering afgezet tegen het totale leefgebied van zeezoogdieren, dat dit te verwaarlozen is. Eventueel verloren gaan van foerageergebied is alleen gerelateerd aan het onderwatergeluid van de windturbines in de gebruiksfase.

7.2.3 Beoordelingscriteria en effectbeoordeling

In Tabel 7.3 wordt per soortengroep het beoordelingskader gegeven. Hierbij wordt per effecttype de worst-case situatie binnen de gestelde bandbreedte beoordeeld. Indien er sprake is van grote effecten dan worden ook alternatieve aanlegfasen beoordeeld als mogelijke mitigerende maatregel.

Tabel 7.3 Beoordelingscriteria en onderwaterleven

Aspect	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Onderwaterleven	Bodemdieren en vissen Aanleg - geluid/trillingen - Bodemberoering	Bodemdieren & vissen
	Gebruik - Geluid/trillingen - Bodemberoering - Aanwezigheid harde structuren - Aanwezigheid van EMV - Verbod bodemberoerende visserij in windpark	Verstoring Aantasting Habitatverlies
	Verwijdering - Idem aanleg	
	Zeezoogdieren Aanleg Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen Fysieke aantasting Gebruik Verstoring door geluid en trillingen turbines Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)	Zeezoogdieren Verstoord oppervlak (km ²) Aantal verstoorde dieren Tijdsduur van de verstoring Aantal aangetaste dieren
	Verwijdering Idem aanleg	

7.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

7.3.1 Benthos

Het benthos omvat de bodemfauna van de zee en bestaat uit een diverse gemeenschap van soorten met een mobiele (bijv. krabben, garnalen, wormen en zeesterren) of vastzittende (bijv. anemonen en zakpijpen) levenswijze. In de Noordzee wordt doorgaans onderscheid gemaakt tussen benthosgemeenschappen op hard substraat (zowel van nature voorkomende harde substraten zoals stenen, grind of schelpdierbanken als kunstmatige harde substraten zoals scheepswrakken, dijken, kunstwerken en platforms inclusief windturbines op zee) en zacht substraat (zachte bodems bestaande uit bijv. zand, slib, klei of veen). Soorten hebben uiteenlopende groottes en voedselstrategieën; zo zijn er filter feeders, roofdieren en aaseters. Typerend in het benthos van de Noordzee is het voorkomen van 'biogene riffen': soorten die plaatselijk zeer talrijk aanwezig zijn, een habitat op zichzelf vormen en een belangrijke schakel zijn in de voedselketen van de Noordzee, bijv. schelpdierbanken van mosselen en oesters en banken van schelpkokerwormen.

Het benthos van de Noordzee is soortenrijk en vertoont een zeer sterke regionale variatie. Voor Nederland wordt doorgaans gesproken over de benthosgemeenschap van het Nederlands Continentaal Plat (NCP).

De meest soortenrijke benthosgemeenschappen van het NCP bevinden zich op de Doggersbank, de Oestergronden en het Friese Front (Craeymeersch et al. 2008; Daan et al. 2009). De Nederlandse Noordzeekustzone is aanzienlijk soortenarmer, onder andere door een lagere saliniteit, hogere variabiliteit in klimatologische en hydrologische omstandigheden en verstoring door de mens, zoals vervuiling en eutrofiëring (Craeymeersch et al. 2008). In paragraaf 7.3 van Bijlage 4 is de huidige situatie van benthos in en nabij het plangebied nader beschreven.

In Nederland is geen rode lijst voor mariene benthossoorten. Wel is in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie het streven naar de terugkeer en het herstel van biogene riffen genoemd (Min. IenW & Min. LNV, 2018). Voor een aantal rifbouwende soorten zijn dan ook OSPAR-aanbevelingen uitgebracht over bescherming en/of herstel van de soorten en/of de habitats die zij vormen (OSPAR Commission 2013a, 2013b, 2013c, 2015). Deze soorten en habitats staan op de OSPAR-lijst van bedreigde of achteruitgaande soorten en habitats (OSPAR Commission 2008). Naast biogene riffen zijn ook de noordkromp en de purperslak opgenomen in de OSPAR-lijst.

Aanwezigheid beschermde soorten en biogene riffen

Binnen het plangebied IJmuiden Ver zijn nog geen specifieke onderzoeken uitgevoerd naar de aanwezige bodemdiergemeenschappen. Wel zijn nabij het plangebied in het kader van het MWTL-bemonsteringsprogramma de benthische soorten gemonitord met een bodemschaaf en boxcore, en heeft Oceana er twee bodemsurveys uitgevoerd.

In het plangebied komen zover bekend geen voor Nederland relevante soorten voor die beschermd zijn krachtens de OSPAR lijst van bedreigde en/of afnemende soorten (Bos et al. 2016) zoals de noordkromp (*Artica islandica*), purperslak (*Nucella lapillus*) en platte oester (*Ostrea edulis*). Met de voorspelde verspreiding lijken Sabellaria-banken, die beschermd zijn krachtens de OSPAR lijst als bedreigd habitat, voornamelijk buiten het Nederlandse deel van de Noordzee voor te komen in dynamische gebieden dicht bij de Engelse kust (Herman & van Rees 2022).

Echter, op de Bruine Bank zijn wel Sabellaria-banken aangetroffen (van der Reijden et al. 2019). Naast de Bruine Bank zijn Sabellaria-banken in het Nederlandse deel van de Noordzee vooralsnog enkel bekend van het Friese Front (observatie NIOZ Forage Fish Survey 2019⁵¹). Individuele Sabellaria is wel op meerdere andere locaties op het NCP waargenomen, maar hierbij vervullen ze niet de belangrijke riff-functie. Gezien de nabijheid van de Sabellaria-banken op de Bruine Bank en de vergelijkbare habitat bij het plangebied is er een redelijke kans dat deze ook in het plangebied aanwezig zijn.

7.3.2 Vissen

In de gehele Noordzee zijn 266 vissoorten waargenomen die potentieel deel uitmaken van de Noordzee-visgemeenschap, exclusief obligate zoetwatersoorten die incidenteel in estuaria aangetroffen worden (Daan, 2005), waarvan 138 op het NCP (Bos et al. 2016). In de visgemeenschap van de Noordzee kan onderscheid gemaakt worden tussen soorten met een pelagische (in de waterkolom) levenswijze (zoals haring en kabeljauw) en soorten met een bodemgebonden levenswijze (bijv. platvissen en grondels). Voor de verspreiding van bodemgebonden vissen geldt dat de hoogste aantallen gevonden worden in diep water, met bodems bestaande uit grof sediment. Niet-bodemgebonden vissen zijn talrijker langs de kust en in het noordelijke deel van het continentaal plat. Daarnaast zijn de trekvisser in grotere dichtheden

⁵¹ <https://www.nioz.nl/en/blog/niozatsea-north-sea-expediton-22-29-oktober-2019>

aanwezig nabij de riviermondingen. In paragraaf 7.2 van Bijlage 4 is de huidige situatie van vissen relevant voor het plangebied nader beschreven.

Binnen het plangebied IJmuiden Ver zijn nog geen specifieke onderzoeken uitgevoerd naar de aanwezige visgemeenschappen. Wel is er data van gestandaardiseerde visbemonsteringen uit de omgeving beschikbaar, waar informatie aan ontleend kan worden. Ook binnen het MWTL-bemonsteringsprogramma worden visdata ingewonnen. Zo is bij het bodemschaven ook de visvangst geregistreerd, al is deze methodiek niet specifiek ontwikkeld op het bemonsteren van vis. Voor dit MER is de data gebruikt van negen monsterlocaties op de Bruine Bank die zijn bemonsterd in 2019 en 2021. De monsterpunten op de Bruine Bank liggen dicht bij het plangebied en gezien de overeenkomsten in habitat is het aannemelijk dat er grote gelijkenissen zijn in het voorkomende onderwaterleven.

Viseieren en -larven

Viseieren en larven worden het hele jaar door aangetroffen in de wateren van het NCP, maar in het zuidelijk deel van de Noordzee worden de hoogste aantallen eieren gevonden van januari tot mei, en de hoogste aantallen vislarven van april tot en met juni (van Damme et al. 2011). De anadrome vissoort Atlantische steur (*Acipenser sturio*), beschermd conform het Soortendeel van de Wet Natuurbescherming, komt in zeer lage getalen voor in open zee waar ze nabij de bodem leven. Er is één bijzondere melding van de vangst van een Atlantische steur bij de Bruine Bank in 2016 (Nature today, 2017). In paragraaf 4.1 van Bijlage 4 is ook de huidige situatie van de viseieren en larven relevant voor het plangebied nader beschreven.

7.3.3 Zeezoogdieren

Soorten en beschermingsregime

Door de aanleg en daaropvolgende de exploitatie, het onderhoud en de uiteindelijke verwijdering van het windpark treden mogelijk effecten op het gedrag en/of de conditie van zeezoogdieren in de Noordzee op. Het gaat daarbij voornamelijk om zeehonden en bruinvissen. Andere soorten zeezoogdieren trekken zelden en onregelmatig door de Nederlandse wateren (zie bijvoorbeeld: Geelhoed SCV & T. van Polanen Petel, 2011). Dit komt doordat het zwaartepunt van hun leefgebied elders ligt. Dit is het geval bij de witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*), dwergvinvis (*Balaenoptera acutorostrata*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*lge). De aanwezigheid in het plangebied van deze soorten is dermate incidenteel dat geen belangrijke effecten van de aanleg, exploitatie of verwijdering van een windpark in het windenergiegebied IJmuiden Ver op de populatie van deze soorten mogelijk zijn. Deze soorten worden daarom niet verder behandeld.

De bruinvis is beschermd onder verschillende conventies en verdragen, zoals de Conventie van Bern en de Conventie van Bonn en is gekwalificeerd als beschermde soort onder de Europese Habitatrichtlijn (Bijlage II en IV). Op basis van beschikbare informatie over de specifieke ecologische functie voor de bruinvis kan geen onderscheid gemaakt worden ten aanzien van het belang van afzonderlijke gebieden enerzijds en de rest van de Noordzee anderzijds. Bescherming van de sterk mobiele soort in een specifiek gebied is daarom niet geëigend, maar moet aansluiten bij de relevante ecologische schaal van het voorkomen van de populatie bruinvissen (het zuidelijke deel van de Noordzee).

De gewone zeehond en de grijze zeehond zijn eveneens beschermd onder verschillende conventies en verdragen. Beide soorten zijn gekwalificeerd als beschermde soorten onder de Europese Habitatrichtlijn (Bijlage II en V).

Bruinvis

Habitat

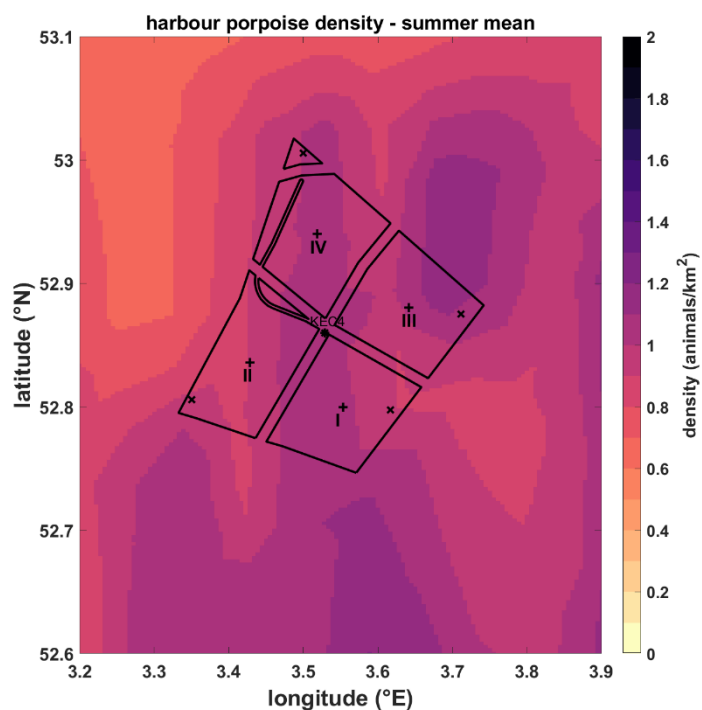
Van de walvisachtigen (Cetacea) is de bruinvis (*Phocoena phocoena*) de enige soort die met grote regelmaat in de Nederlandse kustwateren wordt gesignaleerd. De bruinvis is vooral een soort van het relatief ondiepe water van kustzeeën (zoals het NCP) en estuaria, maar wordt ook wel verder van de kust aangetroffen en tot op diepten van meer dan 200 meter (Goodson 1996, Read 1997). Ze zijn het talrijkst in relatief ondiepe kustwateren en zij foerageren vaak op de zeebodem. Ze eten verschillende soorten pelagische en demersale vis, maar ook inktvis, schaaldieren en borstelwormen (Camphuysen & Siemensma, 2011). De bruinvis leeft incidenteel in groepen van meer dan 100 dieren, maar meestal in losse verbanden. Onderzoek (Jansen, 2013) heeft uitgewezen dat verreweg het grootste aandeel van het dieet van bruinvissen uit pelagische en schoolvormende vissoorten bestaat.

Aantallen

In de eerste helft van de vorige eeuw was de bruinvis algemeen voorkomend in de Nederlandse kustzone, vanaf ongeveer 1940 werd deze soort een zeldzame en onregelmatige verschijning. Sinds 1986 houdt de bruinvis zich weer vrij algemeen voor onze kust op. Vermoed wordt dat bij deze verschuiving (en dus geen absolute toename) voedselgebrek in het noordelijke deel van de Noordzee een rol speelt. Latere studies laten deze toename nog duidelijker zien (deze toename wordt ook bevestigd door de waarnemingen van Geelhoed et al. (2010-2019)).

Voor bruinvissen is de lokale dichtheid afgeleid van de kaart die door Gilles et al. (2020) in opdracht van Rijkswaterstaat is samengesteld. Het betreft een update van de kaart voor de zomerdichtheid van bruinvissen van Gilles et al. (2016), aangevuld met gegevens van de 2016 SCAN-III survey en jaarlijkse zomertellingen uit België, Nederland (door WMR), Duitsland en Denemarken over de periode 2014 – 2019. Vanwege het ontbreken van actuele kaarten voor de overige seizoenen, is er voor deze studie, net zoals in Heinis & de Jong et al. (2022) van uitgegaan dat de gemiddelde verspreidingskaart uit Gilles et al. (2020) voor het hele jaar geldt. In Figuur 7.1 is de dichtheid in en rond het windenergiegebied IJmuiden Ver weergegeven.

Figuur 7.1 Lokale bruinvisdichtheid in en rond het windenergiegebied IJmuiden Ver, uit de kaart die door Gilles et al. (2020) in opdracht van Rijkswaterstaat is samengesteld.



Zeehond

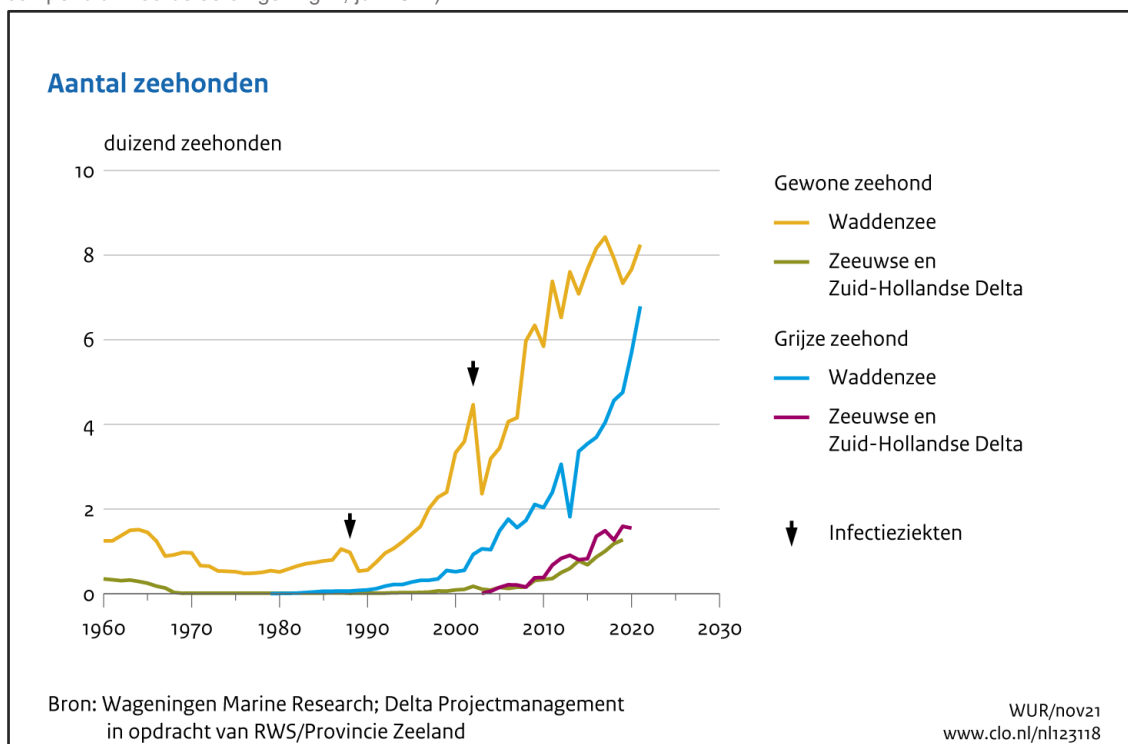
In Nederlandse wateren komen twee soorten zeehonden voor, gewone zeehonden (*Phoca vitulina*) en grijze zeehonden (*Halichoerus grypus*). Zowel de gewone als de grijze zeehond worden genoemd in bijlage II en V van de Habitatrichtlijn. Sinds de jaren 1980 zijn de aantallen van beide soorten in Nederlandse wateren exponentieel gegroeid, met uitzondering van de jaren 1988 en 2002 waarin een virusepidemie was uitgebroken.

Figuur 7.2 geeft de aantallen zeehonden weer in de Waddenzee en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta. De (landelijke) Staat van Instandhouding voor de gewone zeehond is matig ongunstig, voor de grijze zeehond is deze gunstig⁵².

Het Waddengebied is het belangrijkste gebied voor gewone en grijze zeehonden in Nederland, met een populatieomvang van respectievelijk ongeveer 8.000 en 4.500 dieren in 2019 (zie Figuur 7.2). Grijze zeehonden waren voor 1980 vrijwel afwezig in Nederland. Sindsdien is het gebied opnieuw gekoloniseerd en aantallen zijn toegenomen. Sinds circa 1980 en 2000 worden in respectievelijk de Waddenzee en het Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta ook grijze zeehonden gezien.

⁵² Beheerplan Waddenzee 2016-2022, Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2016)

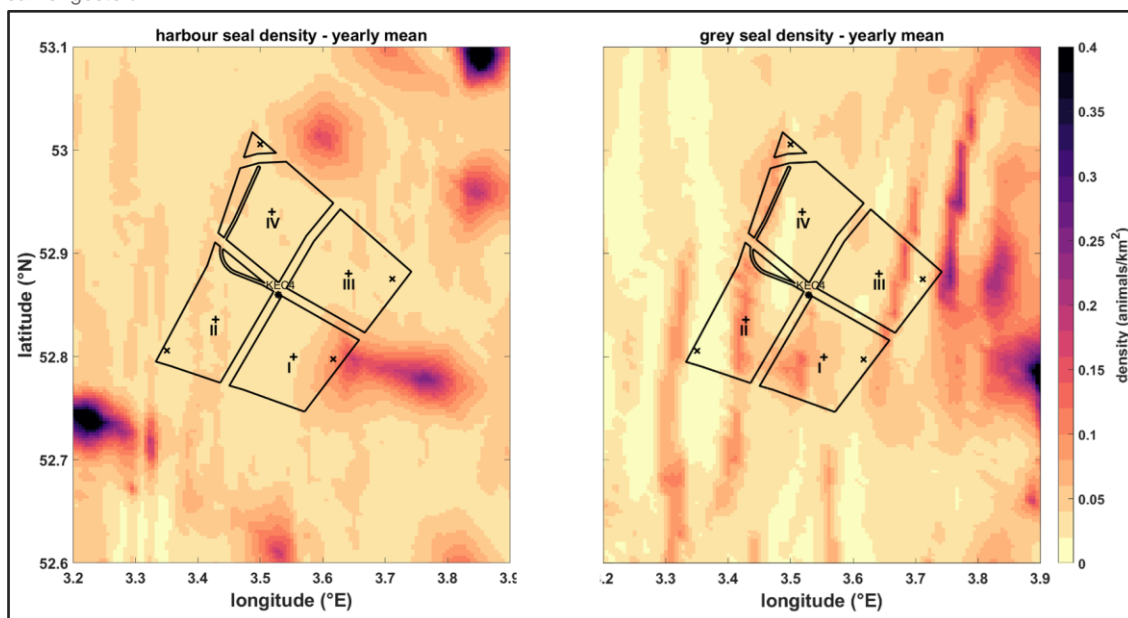
Figuur 7.2 Aantallen zeehonden in de Waddenzee en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta gebaseerd op jaarlijkse tellingen van grijze en gewone zeehonden in de Waddenzee en in de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta (Bron: compendiumvoordeleefomgeving.nl, juli 2022).



Gewone zeehond

De gewone zeehond brengt de meeste tijd door in zee, om te foerageren, te paren, te migreren en soms zelfs om te slapen. Hij leeft vooral van aan de bodem gebonden vissen, waaronder veel soorten platvis. Om jongen te werpen (mei-juli), om te verharren (zomer) en om te rusten gebruikt het dier droogvallende platen. Voor de verspreiding van de gewone zeehond over de Noordzee is uitgegaan van de ten behoeve van het KEC 4.0 samengestelde kaarten van Aarts et al. (2021), zie Figuur 7.3. Hierin is op basis van alle beschikbare zendergegevens voor elke maand de dichtheid van de gewone en grijze zeehonden gemodelleerd.

Figuur 7.3 Jaargemiddelde lokale dichtheid van gewone zeehonden (links) en grijze zeehonden (rechts) in en rond het windenergiegebied IJmuiden Ver, uit de kaarten die door Aarts et al. (2021) in opdracht van Rijkswaterstaat zijn samengesteld.



Grijze zeehond

Sinds 1980 is de grijze zeehond terug in de Nederlandse wateren (Reijnders et al., 1995, Brasseur et al., 2015). Eeuwenlang werd de soort zelden waargenomen in ons land. De eerste jaren waren er maar weinig individuen. In 1985 werden de eerste jongen geboren en sindsdien is het aantal sterk toegenomen. De groei is echter ook in belangrijke mate het gevolg van import uit de Britse eilanden waar naar schatting 150.000 dieren zijn (Brasseur et al., 2015, SCOS 2018). De toename van de grijze zeehond was eerst in het westelijk Waddengebied zichtbaar, daarna langzaam in het oostelijk Waddengebied. Ook in Duitsland heeft zich een groeiende kolonie gevestigd, hoewel in Nederland verreweg de meeste dieren worden geteld (Brasseur et al., 2020).

7.4 Effectbeoordeling

In bijlage 4 is de effectbeschrijving voor benthos en vissen (inclusief viseieren en vislarven) opgenomen. In bijlage 6 is de effectbeschrijving voor zeezoogdieren opgenomen. In deze paragraaf zijn de conclusies en de uiteindelijke effectbeoordeling opgenomen.

7.4.1 Benthos

Op basis van de bestaande kennis wordt verondersteld dat effecten van (de aanleg van) windparken op zee op benthospopulaties niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. In dit hoofdstuk wordt een schatting gemaakt van de effecten van de windparkontwikkeling in het windenergiegebied IJmuiden Ver. In Tabel 7.4 wordt een samenvatting gegeven van effectbeoordeling.

Tabel 7.4 Effectbeoordeling van de alternatieven van windenergiegebied IJmuiden Ver op bodemdieren.

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	67* 15MW	50 * 20 MW
Verstoring	0	0
Aantasting	- ⁵³	- ⁵³
Habitatverlies	0	0

Aanlegfase

Effecten op benthos kunnen onderverdeeld worden in effecten van geluidstrillingen door heiwerkzaamheden, effecten door bodemberoerende werkzaamheden en effecten door verlies aan bodemareaal door het plaatsen van de windturbines en beschermende bestorting op de zeebodem.

Heiwerkzaamheden

Data over effecten door heigeluiden op benthos zijn maar zeer beperkt beschikbaar. Bij enkele benthossoorten (mosselen en kreeftachtigen) is tijdelijke gedragsverandering aangetoond tijdens blootstelling aan geluid (Roberts et al. 2015, 2016, Spiga et al. 2016, Corbett 2019). Bij monitoring van OWEZ en PAWP zijn geen veranderingen in de benthosgemeenschap vastgesteld tussen de fase voor en na constructie die op grote schade duiden door de constructie (Bergman et al. 2012, Vanagt et al. 2013). Gezien de relatief korte duur aan geluidsblootstelling en de beperkte aanwijzingen dat dit schade toebrengt aan benthossoorten worden negatieve effecten door geluidseffecten van heiwerkzaamheden op benthos als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Bodemberoerende activiteiten

Bodemberoerende activiteiten tijdens de constructiefase kunnen tijdelijk leiden tot vertroebeling van de waterkolom, al is dit in beperkte mate. Verschillende studies tonen aan dat typerende bodemsoorten zoals zwaardschede robuust zijn tegen deze verstoring. Schelpdieren in dit deel van de Noordzee zijn waarschijnlijk relatief bestand tegen tijdelijke periodes van plotselinge vertroebeling omdat dit van nature ook regelmatig voorkomt in de Noordzee (bijv. tijdens herfst- en winterstormen).

Verlies aan bodemareaal

Er zijn weinig onderbouwde meetreeksen waarbij effecten van de aanleg van een windpark op zee op het benthos is gekwantificeerd. Tijdens de bodemberoerende activiteiten tijdens de constructiefase wordt een beperkt areaal zachte (zand)bodem vervangen door een harde bodemstructuur van de windturbinezulen en beschermende bestorting. Het areaal aan bodem dat beïnvloed zal worden in het plangebied is echter verwaarloosbaar ten opzichte van het totale bodemareaal in dit deel van de Noordzee. Daarnaast zijn de betreffende soorten relatief algemeen en hebben een hoge populatiegroei. Bovendien zijn soorten door OSPAR aangemerkt als bedreigd en/of afnemend niet waargenomen.

Een uitzondering geldt voor Sabellaria-banken. Dit is een kritische habitat die mogelijk in het plangebied aanwezig is. Deze rifvormende soort, die een rifbreedte van enkele meters kan bereiken en hiermee een habitat creëert voor andere soorten, kan door de aanleg van een turbine worden vernietigd. Bij het worst case alternatief waarbij 17 turbines meer worden geplaatst dan bij de best case zal dat effect groter zijn. Daarbij beslaan gravity based en suction bucket funderingen een grotere oppervlakte dan monopile, tripod

⁵³ Met name vanwege de mogelijke aanwezigheid van voor Sabellaria-banken.

en jackett funderingen. Die laatste drie beslaan dus minder oppervlakte en zullen daarbij de kleinste effecten hebben. De fundering met het kleinste effect is de tripod in het best case alternatief.

Gebruiksfase

Tijdens de operationele fase zijn geen negatieve effecten op benthos te verwachten. De windturbinezulen en beschermende bestortingen zullen naar alle waarschijnlijkheid gekoloniseerd worden door een nieuwe bodemlevensgemeenschap. Bodemberoerende visserij in het plangebied wordt uitgesloten, wat in theorie mogelijk een marginaal positief effect heeft op de zacht substraat benthosgemeenschap in het gebied. Voor Sabellaria-banken is dit effect aangetoond in het Verenigd Koninkrijk, waar vóór en na de aanleg van het Thanet Offshore windpark geen nadelig effect werd aangetoond op het areaal aan Sabellaria-banken, er werd zelfs een toename geconstateerd binnen het plangebied (Pearce et al. 2014). Bij elkaar worden de effecten op het benthos in de gebruiksfase dan ook als marginaal positief (0/+) beoordeeld.

Verwijderingsfase

Tijdens de verwijderingsfase zullen de gemeenschappen die zich op de windturbinefunderingen hebben ontwikkeld weer verloren gaan. Verder treden vergelijkbare effecten op als in de aanlegfase. Er zijn geen blijvende effecten verwacht.

7.4.2 Vissen

Aanlegfase

Effecten op vissen kunnen onderverdeeld worden in effecten van geluidstrillingen door heiwerkzaamheden en effecten door bodemberoerende werkzaamheden door het plaatsen van de windturbines en beschermende bestorting op de zeebodem en het trekken van de kabels. In Tabel 7.5 wordt een samenvatting gegeven van de effectbeoordeling.

Tabel 7.5 Effectbeoordeling van effecten op vissen van windenergiegebied IJmuiden Ver

Fase	Effecten windpark	Worst case	Best case
Aanleg	Geluidsrijvingen door heien	n.v.t.	0/-
	Bodemberoering: vertroebeling	0	0
	Bodemberoering: habitatdestructie	0/-	0/-
Gebruik	Uitsluitel van visserij	0/+	0/+
	EMV door kabels	0/-	0/-
	Kunstmatig hard substraat	0/+	0/+
Verwijdering	Verlies nieuw habitat	0	0

Heiwerkzaamheden

De beperkte veldstudies naar het gedrag van vissen tijdens heiwerkzaamheden lieten zien dat vissen wel tijdelijke gedragsverandering kunnen ondergaan wanneer er nabij wordt geheid, maar over het algemeen niet het gebied verlaten (Lafrate et al 2016, Knaap et al 2022). Negatieve effecten van trillingen die tijdens heiwerkzaamheden worden geproduceerd op vis(populaties) in het plangebied zijn niet aannemelijk.

Bodemberoerende werkzaamheden

Bodemberoerende activiteiten tijdens de constructiefase, zoals het plaatsen van de funderingen en het storten van de erosiebescherming, kunnen tijdelijk leiden tot vertroebeling van de waterkolom. Er zijn echter geen studies die duidelijk aantonen dat een dergelijke kleinschalige vertroebeling een nadelig effect heeft op vissen die in het plangebied voorkomen. Vissen in de Noordzee zijn waarschijnlijk relatief bestand tegen tijdelijke periodes van plotselinge vertroebeling omdat dit van nature ook regelmatig voorkomt (bijv. tijdens herfst- en winterstormen).

Bodemberoering heeft ook een direct effect op aanwezige vissen in het gebied. De zachte bodemstructuur wordt bij de turbines vervangen door een harde bodemstructuur. Vissen met een sterk bodemgebonden levenswijze hebben doorgaans een minder mobiele levenswijze en verschuilen zich in de bodem of tussen ruimtelijke structuren op de zeebodem. In het geval deze structuren aanwezig zijn op de locaties waar de windturbines, bestortingen en kabels worden geplaatst, kunnen de individuen geschaad of vernietigd worden. Het aandeel van de populatie van de relevante soorten, zoals roggen, dat op deze wijze beïnvloed kan worden is echter zeer beperkt ten opzichte van de totale populatie in dit deel van de Noordzee.

Exploitatiefase

Tijdens de operationele fase zijn geen negatieve effecten op vissen te verwachten. Het uitsluiten van de sleepnetvisserij in het plangebied heeft mogelijk een marginaal positief effect op specifieke vissoorten zoals de kabeljauw. In de vismonitoring van het OWEZ-windpark bleek dat een groot deel van gezenderde juveniele kabeljauwen zich gedurende lange tijd in het windpark ophield waarmee sprake was een kraamkamerfunctie van het park (Winter et al., 2010, van Hal et al., 2012). Een vergelijkbare kraamkamerfunctie is ook aangetoond voor kabeljauw in een Belgisch windpark op zee (Reubens, 2011).

Over het effect van elektromagnetische velden (EMV) op vissen is nog maar weinig bekend, al zal dit voornamelijk van impact zijn op haaien en roggen. Veldstudies lieten tot dusverre geen barrièrewerking zien van windturbine-kabels door EMV, maar wel werd aangetoond dat het gedrag van vissen kan veranderen bij de windturbine-kabels (Westerberg & Lagenfelt 2008, Gill & Desender 2020, Copping et al.

2021). Gedragsverandering, al dan niet tijdelijk, kan wel schadelijk zijn voor een soort (bijvoorbeeld door energieverlies), maar onderzoeksresultaten hierover zijn nog niet beschikbaar.

Verwijderingsfase

Tijdens de verwijderingsfase worden de windturbines en bestortingen verwijderd. Naar verwachting zal dit harde substraat zich tijdens de operationele fase van het park als habitatype hebben ontwikkeld voor vissen. Soorten die het habitatype als schuilplaats en/of leefgebied gebruiken (soorten met een bodemgebonden levenswijze) kunnen hierbij direct geschaad en/of vernietigd worden. Verder zijn de effecten vergelijkbaar met de aanlegfase.

7.4.3 Zeezoogdieren

Op basis van de bestaande kennis wordt verondersteld dat effecten van (de aanleg van) windparken op zee op de populatie van zeezoogdieren niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. In dit hoofdstuk wordt een schatting gemaakt van de effecten van de windparkontwikkeling in het windenergiegebied IJmuiden Ver. In Tabel 7.6 wordt een samenvatting gegeven van effectbeoordeling.

Tabel 7.6 Effectbeoordeling van effecten op zeezoogdieren tijdens de constructiefase van twee windparkalternatieven in het windenergiegebied IJmuiden Ver

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	67 * 15 MW	50 * 20 MW
Verstoord oppervlak (km ²)	0/-	0/-
Aantal aangetaste dieren	0/-	0/-
Aantal verstoorde dieren	0/-	0/-
Tijdsduur van de verstoring	0/-	0/-
Populatie-effecten	0/-	0/-

Aanlegfase

Tijdens de aanleg van het windpark treden effecten op voor zowel bruinvissen als zeehonden vanwege het onderwatergeluid dat ontstaat door hei-activiteiten. Tijdens het heien kunnen dieren verstoord worden, doordat zij zich binnen de geluidscontour bevinden waarbinnen een verandering van het gedrag optreedt. Het aantal dieren dat gehinderd wordt is afhankelijk van de omvang van de contour en de dichtheid van de diersoort ter plaatse. Vervolgens is de duur van verstoring van belang voor de mate van verstoring. Naast verstoring kan ook aantasting optreden. Er is sprake van aantasting bij permanente effecten op dieren. Beide effecten kunnen vervolgens weer invloed hebben op de populatie van de diersoort, op zowel het niveau van de Noordzee als het Nederlands continentaal plat.

Uit de berekeningen van HWE (bijlage 6) blijkt dat bij toepassing van een geluidnorm van 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ of 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 meter van de geluidsbron, deze verstoring noch bij zeehonden noch bij bruinvissen tot effecten op de populatie zal leiden, waardoor de effecten niet tot een verslechtering van de Staat van Instandhouding (Svi) leiden. Bij de berekeningen is er ook van uitgegaan, dat een 'soft start' procedure⁵⁴ wordt toegepast. Voor bruinvissen en zeehonden is de GSI niet in het geding, omdat de geluidsnormen erop zijn gericht dat door de aanleg van windparken op zee de afname van de bruinvispopulatie met grote zekerheid (95%) niet meer dan 5% zal bedragen. Een effect op de GSI van de betreffende populatie kan daarmee met zekerheid worden uitgesloten.

⁵⁴ De 'soft start' procedure heeft geen invloed op de totale omvang van het verstoorde gebied.

Het naleven van de geluidsnorm zorgt voor een dermate klein verstoord oppervlak dat de score voor bruinvissen op dit criterium neutraal (0) is. Dit geldt voor beide alternatieven. Wat betreft het aantal verstoorde en aangetaste dieren worden beide alternatieven licht negatief beoordeeld (0/-). Ten aanzien van de dierverstoringsdagen, het aantal aangetaste dieren en de populatiereductie op de Noordzee worden beide alternatieven tevens als licht negatief beoordeeld (0/-).

Voor zeehonden scoren beide alternatieven tevens licht negatief (0/-) ten aanzien van het verstoord oppervlak. Ten aanzien van het aantal zeehonden binnen dit verstoord oppervlak scoren beide alternatieven licht negatief (0/-). Ook wat betreft het aantal dierverstoringsdagen scoren zowel alternatief 1 als alternatief 2 licht negatief (0/-). Het aantal verstoorde dieren en de doorwerking hiervan op de populatie van de Noordzee zijn voor beide alternatieven zeer gering en worden daarom als licht negatief (0/-) beoordeeld.

Uitgaande van de worst-case benadering, wordt de beoordeling van de effecten voor de aanleg van het windpark, daar waar deze verschillend is tussen zeehonden en bruinvissen, de meest negatieve score voor de criteria van 'zeezoogdieren' gehanteerd.

Grensoverschrijdende en externe effecten

De berekeningen die zijn gedaan wat betreft de effecten op zeezoogdieren gelden voor de populatie binnen het NCP. Er zijn geen berekeningen gedaan voor andere populaties. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen voor bruinvissen of zeehonden in Nederland of het buitenland (zie Figuur 7.4, waarin de verstoringcontour op basis van $SEL_{ss}(750m) = 160 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ is weergegeven). Het nabijgelegen Natura 2000-gebied Bruine Bank is aangewezen als Vogelrichtlijngebied voor een zestal vogelsoorten, maar niet voor zeezoogdieren. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Gezien de grote afstand tot Natura 2000-gebieden die zijn aanwezen voor bruinvissen of zeehonden kan dezelfde conclusie worden getrokken bij het toepassen van de geluidnorm $SEL_{ss}(750m) = 164 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$.

Gebruiksfase

Voor zowel alternatief 1 als 2 zijn de effecten van onderwatergeluid van de draaiende windturbines gering en betekenen geen wezenlijk verlies aan foerageergebied (score neutraal (0)).

Gelet op het incidentele karakter van de inzet van schepen voor onderhoud aan het windpark, in vergelijking met de vele andere schepen die zich in dit drukbevaren deel van de Noordzee bevinden, worden de effecten (voor beide alternatieven) van het onderwatergeluid door de aanwezigheid van werkschepen in het windpark op zeezoogdieren als verwaarloosbaar ingeschat en scoort neutraal (0).

Verwijderingsfase

Tijdens de verwijdering van het windpark wordt een tijdelijk, beperkt negatief effect verwacht (score 0/-) vanwege het optreden van onderwatergeluid tijdens verwijdering van de fundaties van de windturbines.

Figuur 7.4 Verstoringscontour voor bruinvissen door heien voor de constructie van windturbines in windenergiegebied IJmuiden Ver in relatie tot Natura 2000 gebieden



7.4.4 Conclusie effectbeoordeling

De toetsing aan de gebiedsbescherming uit de Wet natuurbescherming gebeurt in bijlage 9. De toetsing aan de soortenbescherming in bijlage 8.

Figuur 7.5 Effectbeoordeling onderwaterleven

Type	Fase	Effectbeoordeling	IJver	
			Alt. 1	Alt. 2
Benthos	Alle	Verstoring Aantasting Habitatverlies	0 _55 0/+	0 - 0/+
Vissen	Alle	Verstoring Aantasting Habitatverlies	0/- 0/- 0	0/- 0/- 0
Zeezoogdieren	Constructie	Verstoord oppervlak (km ²) Aantal verstoorde dieren Dierversoringsdagen Aantal aangetaste dieren Populatie-effecten (Noordzee)	0 0/- 0/- 0/- 0/-	0 0/- 0/- 0/- 0/-
Zeezoogdieren	Operationeel	Verstoord oppervlak (km ²) Aantal verstoorde dieren	0 0	0 0
Zeezoogdieren	Verwijdering	Verstoord oppervlak (km ²) Aantal verstoorde dieren	0/- 0/-	0/- 0/-

7.5 Mitigerende maatregelen

7.5.1 Benthos en vissen

Zoals beschreven in paragraaf 7.4.1 en 7.4.2, zal zich waarschijnlijk een biodiverse gemeenschap op de funderingen en bestortingen ontwikkelen die uit een hoog aantal en dichtheid benthos- en vissoorten bestaat. Deze gemeenschap gaat verloren als de windturbinezulen en bestortingen worden verwijderd.

Voor het verwijderen van de monopalen zullen waarschijnlijk geen alternatieven bestaan. Voor de bestortingen kunnen mogelijk wel alternatieve materialen worden gebruikt die voldoende sterk zijn voor een beschermende functie tijdens de operationele fase van het windpark maar op termijn op natuurlijke wijze afbreken. Er zijn bijvoorbeeld recentelijk innovaties ontwikkeld in biologische afbreekbare betonstructuren. Mits vergund, kunnen dergelijke materialen na de operationele fase worden achtergelaten en een langdurige functie hebben voor de benthos- en visgemeenschap op het substraat. De afbraak en integratie van het materiaal zal geleidelijk gaan waardoor de aanwezige gemeenschap zich kan aanpassen of kan herstellen (zoals meegroeiende schelpdierbanken).

De negatieve effecten van ruimtebeslag op bodemdieren en vissen kunnen worden beperkt door te kiezen voor een fundering met beperktere omvang. Hiermee zullen echter ook de positieve effecten kleiner worden. De negatieve effecten van geluid/trillingen op vissen kunnen worden beperkt door te kiezen voor funderingen die niet hoeven te worden geheid.

⁵⁵ Afhankelijk van de aanwezigheid van biogene riffen

Om het negatieve effect door bodemberoering op biogene riffen te minimaliseren kan voorafgaand aan de aanleg een inventarisatie plaatsvinden of en op welke locaties biogene riffen voorkomen in het plangebied. Hierna zouden mitigerende maatregelen genomen kunnen worden om de riffen zo veel als mogelijk te ontzien bij plaatsing turbines en kabels.

7.5.2 Zeezoogdieren

Er zijn verschillende mogelijkheden om de negatieve effecten van onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op zee op zeezoogdieren te beperken. Uit de analyses is gebleken dat het aantal dierverstoringsdagen maatgevend is voor de omvang van het effect op de populatie. Daarbij is ervan uitgegaan dat permanente effecten op het gehoor (PTS: permanent threshold shift) zullen worden voorkomen door het inzetten van zogenaamde Acoustic Deterrent Devices en toepassing van de slow start-procedure.

Het aantal dierverstoringsdagen wordt berekend door het aantal door het onderwatergeluid verstoorde dieren te vermenigvuldigen met het aantal impulsdagen. Het aantal verstoorde dieren wordt berekend uit de vermenigvuldiging van het oppervlak door geluid verstoord gebied met de lokale zeezoogdierdichtheid. Effecten kunnen dus worden beperkt door:

- De oppervlakte door geluid verstoord gebied te beperken door en/of
- De heiwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren en/of
- Het aantal impulsdagen (= het aantal funderingen) te beperken of
- Een andere, minder geluid producerende funderingstechniek gebruiken (trillen of schroeven).

Deze opties worden hieronder nader beschreven.

De oppervlakte van het verstoord gebied kan worden beperkt door:

- De propagatie van heigeluid (verder) te beperken door het toepassen van geluiddemping (heimantels, bellenschermen en dergelijke).
- In plangebieden met sterk variabele waterdiepten voor de funderingen locaties met een relatief geringe waterdiepte te kiezen;

Heien bij lage dichtheid zeezoogdieren

De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de herfst lager dan in het voorjaar en de zomer, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringcontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. Het effect op de populatie is daardoor ook kleiner.

Het aantal impulsdagen beperken

Voor het aanleggen van een windpark met een klein aantal, relatief grote turbines is een hogere heienergie nodig dan voor de aanleg van een windpark met meer, kleinere turbines. Bij het toepassen van één universele geluidsnorm maakt het voor de omvang het verstoringsoppervlak in principe echter niet uit met welke energie wordt geheid. Op 750 m van de heilocatie mag het geluidsniveau de betreffende waarde immers niet overschrijden. In het geval dat gekozen wordt voor een kleiner aantal, relatief grote turbines zal het uiteraard wel moeilijker zijn de gestelde geluidsnorm te halen. Vanwege het feit dat er tussen verschillende alternatieven geen verschil in de omvang van het verstoringsoppervlak zal zijn, zullen effecten van een windpark met een geringer aantal, relatief grote turbines altijd gunstiger uitpakken dan die van een windpark met meer, kleinere turbines.

Toepassen van alternatieve funderingstechnieken

Tot dusver zijn windturbinefunderingen altijd geheid, waarbij een impulsief geluid met grote amplitude ontstaat. Andere technieken dan heien, zoals trillen, schroeven of blue piling, zijn mogelijk minder verstrend. Tevens kan er gekozen worden voor het toepassen van andere funderingen om de verstoring te minimaliseren, zoals tripods, jackets of suction buckets. Hoewel enkele technieken veelbelovend zijn, worden ze voor windenergie op zee nog (vrijwel) niet in de praktijk toegepast.

7.6 Cumulatie

7.6.1 Benthos en vissen

De toename van het aantal windturbines en de bijbehorende erosiebescherming zou op termijn veranderingen in stroming, stratificatie en primaire productie teweeg kunnen brengen (Williamson et al 2019, Dorrell et al 2021). Over indirecte effecten op plankton en benthos in beschermde gebieden door de aanleg van een windpark zijn modelstudies ontwikkeld (Boon et al. 2018; Zijl et al. 2021). De modelresultaten zijn op dit moment nog niet geschikt om voorspellingen te doen over van wat er in de toekomst zal gebeuren. Positief dan wel negatieve effecten zijn nog niet uit te sluiten.

Faciliteren vestiging exoten

Naarmate er meer (of grotere) windparken op zee komen, zal dit resulteren in een groter areaal aan beschikbaar hard substraat oppervlak door turbinezuilen, beschermende bestortingen en verhoging van het aantal scheepvaartbewegingen. Dit kan de kolonisatie door exotische marine fauna die geassocieerd is met harde substraten van dit deel van de Noordzee faciliteren/versnellen. De windparken kunnen hierbij fungeren als stepping stone terwijl het toegenomen aantal scheepvaartbewegingen kan fungeren als transportvector. De vestiging van nieuwe exotische soorten kan mogelijk leiden tot economische en ecologische schade. In hoeverre dit daadwerkelijk optreedt is tot op heden nooit onderzocht. Mogelijk gaan bovengenoemde toekomstige onderzoeken hier antwoord op geven.

7.6.2 Zeezoogdieren

Afbakening

In het onderzoek naar de cumulatieve effecten op zeezoogdieren is uitsluitend gekeken naar de effecten van impulsief geluid dat ten behoeve van en tijdens de constructie van windparken op zee wordt geproduceerd. Mogelijke effecten van continu geluid (waaronder scheepsgeluid en geluid van operationele windparken) en de effecten van andere bronnen van impulsief geluid (sonar, ruiming van explosieven en seismische surveys voor olie en gas) zijn buiten beschouwing gebleven.

Scenario's

Cumulatieve effecten op zeezoogdieren door de geluidsproductie van alle impulsieve geluidsbronnen die worden gebruikt bij de aanleg van de kavels I tot en met IV in windenergiegebied IJmuiden Ver zijn berekend voor de volgende situatie:

- Heien van windturbinefunderingen voor de kavels I tot en met IV, in combinatie met de constructie van twee TenneT-platforms en seismisch vooronderzoek volgens het KEC 4.0 scenario (zie Heinis & de Jong et al., 2022).

In het kader van het KEC 4.0 is voor bruinvissen ook een inschatting gemaakt van de mogelijke cumulatieve effecten van het geofysisch onderzoek dat wordt uitgevoerd voor de aanleg van Nederlandse windparken in de periode 2016 – 2030 en rond de geplande tracés voor de zee-kabels. Het betreft losstaande, indicatieve berekeningen met als doel een indruk te krijgen van de relatieve bijdrage van het aantal dierverstoringsdagen door deze activiteit ten opzichte van die van het heien van funderingen voor de windturbines en TenneT-platforms. De bijdrage bleek zeer beperkt. De resultaten van de berekeningen zijn in het totaal van de populatie-effecten in het KEC 4.0 daarom niet meegenomen. Voor de volledigheid zijn de resultaten van die berekeningen voor het plangebied van IJmuiden Ver hier overgenomen. Voor de daarbij gehanteerde uitgangspunten wordt verwezen naar bijlage 6.

Volgens het scenario dat voor het KEC 4.0 is ontwikkeld worden in dezelfde periode dat voor IJmuiden Ver wordt gebouwd, ook drie windparken door andere landen rond de Noordzee aangelegd. Het betreft het Duitse N-3.6, het Princess Elisabeth Fairybank windpark in België en Norfolk Boreas in het Verenigd Koninkrijk. Van geen van deze windparken zullen de verstoringscontouren tijdens de aanleg overlappen met het NCP. Daarmee is uit te sluiten dat in de periode van aanleg van de kavels I tot en met IV in windenergiegebied IJmuiden Ver ook effecten van de aanleg van andere windparken op het aantal, aan het NCP toegerekende bruinvissen optreden.

Effecten op bruinvissen

Toepassing geluidnorm: SELSS (750m) = 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$

De resultaten van de berekening van de cumulatieve effecten van impulsief geluid op bruinvissen door het aanleggen van de windturbines in het windenergiegebied IJmuiden Ver in twee alternatieve opstellingen, het bijbehorende TenneT-platform en het daarvoor benodigde seismische onderzoek zijn opgenomen in Tabel 7.7 en Tabel 7.8. Ter indicatie zijn de resultaten van indicatieve berekeningen van de effecten van het seismisch onderzoek hierin ook opgenomen. Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat een limiet aan het breedband geluidsniveau op 750 m van de heilocatie wordt gesteld van $\text{SEL}_{\text{SS}} = 160 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$.

Tabel 7.7 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op bruinvissen op het NCP door de constructie van windturbines in de kavels I tot en met IV van het windenergiegebied IJmuiden Ver volgens [alternatief 1](#) (267 windturbines van 15 MW) en een onderwatergeluidnorm van SELSS (750m) = 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$, de twee TenneT-platforms en het benodigde seismisch vooronderzoek

	Impulsdagen	Dierverstoringsdagen (x 1000)
Seismisch vooronderzoek	64	4
Constructie platforms (2)	8	10
Aanleg monopilefunderingen	267	153 ± 11
Totaal funderingen turbines en platforms		164 ± 11

Tabel 7.8 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op bruinvissen op het NCP door de constructie van windturbines in de kavels I tot en met IV van het windenergiegebied IJmuiden Ver volgens [alternatief 2](#) (200 windturbines van 20 MW) en een onderwatergeluidnorm van SELSS (750m) = 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$, de twee TenneT-platforms en het benodigde seismisch vooronderzoek

	Impulsdagen	Dierverstoringsdagen (x 1000)
Seismisch vooronderzoek	64	4
Constructie platforms (2)	8	10
Aanleg monopilefunderingen	200	105 ± 9

Aanleg Tripod-funderingen	200	99 ± 10
Aanleg Jacket-funderingen	200	98 ± 9
Totaal funderingen turbines en platforms		Max. 115 ± 9

De Nederlandse overheid heeft bepaald dat significante gevolgen van de aanleg van windparken vanaf 2016 voor de bruinvispopulatie zijn uit te sluiten als met grote zekerheid kan worden vastgesteld dat de bruinvispopulatie op het NCP op minimaal 95% van omvang blijft ten opzichte van de huidige situatie (zonder aanleg van windparken). Door het impulsief geluid dat gepaard gaat met de constructie van funderingen voor windturbines en TenneT platforms in de kavels I tot en met IV in windenergiegebied IJmuiden Ver blijft het totale aantal bruinvisverstoringsdagen voor beide alternatieven en in alle gevallen onder het totaal van ca. 169.000 bruinvisverstoringsdagen dat voor dit gebied in het KEC 4.0 is berekend.

Bij deze waarde konden in cumulatie met de effecten van de aanleg van andere windparken op het NCP in de periode 2016 – 2030 (inclusief versnelling) significante gevolgen op de bruinvispopulatie worden uitgesloten. Aangezien deze waarde niet wordt overschreden is de conclusie dat met de hier gehanteerde scenario's voor de aanleg van de kavels I tot en met IV in windenergiegebied IJmuiden Ver significante gevolgen voor de bruinvispopulatie op het NCP ook zijn uit te sluiten.

Toepassing geluidnorm: SELSS (750m) = 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$

Er zijn ook berekeningen uitgevoerd waarbij ervan is uitgegaan dat bij het heien van de turbinefunderingen een limiet aan het breedband geluidsniveau op 750 m van de heillocatie wordt gesteld van SEL_{ss} = 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$. De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in Tabel 7.9 en Tabel 7.10.

Tabel 7.9 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op bruinvissen op het NCP door de constructie van windturbines in de kavels I tot en met IV van het windenergiegebied IJmuiden Ver volgens alternatief 1 = 267 turbines van 15 MW), de twee TenneT-platforms en het benodigde seismische vooronderzoek. Geluidsnorm voor heien van turbinefunderingen SEL_{ss} (750 m) = 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.

	Impulsdagen	Dierversoringsdagen (1000-tallen)
Seismisch vooronderzoek	64	4
Constructie platforms (2)	8	10
Aanleg monopaalfunderingen	267	234 ± 16
Totaal funderingen turbines en platforms		244 ± 11

Tabel 7.10 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op bruinvissen op het NCP door de constructie van windturbines in de kavels I tot en met IV van het windenergiegebied IJmuiden Ver volgens alternatief 2 = 200 turbines van 20 MW), de twee TenneT-platforms en het benodigde seismische vooronderzoek. Geluidsnorm voor heien van turbinefunderingen SEL_{ss} (750 m) = 164 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.

	Impulsdagen	Dierversoringsdagen (1000-tallen)
Seismisch vooronderzoek	64	4
Constructie platforms (2)	8	10
Aanleg monopaalfunderingen	200	165 ± 11
Aanleg Tripod-funderingen	200	156 ± 13
Aanleg Jacket-funderingen	200	155 ± 12
Totaal funderingen turbines en platforms		Max. 175 ± 9

Uit de resultaten blijkt dat bij de constructie van funderingen voor windturbines (met de geluidnorm van SELSS (750m) = 160 dB re 1 μ Pa²s) en TenneT platforms in de kavels I tot en met IV in windenergiegebied IJmuiden Ver volgens alternatief 1 het totale aantal bruinvisverstoringdagen het totaal van ca. 169.000 bruinvisverstoringdagen wordt overschreden dat voor dit gebied in het KEC 4.0 is berekend. Bij deze waarde van 169.000 bruinvisverstoringdagen zoals berekend in het KEC 4.0 konden in cumulatie met de effecten van de aanleg van andere windparken op het NCP in de periode 2016 – 2030 (inclusief versnelling) significante gevolgen op de bruinvispopulatie worden uitgesloten. Bij de constructie van turbinefunderingen (met de geluidnorm van SELSS (750m) = 164 dB re 1 μ Pa²s) en TenneT platforms volgens alternatief 2 ligt het totaal aantal berekende bruinvisverstoringdagen in dezelfde orde van grootte als de waarde van het KEC 4.0. Omdat de in het KEC 4.0 berekende waarde van het totaal aantal bruinvisverstoringdagen voor de kavels I – IV niet (substantieel) wordt overschreden bij alternatief 2 is de conclusie dat voor de aanleg van de kavels I tot en met IV in windenergiegebied IJmuiden Ver volgens alternatief 2 significante gevolgen voor de bruinvispopulatie op het NCP zijn uit te sluiten. Bij de constructie volgens alternatief 1 wordt het totale aantal bruinvisverstoringdagen voor de kavels I – IV van IJmuiden Ver volgens het KEC 4.0 met ongeveer 44% overschreden bij toepassing van de geluidnorm van SELSS (750m) = 164 dB re 1 μ Pa²s. Dit betekent dat een groter deel van het 'budget bruinvisverstoringdagen' dat beschikbaar is om significante gevolgen voor de bruinvispopulatie op het NCP te voorkomen wordt gebruikt. In combinatie met de scenario's, waarvan in het KEC 4.0 is uitgegaan, zal de ecologische norm⁵⁶ echter niet worden overschreden en zijn significante effecten op de bruinvispopulatie op het NCP dus uit te sluiten (zie paragraaf 4.3 van bijlage 6).

Effecten op zeehonden

Gewone zeehond

De resultaten van de berekening van de cumulatieve effecten van impulsief geluid op gewone zeehonden door het aanleggen van de windturbines in het windenergiegebied IJmuiden Ver in twee alternatieve opstellingen en de bijbehorende TenneT-platforms zijn weergegeven in Tabel 7.11 en Tabel 7.12. Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat een limiet aan het breedband geluidsniveau op 750 m van de heilocatie wordt gesteld van SEL_{ss} = 160 dB re 1 μ Pa²s.

Tabel 7.11 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op gewone zeehonden op het NCP door de constructie van windturbines in de kavels I tot en met IV van het windenergiegebied IJmuiden Ver volgens alternatief 1 (67 turbines 15 van MW) en een onderwatergeluidnorm van SELSS (750m) = 160 dB re 1 μ Pa²s en de twee TenneT-platforms

	Impulsdagen	Dierversoringsdagen (x 100)
Constructie platforms (2)	8	1
Aanleg monopilefunderingen	67	29 ± 3
Totaal funderingen turbines en platforms		30 ± 3

Tabel 7.12 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op gewone zeehonden op het NCP door de constructie van windturbines in de kavels I tot en met IV van het windenergiegebied IJmuiden Ver volgens alternatief 2 (50 turbines van 20 MW) en een onderwatergeluidnorm van SELSS (750m) = 160 dB re 1 μ Pa²s en de twee TenneT-platforms

	Impulsdagen	Dierversoringsdagen (x 100)
Constructie platforms (2)	8	1
Aanleg monopilefunderingen	50	19 ± 2

⁵⁶ De Nederlandse overheid heeft bepaald dat significante gevolgen van de aanleg van windparken vanaf 2016 voor de zeezoogdierenpopulaties zijn uit te sluiten als met grote zekerheid kan worden vastgesteld dat de populaties op het NCP op minimaal 95% van omvang blijft zonder aanleg van windparken.

Aanleg Tripod-funderingen	50	17 ± 2
Aanleg Jacket-funderingen	50	17 ± 2
Totaal funderingen turbines en platforms		Max. 19 ± 2

De Nederlandse overheid heeft bepaald dat significante gevolgen van de aanleg van windparken vanaf 2016 voor de zeezoogdierenpopulaties zijn uit te sluiten als met grote zekerheid kan worden vastgesteld dat de populatie op het NCP op minimaal 95% van het niveau blijft vóór de aanleg van windparken. Door het impulsief geluid dat gepaard gaat met de constructie van funderingen voor windturbines en TenneT platforms in de kavels I tot en met IV in windenergiegebied IJmuiden Ver blijft het totale aantal dierverstoringsdagen voor gewone zeehonden voor beide alternatieven en in alle gevallen ruim onder het totaal van ongeveer 4.200 dierverstoringsdagen dat voor dit gebied in het KEC 4.0 is berekend.

Bij deze waarde konden in cumulatie met de effecten van de aanleg van andere windparken op het NCP in de periode 2016 – 2030 (inclusief versnelling) significante gevolgen op de populatie van gewone zeehonden worden uitgesloten. Aangezien deze waarde niet wordt overschreden is de conclusie dat met de hier gehanteerde scenario's voor de aanleg van de kavels I tot en met IV in windenergiegebied IJmuiden Ver significante gevolgen voor de bruinvispopulatie op het NCP ook zijn uit te sluiten.

Grijze zeehond

Een vergelijkbare conclusie is te trekken voor de populatie van grijze zeehonden. Voor deze soort is in het KEC 4.0 berekend dat significante effecten op de populatie zijn uit te sluiten bij ca. 45.200 dierverstoringsdagen voor het windenergiegebied IJmuiden Ver in cumulatie met de effecten van aanleg van andere windparken op het NCP in de periode 2016 – 2030. De resultaten van de berekeningen voor dit MER zijn weergegeven in Tabel 7.13 en Tabel 7.14. Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat een limiet aan het breedband geluidsniveau op 750 m van de heilocatie wordt gesteld van $SEL_{ss} = 160 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$.

Tabel 7.13 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op grijze zeehonden op het NCP door de constructie van windturbines in de kavels I tot en met IV van het windenergiegebied IJmuiden Ver volgens **alternatief 1** (67 turbines 15 van MW) en een onderwatergeluidnorm van $SEL_{SS} (750\text{m}) = 160 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ en de twee TenneT-platforms

	Impulsdagen	Dierverstoringsdagen (x 100)
Constructie platforms (2)	8	1
Aanleg monopilefunderingen	67	30 ± 6
Totaal funderingen turbines en platforms		30 ± 6

Tabel 7.14 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op grijze zeehonden op het NCP door de constructie van windturbines in de kavels I tot en met IV van het windenergiegebied IJmuiden Ver volgens **alternatief 2** (50 turbines van 20 MW) en een onderwatergeluidnorm van $SEL_{SS} (750\text{m}) = 160 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ en de twee TenneT-platforms

	Impulsdagen	Dierverstoringsdagen (x 100)
Constructie platforms (2)	8	1
Aanleg monopilefunderingen	50	19 ± 4
Aanleg Tripod-funderingen	50	17 ± 4
Aanleg Jacket-funderingen	50	18 ± 4
Totaal funderingen turbines en platforms		Max. 20 ± 4

Voor zeehonden zijn geen extra berekeningen met een geluidsnorm van $SEL_{ss} = 164$ dB re $1 \mu Pa^2s$ op 750m uitgevoerd. Voor het KEC 4.0 is voor zeehonden namelijk een scenario doorgerekend waarbij voor het windenergiegebied IJmuiden Ver (en de 10 GW extra geïnstalleerd vermogen van de 'versnelling') werd uitgegaan van een geluidnorm van $SEL_{ss} = 168$ dB re $1 \mu Pa^2s$ op 750m. In dit scenario bleek de ecologische (werk)norm⁵⁷ voor gewone en grijze zeehonden niet te worden overschreden. Bij toepassen van een lagere geluidsnorm zal dat dus ook niet gebeuren.

Cumulatieve effecten Wind op zee op het NCP (2016 – 2030)

Voor het KEC 4.0 zijn voor de periode 2016 – 2030 de cumulatieve effecten van impulsief geluid door de constructie van windparken, inclusief een drietal rekenvarianten voor de versnelling, op de populaties van bruinvissen en zeehonden op het NCP berekend. Hieruit bleken geen significante cumulatieve effecten. Zie ook het achtergronddocument (bijlage 6) en de Passende Beoordeling (bijlage 9). Ook als er wordt uitgegaan van een hogere geluidnorm van van $SEL_{ss} (750) = 164$ dB re $1 \mu Pa^2s$ voor de windkavels IJmuiden Ver I-IV, V en VI en Nederwiek I, zijn significant cumulatieve effecten uit te sluiten.

7.6.3 Natura 2000-gebieden

Bruinvissen

In de voorgaande paragrafen is vastgesteld dat de constructie van windturbines in windenergiegebied IJmuiden Ver de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor bruinvissen in de Nederlandse Natura 2000-gebieden niet negatief beïnvloedt (verstoringcontouren overlappen niet met de Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen voor bruinvissen). Er is dus geen sprake van directe externe werking. De totale omvang van het leef- en foerageergebied neemt echter wel af, waardoor een effect op de totale bruinvispopulatie op het NCP, en daarmee op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden, kan ontstaan (indirecte externe werking).

Uit de paragraaf 7.6.2 gepresenteerde resultaten blijkt dat het met de aanleg van de kavels I tot en met IV in windenergiegebied IJmuiden Ver gepaard gaande impulsieve geluid door heien en het benodigde seismische onderzoek significante gevolgen voor de bruinvispopulatie zijn uit te sluiten, uitgaande van de geluidnorm voor het heien in de windparken van $SEL_{ss} (750m) = 160$ of 164 dB re $1 \mu Pa^2s$. Dit betekent dat negatieve gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen van de bruinvis in de Nederlandse Natura 2000-gebieden via indirecte externe werking ook zijn uit te sluiten.

Zeehonden

Ook voor zeehonden geldt dat het windenergiegebied IJmuiden Ver zo ver van de Natura 2000-gebieden ligt dat er geen sprake is van overlap van de verstoringcontouren met een van de gebieden. Er is dus geen sprake van directe externe werking. De omvang van het foerageergebied op de Noordzee neemt echter tijdelijk af, waardoor er sprake zou kunnen zijn van indirecte externe werking. In voorgaande paragraaf en bijlage 6 is vastgesteld dat cumulatieve effecten van de constructie van het windpark, inclusief de constructie van twee TenneT-platforms in het windenergiegebied IJmuiden Ver op de populaties van gewone en grijze zeehonden zijn uit te sluiten, uitgaande van de geluidnorm voor het heien in de windparken van $SEL_{ss} (750m) = 160$ of 164 dB re $1 \mu Pa^2s$. Negatieve gevolgen voor de

⁵⁷ Door de aanleg van windparken op zee moeten de populaties van gewone zeehonden en grijze zeehonden op het NCP met grote zekerheid (>95%) op minimaal 95% van de huidige omvang blijven (ofwel: de kans dat de populatiereductie meer dan 5% bedraagt mag niet groter zijn dan 5% zijn)

instandhoudingsdoelstellingen van deze soorten in de Natura 2000-gebieden via indirecte externe werking zijn dan ook uit te sluiten.

7.7 Leemten in kennis

7.7.1 Benthos

Kennisleemten bestaan ten aanzien van het kunnen voorspellen van de gevolgen van de abiotische veranderingen (vooral sedimentverandering in de omgeving van het windpark) op benthos. Ook de gevolgen van elektromagnetische velden langs de kabels zijn nog niet goed bekend. Daarnaast staat het onderzoek naar de effecten van zeebodenvibraties vanwege heiwerkzaamheden nog in de kinderschoenen (Roberts & Elliot 2017). Verder onderzoek is nodig om aan te tonen of deze effecten omkeerbaar zijn, en of deze effecten door kunnen werken op gemeenschaps- en populatieniveau.

Over indirecte effecten op plankton en benthos in beschermde gebieden door de aanleg van een windpark zijn modelstudies ontwikkeld (Boon et al. 2018; Zijl et al. 2021). De modelresultaten zijn op dit moment nog niet geschikt om voorspellingen te doen over van wat er in de toekomst zal gebeuren. Positief dan wel negatieve effecten zijn nog niet uit te sluiten.

Naarmate er meer (of grotere) windparken op zee komen, zal dit resulteren in een groter areaal aan beschikbaar hard substraat oppervlak door turbinezuilen, beschermende bestortingen en verhoging van het aantal scheepvaartbewegingen. Dit kan de kolonisatie door exotische marine fauna die geassocieerd is met harde substraten van dit deel van de Noordzee faciliteren/versnellen. In hoeverre dit daadwerkelijk optreedt is tot op heden nooit onderzocht.

7.7.2 Vissen

Een belangrijke leemte in kennis betreft de invloed van menselijke geluidsbronnen op in of in de nabijheid van de bodem levende vissen en ongewervelde dieren (Hawkins et al. 2021). Het is waarschijnlijk er vissen en bepaalde ongewervelden zijn die dit kunnen waarnemen. Of dit ook tot effecten op het gedrag en de fitness leidt, is onbekend. Voor vissen is al het nodige onderzoek uitgevoerd naar de effecten van onderwatergeluid op vissen (Bolle et al, 2012, Debusschere et al. 2014, Popper et al. 2014). Hieruit blijkt dat vissen veel minder gevoelig zijn voor onderwatergeluid dan zeezoogdieren en dat sommige soorten (met zwemblaas) gevoeliger zijn dan andere soorten.

Ook worden in de kavelbesluiten enkel geluidsnormen genoemd voor de constructiefase (vooral vanwege het heien van de funderingen), maar niet voor de operationele fase van het windpark. Dit maakt het mogelijk dat windparkontwikkelaars de tipsnelheid van rotors onbegrensd kunnen verhogen, wat hogere geluidsniveaus in de operationele fase, ook waarschijnlijk onder water, met zich meebrengt. Omdat het momenteel niet goed bekend is of het geluid van windturbines een rol speelt in de verstoring van vissen, is niet te zeggen of een onbegrensde tipsnelheid en de daarmee gepaard gaande geluidsniveaus tot verhoogde verstoring onder vissen leiden. Vooralsnog is niet bekend of een onbegrensde tipsnelheid en de daarmee gepaard gaande operationele geluidsniveaus tot verhoogde verstoring onder vissen leiden. Gericht onderzoek naar het effect van verschillende operationele geluidsniveaus op het gedrag van vissen zal dit moeten aantonen.

7.7.3 Zeezoogdieren

Onzekerheden in de procedure voor het bepalen van populatie-effecten

Elke stap van de procedure die is doorlopen bij het bepalen van de effecten op populaties met de daarbij behorende parameters kent een bepaalde mate van onzekerheid. Het kan daarbij gaan om onzekerheden door een min of meer bekende variatie, of het tempo van technische ontwikkelingen, maar ook door het feit dat over een bepaalde parameter weinig of vrijwel niets bekend is (dit is een kennisleemte). Hieronder volgt een overzicht.

Kwantificering van brongeluid en geluidpropagatie

Ondanks dat in de beschrijving van de fysica van de afstraling en propagatie van geluid significante verbeteringen zijn aangebracht in het Aquarius 4 model (de Jong e.a., 2018), blijft de kwantitatieve voorspelling van de SELS_{ss} onzeker. Dit geldt met name voor de hoogfrequente component van het geluid, maar deze is niet van belang voor de ongewogen breedband SELSS. De resultaten van de modellering met Aquarius 4 kwamen goed overeen met de ongewogen breedband SELSS die tijdens de constructie van het Gemini windpark is gemeten. Om (nog) meer vertrouwen en de voorspelde geluidsniveaus te krijgen, vooral vanwege de akoestische eigenschappen van de zeebodem, is het nodig dat het model voor meer scenario's wordt gevalideerd (verschillende hamerconfiguraties en omgevingsvariabelen). Bovendien worden in het Aquarius 4 model de effecten van mitigerende maatregelen, zoals heimantels en bellenschermen, nog niet expliciet berekend, maar als een correctie achteraf meegenomen.

Dosis-responsrelatie voor verstoring/gedragsverandering

In de berekeningen voor bruinvissen is vooralsnog geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als gevolg van de frequentie. Het is aannemelijk dat het toepassen van een met de frequentiegevoeligheid van het gehoor van de bruinvissen gewogen SEL-waarde een betere voorspelling geeft van de gedragsreactie. De ten tijde van het opstellen van het KEC 4.0 beschikbare gegevens lieten het echter niet toe duidelijke conclusies te trekken over de noodzaak daartoe.

Tougaard et al. (2015) hebben er al enige tijd geleden op gewezen dat frequentieweging met een filter dat is gebaseerd op de inverse van het audiogram geschikt zou zijn voor het bepalen van effecten. De US National Marine Fisheries Service onderschrijft dit en heeft frequentieweging al geïmplementeerd in hun technische handleiding voor het bepalen van effecten op het gehoor van zeezoogdieren (NMFS 2016). Voor gedragseffecten en verstoring zijn er echter nog onvoldoende gegevens beschikbaar om frequentieweging te implementeren. Als het gaat om projecten waar het heigeluid wordt gemitigeerd door gebruik van bellenschermen zou de toepassing van frequentieweging bij het bepalen van gedragsverstoring bij bruinvissen tot kleinere voorspelde verstoringsooppervlakken kunnen leiden, omdat het geluid in de voor bruinvissen relevante frequenties beter wordt gedempt (Dähne et al., 2017).

Kwantificeren van het aantal verstoorde dieren

Voor bruinvissen is in het KEC 4.0 gebruik gemaakt van de kaart van Gilles et al. (2020), die een schatting geeft van de gemiddelde zomerdichtheid van bruinvissen op de Zuidelijke Noordzee in de periode 2016-2019. Het betekent dat in de berekeningen geen rekening is gehouden met seizoens-afhankelijke verschillen in de verspreiding. Verder is nog vrijwel niets bekend over eventuele seizoens-afhankelijke migratiepatronen, locatietrouw en mogelijke sekse- en leeftijd-specifieke variatie hierin.

In de Deense wateren is relatief veel zenderonderzoek gedaan, waardoor voor individuele dieren meer informatie beschikbaar is gekomen (e.g. Sveegaard 2011; Nielsen et al., 2018). Voor het zuidelijke deel

van de Noordzee zal deze leemte echter niet op korte termijn worden opgevuld, ondanks dat de Nederlandse overheid een pilot is gestart om levend gestrande bruinvissen, na rehabilitatie, voorzien van een zender in zee terug te zetten (zie Vrooman et al., 2022 voor overzicht van de huidige kennis over het zenderen van bruinvissen). Hierdoor blijft het lastig een nauwkeurigere schatting te maken van het aantal dieren die in verschillende tijden van het jaar worden beïnvloed.

Voor zeehonden is wel rekening gehouden met seizoens-afhankelijke verschillen in de verspreiding, maar niet met de effecten van een waarschijnlijk grotere plaats-trouw van zeehonden dan bruinvissen. Daardoor zou het kunnen zijn dat het gedeelte van de zeehond-populaties dat regelmatig verblijft in de zoekgebieden een grotere kans heeft om gedurende meerdere dagen verstoord te worden dan nu in de berekeningen is aangenomen. Daar staat tegenover dat dit voor de meeste zoekgebieden slechts een klein gedeelte van de populatie betreft en dat de rest van de populatie in dat geval minder kans op verstoring ondervindt. In bijlage D van Heinis & de Jong et al. (2022) wordt voor zeehonden ingegaan op de mogelijke effecten van dierbeweging op de uitkomsten van het Interim PCoD model.

Doorvertalen van effecten op individuele bruinvissen naar populatie-effecten (iPCoD)

De omvang van de gevoelige deelpopulatie van bruinvissen (vulnerable subpopulation) is een van de parameters in het interim Population Consequences of Disturbance (iPCoD) model. In de berekeningen voor het KEC 4.0, die aan de basis hebben gelegen voor de berekeningen in dit rapport, is voor bruinvissen uitgegaan van een vulnerable subpopulation die gelijk is aan de totale omvang van de Noordzeepopulatie (afgeleid uit Gilles et al., 2020). De belangrijkste redenen hiervoor zijn 1) dat er geen duidelijke aanwijzingen zijn dat er binnen de Noordzeepopulatie van bruinvissen deelpopulaties zijn die aan een kleiner deelgebied zijn gebonden en 2) uit een recente publicatie blijkt dat de home range van bruinvissen behoorlijk groot kan zijn (Nielsen et al., 2018).

Voor het KEC 1.0 is de gevoeligheid van de modelresultaten voor drie verschillende grootten van de vulnerable subpopulation onderzocht (Heinis & de Jong et al., 2015). Uit deze analyses bleek dat de omvang van de vulnerable subpopulation een rol begint te spelen bij een (berekende) populatiereductie van ongeveer de helft van de omvang van de vulnerable subpopulation. Het totale effect wordt beperkt tot ongeveer 80% van de vulnerable subpopulation. Dit betekent ook dat bij hogere waarden berekende populatiereductie toeneemt met de gekozen omvang van de vulnerable subpopulation. Een keuze voor een relatieve grote vulnerable subpopulation reduceert daarom het risico dat effecten worden onderschat.

Doorvertalen van bruinvisverstoring naar effecten op vital rates

Doorvertaling van bruinvisverstoring naar effecten op vital rates. Het iPCoD model is in 2018 grondig geüpdatet en verbeterd. Bij het bepalen van de relatie tussen verstoring en vital rates is voor bruinvissen gebruik gemaakt van een door de Universiteit van Amsterdam samen met de Universiteit van St. Andrews ontwikkeld state-of-the-art energiebudget model. Uit de modelberekeningen blijkt duidelijk dat bruinvissen in veel gevallen voor een (tijdelijk) verlies van foerageermogelijkheden kunnen compenseren.

Het is echter nog niet duidelijk of en zo ja, waarom de gebieden waar de grootste dichtheid wordt gezien ook de meest geschikte gebieden zijn. Hebben bruinvissen die uit een dergelijk geschikt gebied worden verdreven ook werkelijk minder kans te overleven en hoe hangen seizoensvariaties in het voorkomen samen met variaties in het voorkomen van voedsel?

Aannames in iPCoD-model over populatieontwikkeling en demografische parameters

In het Interim PCoD model is ervan uitgegaan dat de bruinvispopulatie stabiel is en dat de populatieontwikkeling niet afhangt van de dichtheid. Voor de modeluitkomsten betekent dit dat na een eenmaal aangebracht effect op de populatie, oftewel een afname door de activiteiten, de populatie hiervan na het beëindigen van de activiteiten niet herstelt. Dit is waarschijnlijk niet realistisch.

Voor een meer realistische inschatting van de populatieontwikkeling in de jaren van de verstoring, maar vooral na het beëindigen ervan is meer kennis nodig over dichtheidsafhankelijke effecten op populatieontwikkeling. Is de carrying capacity bereikt en zo ja, wat zijn beperkende factoren voor populatiegroei? Speelt competitie om voedsel een rol als de dichtheid van dieren toeneemt als zij door onderwatergeluid uit een bepaald gebied worden verdreven?

Toepassen van Interim PCoD-model voor het doorvertalen van effecten op gewone en grijze zeehonden

Voor de gewone en de grijze zeehond zijn door zenderonderzoek veel gegevens over het natuurlijke gedrag in het veld beschikbaar. Het betreft zowel populatieschattingen als kennis over beweging van individuele dieren. In combinatie met experimenteel bepaalde gegevens over de energetische 'kosten' van gedragsverandering (zie bijvoorbeeld Rosen et al., 2007; Sparling & Fedak 2004; Sparling et al., 2007) zou het effect op de populatie kunnen worden ingeschat door een zogenaamd 'agent based' model (zie bijvoorbeeld Nabe-Nielsen et al., 2014) te combineren met een Dynamisch Energie Budget.

Inmiddels is door WMR, samen met SMRU/Universiteit van St. Andrews een start gemaakt met de ontwikkeling van een dergelijk model (Chudzinska et al., 2021). Het zal echter nog enkele jaren duren voordat dit model operationeel is. Voor het schatten van effecten op de gewone en grijze zeehonden op het NCP is daarom, net als voor de bruinvissen gebruik gemaakt van de 2019-update van het Interim PCoD model. Ook hier is ervan uitgegaan dat alle op het NCP voorkomende zeehonden tot de vulnerable subpopulation behoren. Verder is ervan uitgegaan dat de populatie van gewone zeehonden stabiel is en dat die van de grijze zeehonden met 1% per jaar groeit (zie Sinclair et al., 2020 voor overige demografische parameters).

Overige onzekerheden

Toepasbaarheid van alternatieve installatietechnieken

Uit resultaten van proefprojecten is gebleken dat met andere technieken dan heien, zoals trilhamers en blue piling een substantiële geluidsreductie is te bereiken (zie review van Verfuss et al., 2019). Hoewel dergelijke technieken veelbelovend zijn, worden ze voor windenergie op zee nog niet in de praktijk toegepast. Dit heeft er onder andere mee te maken dat nog niet zeker is of de monopiles bij toepassing van een van deze technieken net zo stevig is verankerd is als wanneer wordt geheid ('axial bearing capacity'). Ook is er onzekerheid over de toepasbaarheid van deze technieken op dieper water. Voor trilhamers geldt bovendien dat gegevens over de aard van het geproduceerde geluid (frequentie-inhoud en niveaus) nog grotendeels ontbreken.

In het SIMOX-project (Sustainable Installation of XXL Monopiles) wordt de toepasbaarheid van alternatieve funderingstechnieken onderzocht (www.grow-offshorewind.nl/). Doel van het project is om de bestaande en benodigde kennis op elkaar af te stemmen van nieuwe en innovatieve installatietechnieken en -mogelijkheden. Binnen het project wordt door de verschillende partners de nodige technische- en milieukennis verzameld, waaronder de resultaten van metingen van onderwatergeluid. Het streven is om binnen vijf jaar één of meerdere gekwalificeerde en gevalideerde installatietechnologieën voor de volgende generatie monopiles beschikbaar te hebben.

Onzekerheid over de effecten van toepassing van andere funderingstypen

In KEC 4.0 studie is ervan uitgegaan dat de turbines in alle onderzochte windparken in binnen- en buitenland op monopilefunderingen worden geplaatst. Voor de gebouwde en te bouwen windparken op het relatief ondiepe zuidelijk deel van de Noordzee is dit aannemelijk, maar niet voor windparken die op dieper water worden aangelegd, zoals veel van de windparken in het Verenigd Koninkrijk, waar vaak gebruik wordt gemaakt van jackets of tripods.

Het heien van een jacketfundering (4 palen) neemt waarschijnlijk meer tijd in beslag dan het heien van een enkele monopilefundering. Als dat meerdere dagen zijn, neemt het aantal bruinvisverstoringdagen en daarmee het berekende effect op de populatie ook toe.

Continu geluid tijdens de aanleg- en exploitatiefase

Resultaten van recent onderzoek dat voorafgaand aan de werkelijke heiwerkzaamheden al effecten op bruinvissen kunnen optreden (Graham et al., 2017, Rose et al., 2019). Voor een deel is dit het gevolg van de inzet van Acoustic Deterrent Devices (ADD), waarmee het optreden van PTS wordt voorkomen, maar bij verschillende windparken is al voorafgaand aan het aanzetten van de ADD een verminderde activiteit van bruinvissen rond de heilocatie waargenomen. Het tijdens de verschillende activiteiten geproduceerde onderwatergeluid is de meest aannemelijke verklaring hiervoor. Daarbij kan worden gedacht aan het scheepsgeluid (m.n. schroefgeluid), geluid van sonars, ankerkettingen, het neerlaten van de poten van de jack-up schepen etc.

Ook voor de mitigatie van het heigeluid is veel extra (scheeps)activiteit nodig. Al deze activiteiten leiden tot minder grote verstoringafstanden dan verstoringafstanden door (niet gemitigeerd) heigeluid. In een zeer recente studie werd gerapporteerd dat scheepsgeluid bij bruinvissen tot verstoringafstanden van ca. 4 km kan leiden (Benhemma Le Gall et al., 2021). Voor het doen van kwantitatieve uitspraken over mogelijke populatie-effecten van het aan de constructie en operatie van windparken gerelateerde geluid, zijn echter onvoldoende kwantitatieve gegevens over aantal scheepsbewegingen, geluidsniveaus en de bijbehorende drempelwaarden voor verstoring van bruinvissen beschikbaar.

De verwachting is echter dat de effecten ten opzichte van het aantal scheepsbewegingen van de reguliere scheepvaart op de zeer druk bevaren Zuidelijke Noordzee verwaarloosbaar zijn (zie ook nog niet gepubliceerde resultaten metingen Borssele windpark). Continu geluid van operationele windturbines is in het algemeen alleen van belang wanneer het omgevingsgeluid van wind en scheepvaart heel laag is (Tougaard et al., 2020).

Verwijdering bestaande windparken en onderwatergeluid

Verschuillende offshore windparken zijn aan het einde van hun levensduur en meer en meer van deze parken zullen in de komende twee of drie decennia worden ontmanteld. Er zijn nog geen voorbeelden beschikbaar van de wijze waarop ontmanteling van windparken op zee zal plaatsvinden en dus ook niet of en zo ja, hoeveel onderwatergeluid daarbij zal worden geproduceerd. Om de monopiles op een duurzame en kosteneffectieve manier te verwijderen, worden nieuwe technieken ontwikkeld. Hydraulische extractie van monopiles is een van de nieuwe methoden voor het verwijderen van de volledige monopile. Hierbij kan al het staal worden teruggewonnen en gerecycled. Deze techniek verkeert echter nog in de onderzoeksfase.

8 Scheepvaartveiligheid

8.1 Inleiding

Een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver kan effect hebben op de scheepvaartveiligheid. Schepen kunnen in aanvaring komen met windturbines, en de aanwezigheid van een windpark kan daarnaast ook leiden tot een verhoogde kans op aanvaringen tussen schepen. Zie Figuur 8.1 voor scheepvaart corridors rondom de kavels van IJmuiden Ver. Effecten op scheepvaartveiligheid zijn daarom een belangrijk aandachtspunt bij de besluitvorming rondom windparken op zee.

Een aanvaring op zee kan grote milieugevolgen hebben. Voorbeelden hiervan zijn de olieverontreinigingen die in 2002 zijn opgetreden bij scheepsrampen bij de Noordkust van Spanje (de enkelwandige olietanker Prestige) en de Zuidoostkust van Engeland (de Tricolor). Aanvaringen met offshore wind-infrastructuur zijn bovendien zeker niet ondenkbaar. Een voorbeeld hiervan is de aanvaring van het op drift geraakte vrachtschip Julietta D met het TenneT platform van het windpark Hollandse Kust Zuid.⁵⁸

Om de effecten op scheepvaartveiligheid in beeld te brengen is een specialistische veiligheidsstudie uitgevoerd door MARIN. De rapportage van MARIN is opgenomen in bijlage 7. In dit hoofdstuk zijn de resultaten van deze studie samengevat. Het is hierbij goed om op te merken dat er een aantal kanttekeningen zijn te plaatsen bij de modellering van met name de gevolgschade. Zie hiervoor paragraaf 8.4.3. De resultaten zijn wel het beste wat in kwantitatieve termen beschikbaar is en zijn ook gebruikt in eerder effectonderzoeken voor kavelbesluiten. Daar waar nodig zijn bij de kwantitatieve uitkomsten nuances aangebracht, mede op basis van de cumulatieve studie van MARIN⁵⁹.

Het uitgangspunt in dit MER is dat er geen integrale doorvaart door het windpark plaatsvindt. Aan beide zijden van het windenergiegebied IJmuiden Ver loopt een baan voor de scheepvaart. Bovendien is er aan de noordzijde van de kavels III en IV extra ruimte voorzien door een afstand van ten minste 500 meter aan te houden tot de buitenste windturbines van die windkavels. In eerdere m.e.r. studies en binnen de cumulatieve studie van MARIN is aangenomen dat schepen tot een grootte van 46 meter integraal door de parken mogen varen. Er is sindsdien echter een beleidswijziging doorgevoerd (Programma Noordzee 2022-2027). Hierdoor is op dit moment het uitgangspunt om geen integrale doorvaart door windparken mogelijk te maken, maar doorvaart te beperken tot enkele vastgestelde passagestroken. Een dergelijke passagestrook is niet voorzien in de kavel, maar zoals aangegeven is er aan de noordkant van kavels III en IV een clearway beoogd. In de studie naar de cumulatieve effecten van windparken op scheepvaart is de situatie met integrale doorvaart toch opgenomen als worst-case scenario. Verderop in dit hoofdstuk wordt daarop nog verder ingegaan.

⁵⁸ <https://nos.nl/artikel/2415179-stuurloos-vrachtschip-op-sleptouw-na-aanvaring-noordzee>

⁵⁹ J.T.M. van Doorn, A.M. Duursma, Y.Koldenhof, J. Valstar, WIND OP ZEE 2030: Gevolgen voor scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen. MARIN, 31132-3-MSCN-rev.1.0, 13 mei 2019

Figuur 8.1 Kavels en windenergiegebieden en scheepvaart



Legenda

- Aangewezen windenergiegebieden
- Bruto Kavel

Verkeerscheidingsstelsel Scheepvaart

- Clearway
- Clearway (beoogd)
- Vaargeul
- Seperatiezones
- Ankergebieden

8.2 Te beschouwen bandbreedte en alternatieven

In eerdere studies over scheepvaartveiligheid voor kavels in windenergiegebieden in Nederland is ervoor gekozen twee configuraties te kiezen met een verschillend aantal windturbines, bijvoorbeeld één met 8 MW windturbines op jackets en één met 10 MW windturbines op monopiles. Deze twee configuraties geven samen een goede indicatie van de bandbreedte van de aanvaringskansen van windturbines. De algemene conclusie in de vorige studies was echter dat een kleiner aantal windturbines ook kleinere verwachte aanvaar-en aandrijfkansen opleverde, en dus een kleinere kans per MW. Bij de studie voor het windenergiegebied Ten Noorden van de Waddeneilanden is er vervolgens voor gekozen om een veiligheidsstudie voor één inrichtingsvariant met de grootste verwachte effecten voor de kavel uit te voeren (worst case-benadering), en niet een vergelijking tussen twee configuraties (inrichtingen) te maken. Die methodiek wordt ook in dit MER voor IJmuiden Ver voortgezet.

Er is gekozen voor een configuratie met 67 windturbines met een vermogen van 15 MW, geplaatst op monopiles. Daar waar relevant zullen de effecten van een jacket of tripod worden benoemd. Dit is de configuratie met de meeste windturbines en dit vormt daarmee dan ook voor scheepvaartveiligheid de worst case. Configuraties met minder windturbines leveren dan ook een minder grote kans op aanvaringen en aandrijvingen.

8.3 Beoordelingskader

Voor de voorspelling van de effecten van het windpark op het aspect scheepvaartveiligheid worden de beoordelingscriteria uit Tabel 8.1 gebruikt. Met deze beoordelingscriteria zijn de effecten van het windpark op de scheepvaartveiligheid beschreven. De effecten zijn kwantitatief en deels kwalitatief beschreven.

Tabel 8.1 Overzicht deelaspecten en beoordelingscriteria scheepvaartveiligheid

Deelaspecten	Beoordelingscriteria
Aanvaringsrisico	Kans op aanvaring en aandrijving met windturbines Gevolgschade van aanvaring en aandrijving
Scheepvaartbewegingen	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart

8.4 Aanpak MARIN

Om de effecten van een windpark in kavel I IJmuiden Ver (op basis van een worst case configuratie met het meeste aantal windturbines) op de scheepvaart te kunnen berekenen moet de nieuwe afwikkeling van het scheepvaartverkeer voor de situatie met het windpark in SAMSON gemodelleerd worden. In de volgende paragraaf wordt het SAMSON-model geïntroduceerd.

De scheepvaart moet het windpark op minimaal 500 meter passeren vanwege de beoogde clearway. De mate waarin de verkeersafwikkeling wordt beïnvloed, hangt af van de grootte en ligging van het windpark. Voor de locatie van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver wordt daarom de modellering van het routegebonden verkeer gebruikt zoals deze aangemaakt is voor een studie naar de cumulatieve effecten van alle windenergiegebieden die verwacht worden gebouwd te zijn in 2030 en met doorkijk naar 2040⁶⁰. Vervolgens kunnen de ongevalskansmodellen van SAMSON toegepast worden voor het doorrekenen van de effecten van het windpark voor de scheepvaart.

⁶⁰ Koldenhof, Y. SAMSON-analyse Wind op Zee; versnellingsopgave 2030 met doorkijk naar 2040, MARIN, 31797-1-MO-rev0.2, 7 maart 2022

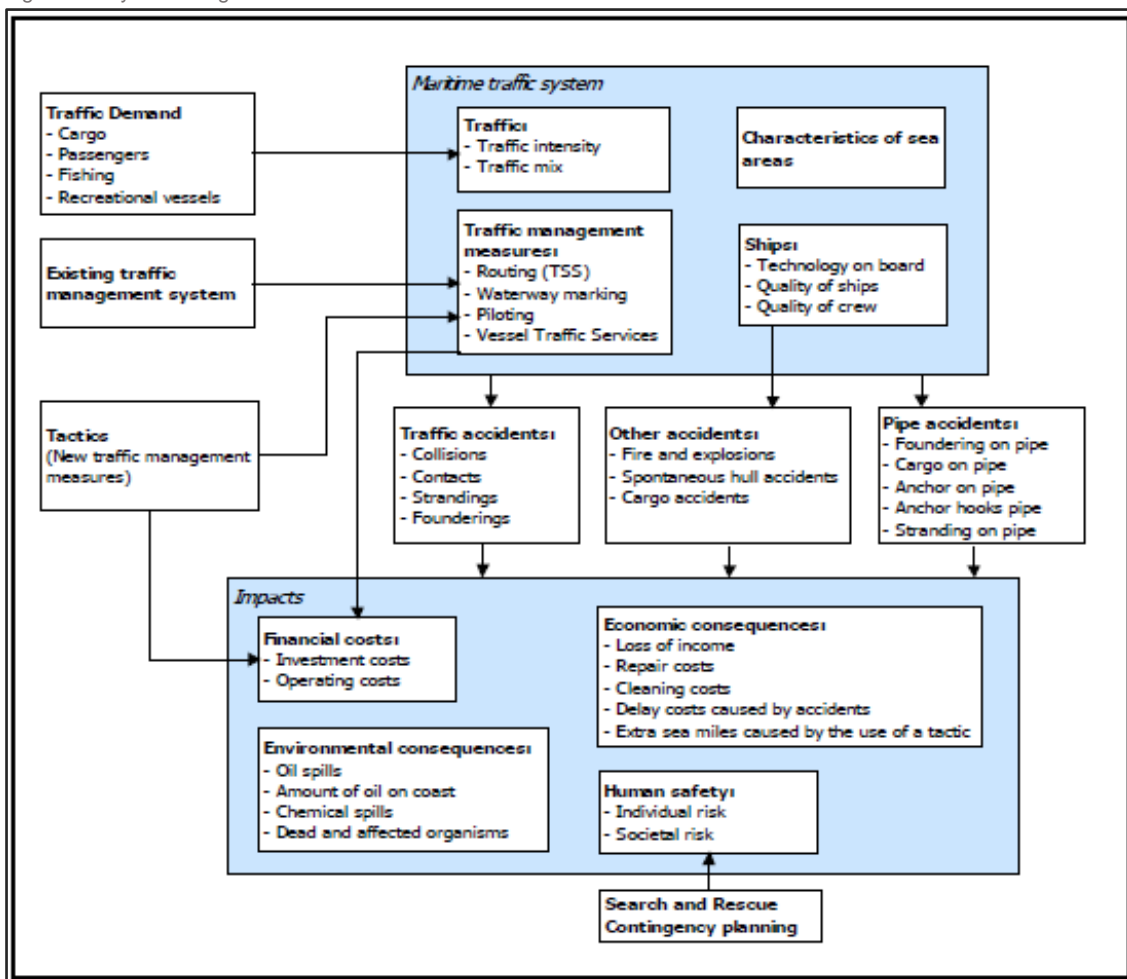
8.4.1 Het SAMSON-model

Het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea) is ontwikkeld voor het voorspellen van effecten van ruimtelijke ontwikkelingen in de Noordzee, van ontwikkelingen in de scheepvaart zelf en van (beleids)maatregelen ten aanzien van de scheepvaart. De effecten die met het model bepaald kunnen worden bestaan uit:

- Aantal ongevallen per jaar, onderverdeeld naar aard van de ongevallen en betrokken schepen en objecten.
- Omgevaren afstand en gerelateerde kosten.
- Emissie van milieugevaarlijke stoffen.
- Consequenties van ongevallen, zoals het uitstromen van lading- of bunkerolie of persoonlijk letsel.

Het model is ontwikkeld voor het Ministerie van Infrastructuur en Water en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle type ongevallen op zee te schatten. In Figuur 8.2 is het systeemdiagram van het SAMSON-model weergegeven. Vrijwel alle blokken in dit diagram zijn beschikbaar binnen het model. Het grote blok 'Maritime traffic system' (rechts boven) bevat vier sub-blokken die samen een beeld geven van het verkeersbeeld. De ongevalskansmodellen voor een aanvaring, stranding, brand/explosie etc. worden gebruikt om de ongevalsrequentie te voorspellen gebaseerd op het verkeersbeeld. Het grote blok 'Impacts' bevat de sub-blokken waarmee de consequenties van ongevallen worden bepaald.

Figuur 8.2 Systeendiagram Samson



Scheepvaartverkeer

Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van een verkeersdatabase. Een verkeersdata-base bevat links, linkintensiteiten en linkarakteristieken. Een link is de rechte verbinding tussen twee punten. De linkintensiteit beschrijft het aantal schepen dat per jaar over die link vaart, onderverdeeld naar scheepstype en scheepsgrootte. De linkarakteristiek beschrijft hoe breed de link is, en wat de verdeling van het verkeer over die link is. Het verkeer op zee wordt onderverdeeld in twee groepen, namelijk het "routegebonden" en het "niet-routegebonden" verkeer. Het routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de koopvaardij-schepen, die op weg zijn van haven A naar haven B. Het niet-routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de schepen die een missie ergens op zee hebben, zoals visserij, supplyvaart⁶¹, werkvaart en recreatievaart. In SAMSON worden deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd.

Routegebonden scheepvaart

De routegebonden scheepvaart is gemodelleerd op scheepvaartroutes over de Noordzee. Vanwege de ligging van de havens en de verkeersscheidingsstelsels (VSS) beweegt het grootste deel van deze

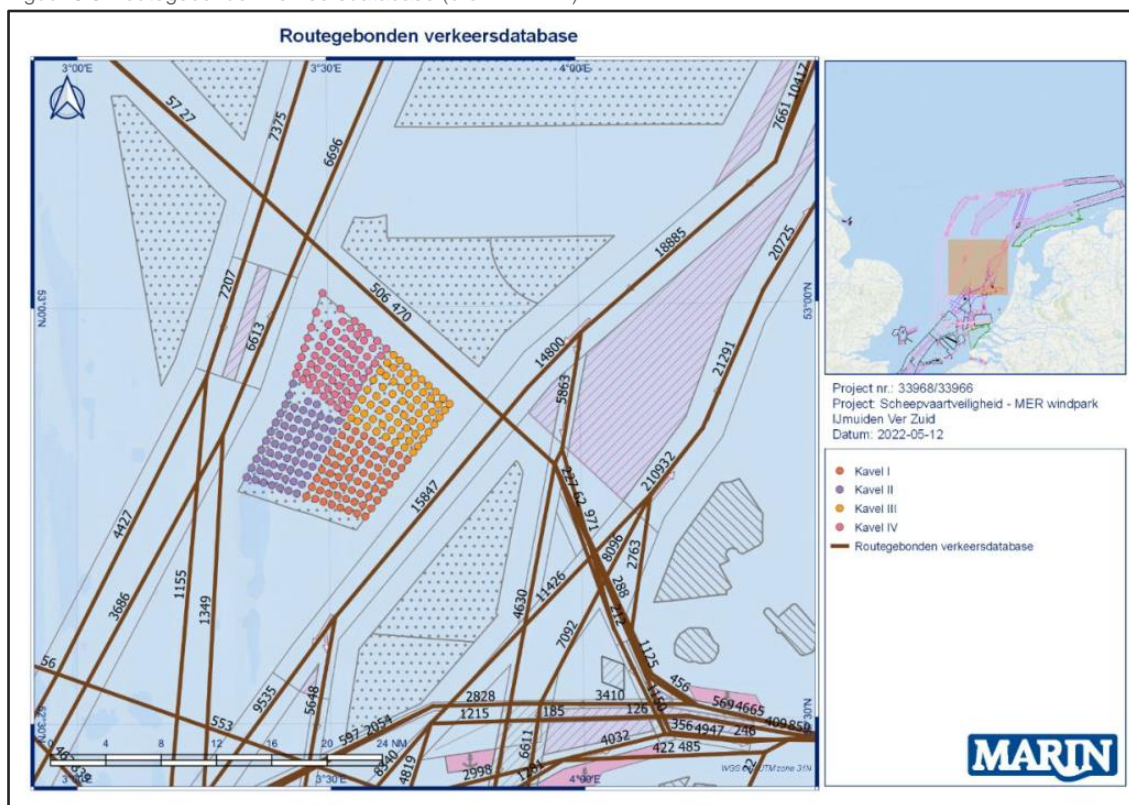
⁶¹ Het voorzien van bijvoorbeeld offshore platforms van noodzakelijke artikelen, zoals levensmiddelen maar ook reserveonderdelen.

schepen zich over een netwerk van links (met een bepaalde breedte), vergelijkbaar met het wegennetwerk op het land, Figuur 8.3. In de praktijk kunnen er schepen buiten deze links varen, aangezien men overal mag varen zolang men de regels in acht neemt. Het aandeel van het verkeer dat buiten de routes vaart is echter zeer klein, aangezien de links de kortste en veiligste verbindingen tussen havens omvatten waarbij rekening wordt gehouden met ondieptes en andere obstakels.

In de studie van het MARIN wordt in de basis gebruik gemaakt van de uitgangspunten die gebruikt zijn binnen het onderzoek naar de cumulatieve effecten van wind op zee⁶⁰, voor de versnellingsopgave 2030 met doorkijk naar 2040. Omdat in die studie geen rekening is gehouden met de verkeersgroei, is de verkeersdatabase voor dit MER-onderzoek gecorrigeerd met de groeicijfers zoals vastgesteld door de Erasmus Universiteit. Die groeicijfers zijn ook al eerder toegepast in de studie van Doorn et al.⁵⁹

In het onderzoek naar de scheepvaartveiligheid van windenergiegebied IJmuiden Ver zijn, in tegenstelling tot de eerdergenoemde onderzoeken naar cumulatieve effecten, de windturbineposities gehanteerd voor de windparken waarvan die al bekend zijn. In de cumulatieve studies werd een uniform grid gebruikt.

Figuur 8.3 Routegebonden verkeersdatabase (bron: MARIN)



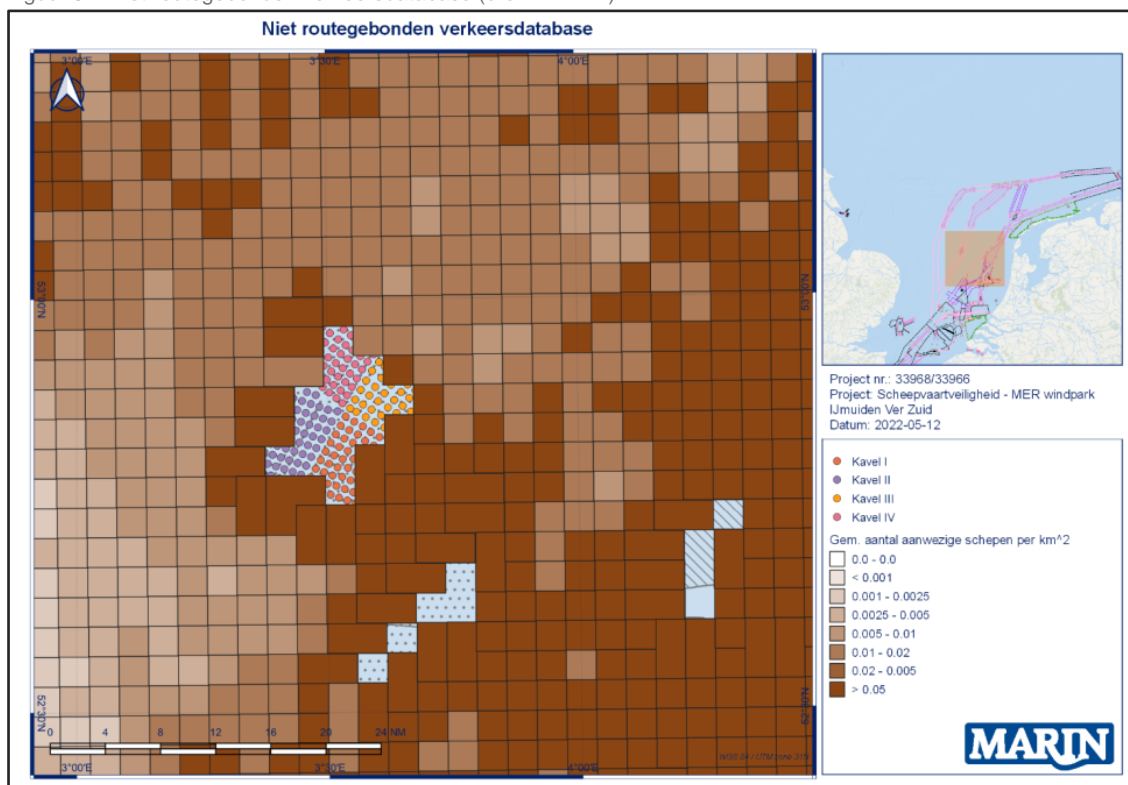
Niet-routegebonden verkeer

Het niet-routegebonden verkeer (visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart) kan niet op dezelfde manier worden gemodelleerd als het routegebonden verkeer. Het gedrag van dit verkeer op zee is duidelijk anders en lastiger te voorspellen. Men vaart niet van haven A naar haven B langs duidelijke routes, maar van haven A naar een of meerdere bestemmingen op zee en vervolgens meestal weer terug naar de vertrekhaven A. Het gedrag op zee is meestal onvoorspelbaar. Vissers varen bovendien nog vaak

heen en weer in een visgebied. Dit is de reden waarom dit verkeer niet met links, maar op basis van dichtheden in SAMSON is gemodelleerd.

Met een analyse van AIS-data uit 2019 (dezelfde database als ⁶⁰) is de gemiddelde dichtheid van het verkeer bepaald in 4 x 4 km rastercellen, zie Figuur 8.4. Net als het routegebonden verkeer zijn ook deze cijfers gecorrigeerd met de groeicijfers zoals berekend door de Erasmus Universiteit Rotterdam. In de analyse was het uitgangspunt dat er geen sprake zal zijn van integrale doorvaart door het windenergiegebied, of doorvaart in de passagestroken door kleinere schepen, anders dan door de beoogde clearway. Dat is conform het vastgestelde beleid rond doorvaart uit het Programma Noordzee 2022-2027. Het uitgangspunt van het onderzoek is dat het totaal aantal niet-routegebonden schepen op de Noordzee gelijk blijft, alleen de locatie waar ze varen is anders. Verkeer dat zich eerst binnen de grenzen van IJmuiden Ver bevond, is in de analyse verplaatst naar de randen rond het gebied. Dat is in overeenstemming met de uitgangspunten van het onderzoek naar de cumulatieve effecten van de doorkijk naar 2040. Voor meer informatie, zie bijlage 7.

Figuur 8.4 Niet-routegebonden verkeersdatabase (bron: MARIN)



Gebruikte modellen

Het totale SAMSON-model bestaat uit verschillende sub-modellen voor de verschillende type ongevallen. Om het effect van de kavels van windenergiegebied IJmuiden Ver voor de scheepvaart te kwantificeren, is het verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar bepaald. Hiervoor zijn de volgende modellen gebruikt:

- Contact met een vast object (windturbine)
 - als gevolg van een navigatie fout (ramming)
 - als gevolg van een motorstoring (drifting)

Om het effect van de windparken op de scheepvaart buiten de windparklocaties te kwantificeren, is het risiconiveau met en zonder de windparken vergeleken. Deze effecten zijn het gevolg van een verandering in de routestructuur: het verkeer dat eerst door het windenergiegebied voer, is nu buitenom geleid. Om het "algemene" risiconiveau vast te stellen zijn de volgende modellen gebruikt:

- Schip-schip aanvaringen
- Aanvaringen met een vast object (in dit geval bestaande offshore platformen)
 - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
 - als gevolg van een motorstoring (drifting)

Voor de huidige studie zijn geen nieuwe berekeningen uitgevoerd voor het bepalen van het indirecte effect, maar is gebruik gemaakt van de resultaten van de studie naar de cumulatieve effecten en het vervolg van dat onderzoek met een doorkijk naar 2040.

8.4.2 Modelleren gevolgschade

Door een aandrijving of een aanvaring met een windturbine kan schade ontstaan. Die schade wordt gevolgschade genoemd. Onder die schade valt de schade aan de windturbine, schade aan het schip, milieuschade door een uitstroom van olie bij schade aan een schip en persoonlijk letsel door de aanvaring/aandrijving. Ook is er kans op economische schade door bijvoorbeeld schade aan (park)bekabeling of door stremming of obstructie van de vaarweg richting zeehavens. Deze economische schade wordt verder niet behandeld in dit MER.

Van de schepen die in aanvaring of aandrijving met het windpark kunnen komen zijn gegevens bekend over vaarsnelheden, vaarrichting, scheepstype en scheepsgroottes. Daarmee kan de maximale energie bij een mogelijke botsing worden bepaald. Deze energiemaat wordt gebruikt om, deels op basis van ervaring en deels op basis van complexe berekeningen, de schade aan een schip te bepalen dat in aanvaring met een ander schip of met een object komt. Het uitgangspunt is dat de volledige energie gedissipeerd wordt in de botsing. De verwachte aanwezige kinetische energie in varende of op drift geraakte schepen is voor deze studie ook bepaald en gepresenteerd per scheepstype, met daarbij ook de kans dat deze situatie optreedt.

Bepalen schade aan windturbine en schip

Voor de meeste scheepstypen is geen sprake van volledige dissipatie van de energie na een botsing vanwege de beperkte energieopname van het aangevaren object. Het bezwijkgedrag van windturbines is onderzocht.⁶² Daarbij is goed om op te merken dat de windturbines die nu worden geplaatst groter en

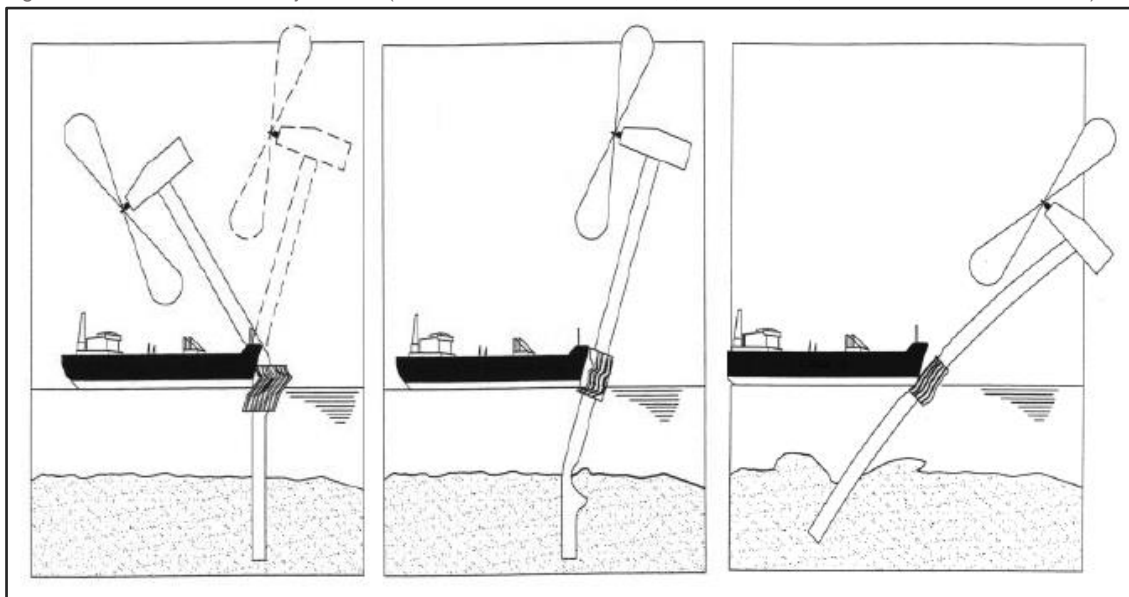
⁶² J. Barentse. Nadere toelichting: Gevolgen van aanvaringen door de windturbine-installatie. Jacobs Comprimio Nederland. Juli 2000.

stijver zijn dan ten tijde van het onderzoek van Barentse (2000). Daarom is dit onderwerp nader onderzocht in het kader van MOSWOZ (Monitorings- en Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee). De eerste resultaten van MOSWOZ zijn inmiddels bekend. De belangrijkste uitkomsten uit die eerste studie is dat een Kruiplijn Coaster (1550GT) zowel varende als driftend alleen voor plastische vervorming van de windturbine leidt, en niet tot knikken of scharnieren. De gehanteerde schadematrix is daarmee conservatief van aard. Deze zijn meegenomen in dit MER en de achterliggende studies. Daarnaast bleek dat een groot driftend passagiersschip of containerschip (>100 duizend GT) mogelijk onder bepaalde condities tot schade aan de turbine kunnen leiden waarbij de gondel op het schip valt.

Uit het onderzoek van Barentse (2000) bleek dat voor bijna alle scheepstypen de windturbine statisch gezien bezwijkt en daarbij slechts een fractie van de energie dissipeert. Voor de verdere analyse van de gevolgschade zijn de volgende twee bezwijkvormen onderscheiden (zie Figuur 8.5):

- **Knikken:** de windturbine bezwijkt door te knikken op het punt van impact, gevolgd door plastische vervorming, waarbij de mast blijft vastzitten. Ten slotte valt de windturbine naar het schip toe of juist van het schip af. In het geval dat de windturbine richting het schip valt kan de rotor met de gondel op het dek terecht komen.
- **Scharnieren:** de windturbine bezwijkt door het ontstaan van een plastisch scharnier bij de "bevestiging" op de bodem van de zee. De windturbine kan door het ontstaan van dit scharnier afbreken of wordt in zijn geheel (inclusief bodem) omvergeduwd. Het feitelijke scharnierpunt wordt dan verdeeld over de lengte in de bodem en is geen punt meer maar een deel van de mastfundering in de bodem die plastisch buigt en deels meegeeft.

Figuur 8.5 Verschillende bezwijkvormen (van links naar rechts: knikken, scharnieren, scharnieren met omverduwen)



Welke van deze beide bezwijkvormen optreedt, is alleen op basis van een dynamische berekening vast te stellen. Experts hebben op basis van hun onderzoek de frequentie van voorkomen geschat voor de verschillende bezwijkvormen. Daar waar de effecten nog niet zijn in te schatten heeft men voor een conservatief standpunt gekozen. Zo kan de mast met gondel van het schip af of op het schip vallen. Wat in werkelijkheid gebeurt, hangt van veel constructiewaarden en omgevingsfactoren af. Voor de nu uitgevoerde berekeningen wordt aangenomen dat de mast met gondel altijd op het schip valt ingeval van

knikken. Hiermee zijn niet alle scenario's meegenomen in dit onderzoek. Voor dit onderdeel is aanvullend onderzoek vereist. In Tabel 8.2 is een overzicht gegeven van verschillende bezwijkvormen door een aanvaring of aandrijving van een windturbine per scheepsgrootte. Ook is in de tabel aangegeven wat de verwachte schade aan het schip zal zijn. Dit is de gevolgschadetabel die ook in Barentse (2000) is gebruikt. Het bovenste deel van Tabel 8.2 geldt wanneer de windturbine knikt. Kleine schepen hebben niet genoeg massa om de windturbine te doen knikken.

Bij frontale en frontale/laterale (schampen) aanvaringen zal wel ernstige schade ontstaan aan de boeg en huid van het schip, maar zal geen ernstige schade optreden in het ladinggedeelte van het schip ("Geen" in Tabel 8.2). De constructie van het schip voor het aanvaringsschot (voorpiekschot) is zeer stijf waardoor de schade beperkt zal blijven tot het deel van het schip voor het aanvaringsschot. In dat gedeelte zal lek raken geen uitstroom tot gevolg hebben, omdat er geen lading of brandstof in dit deel van het schip aanwezig is. Bij het schampen zal het zeer stijve en uitwaaiende voordek van het schip de energie zonder veel schade opvangen. Er kan schade ontstaan aan het dek als de mast en/of gondel op het dek valt.

Er zijn meer scenario's denkbaar, en met hogere risico's, dan hiervoor beschreven. Zie het onderzoek van Marin (2019)⁵⁹:

- Voor kleinere scheepvaart (en zeker snelvarende schepen zoals tenders) kan grote schade aan schip (zelfs zinken) en persoonlijk letsel optreden;
- Hetzelfde geldt voor vissersschepen die in extremo kunnen omslaan bij schampen;
- Ook kan een schip op het laatste moment uitwijken (na een navigatiefout) en bij een uitwijkpoging alsnog de windturbine midscheeps raken. Dan ontstaat er een groter risico op schade aan de scheepshuid;
- Indien er uitstekende delen zijn op de windturbine, kan wel degelijk bij schampen of aandrijvingen aanvullende schade of letsel optreden, zoals bij hutten met bemanning en/of passagiers die aan de buitenzijde van een schip tegen de scheepshuid zijn gelegen.

Tabel 8.2 Bezwijkvormen met de geschatte percentages van voorkomen en de schatting van de resulterende schade aan de windturbine en het ladinggedeelte van het schip (aangenomen is dat knikken niet mogelijk is bij aandrijving). Gebaseerd op Barentse (2000); Gos = Gondel op schip en Mos = mast op schip na plastische vervorming

Bezwijkvormen	Scheepsgrootte (GT)	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal middenschips (100%)			Lateraal excentrisch (0%)		
		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging	
	Tur. bine	Schip	Tur. bine	Schip	Tur. bine	Schip	Tur. bine	Schip	Tur. bine	Schip	Tur. bine	Schip	
Knikken	<500	0%	Nee	Geen	0%	Nee	Geen						
	500-1000	0%	Ja	Geen	0%	Nee	Geen						
	1000-1600	5%	Gos Mos ¹	Dek	0%	Ja	Geen						
	1600-10000	10%	Gos Mos	Dek	5%	Gos Mos	Dek						
	10000-30000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	30000-60000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	60000-100000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	>100000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						

Bezwijkvormen	Scheepsgrootte (GT)	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal middenschips (100%)			Lateraal excentrisch (0%)		
		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging	
	Tur. bine	Schip	Tur. bine	Schip	Tur. bine	Schip	Tur. bine	Schip	Tur. bine	Schip	Tur. bine	Schip	
Scharnieren	<500	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	500-1000	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	1000-1600	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Huid	100%	Nee	Geen
	1600-10000	90%	Ja	Geen	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Nee	Geen
	10000-30000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	30000-60000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	60000-100000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	>100000	90%	Ja	Geen	91%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen

Bepalen milieuschade

Voor het bepalen van de kans op een uitstroom van olie is gebruik gemaakt van een schadematrix. De uitstroom van ladingolie en bunkerolie kan dus optreden nadat een schip groter dan 1000 GT tegen een windturbine aandrijft en er een gat in de scheepshuid wordt aangenomen. In de praktijk zal de windturbine niet vol (centraal) geraakt worden, maar met de voor-, zij- of achterkant van het schip, waardoor een deel van de botsingsenergie wordt omgezet in een rotatie van het schip. In de tabel is dit aangegeven als 'lateraal excentrisch', en is te zien dat dit niet wordt beschouwd in de berekeningen (0%). De berekening van de olie-uitstroom is dus een 'worst-case' benadering. Wanneer de kans op een olie-uitstroom en de hoeveelheid uitstroom een belemmering zouden vormen voor het al dan niet bouwen van offshore windparken, dan verdient deze schadematrix verdere aandacht.

Bepalen persoonlijk letsel

Voor de windturbines zijn de frequenties van een aantal verschillende schadevormen bepaald, waaruit de mogelijk optredende schade in termen van persoonlijk letsel is bepaald. Hierbij is uitgegaan van een aantal worstcase benaderingen. Persoonlijk letsel is voor een aanvaring alleen te verwachten wanneer de gondel met mast op het schip valt.

Uitgaande van het aantal aanvaringen/aandrijvingen zijn de volgende rekenslagen per scheepstype en grootte gemaakt:

- Het aantal aanvaringen/aandrijvingen wordt vermenigvuldigd met de bijbehorende kans op een bepaalde bezwijkvorm. Vermenigvuldiging met de kans voor die bezwijkvorm dat de gondel met mast op het schip valt ("Gosmos" in Tabel 8.2). Het is niet bekend hoe vaak een mast op het schip valt of juist van het schip af. Omdat die verhouding niet bekend is, wordt hier met een factor 1 gerekend, dus met het worstcasescenario dat de mast altijd op het schip valt.
- Vermenigvuldiging met het beschadigingsgedeelte van het dek. Hierin zitten twee worstcase benaderingen, namelijk:
 - De mast valt geheel op het schip. Bij het schampen zal echter de mast vaak schuin over het dek kantelen.
 - Het oppervlak van de mast, inclusief het volledige rotorblad, wordt meegenomen in de berekening. Dus alsof de windturbine al draaiend intact op het dek valt.
- Vermenigvuldiging met de kans dat iemand zich bevindt op het beschadigde gedeelte. De kans dat een persoon zich ergens aan dek bevindt wordt op 10% geschat. In werkelijkheid is deze kans veel kleiner, aangezien vrijwel alleen bij vissersschepen bemanning aan dek te vinden is. Deze groep zit echter vrijwel niet in de groep schepen die de mast doet knikken. Deze 10% bevat ook de mensen die indirect worden getroffen door het doorwerken van de dekschade tot de ruimtes daaronder waarin personen aanwezig zijn.
- Vermenigvuldiging met het aantal personen aan boord: de kans is immers voor ieder persoon afzonderlijk bepaald.

Het persoonlijk letsel doordat mensen vallen door de klap zelf is niet gemodelleerd. Hetzelfde geldt voor de kleine schepen die frontaal tegen de bescherming van de mast varen en waarbij het schip (recreatievaartuig) volledig wordt vernield. Voor deze categorie schepen zijn de kansmodellen onbetrouwbaar. Bovendien zullen deze schepen vrijwel altijd schampen.

8.4.3 Kanttekeningen bij de modellering van de gevolgschade

Schade aan windturbine en schip

De modellering en de schade matrix zoals hierboven beschreven geven een weergave van de modellering zoals deze tot nu toe binnen alle uitgevoerde studies voor een m.e.r. gebruikt zijn. Deze modellen en aannames zijn gebaseerd op onderzoek uitgevoerd in 2005. Ondertussen zijn de windturbines (en ook de schepen) groter geworden en kunnen er bij verschillende onderdelen vragen gesteld worden over de toepasbaarheid van bijvoorbeeld de schadematrix voor de huidige situatie.

In de studie naar de cumulatieve effecten op de scheepvaartveiligheid van alle windparken samen⁶⁰, is dan ook besloten deze verouderde kennis niet als basis te nemen, ook omdat wellicht niet alle relevante scenario's voldoende belicht worden. Binnen de cumulatieve studie zijn dus ook geen gedetailleerde gevolgberoevingen gedaan. Ook zijn de berekeningen middels het SAMSON model niet opnieuw uitgevoerd op basis van de aanmerkingen. Daardoor is als aanbeveling opgenomen, vervolgonderzoek te doen naar de effecten van een aanvaring of aandrijving van de huidige en toekomstige windturbines met verschillende scheepstype en grootte.

Dat aanvullende onderzoek is onderdeel van het Monitorings- en Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee (MOSWOZ) van Rijkswaterstaat. Dit programma loopt tot 2029. Een eerste onderzoek naar de gevolgschade van een grotere windturbine (10MW) is inmiddels afgerond⁶³. Een vervolgonderzoek, met nog grotere windturbines en een validatie van het model, staat gepland voor halverwege 2022. Op basis van het onderzoek van Van Rooij (2020) kunnen alvast de volgende kanttekeningen worden geplaatst bij de gebruikte schadematrix:

- Uit het onderzoek blijkt dat een Kruiplijn Coaster (1550GT) zowel varend als driftend alleen tot plastische vervorming van de windturbine leidt, en niet tot knikken of scharnieren. De gehanteerde schadematrix is daarmee dus conservatief van aard.
- Een groot driftend passagiersschip of containerschip (beide meer dan 100.000GT) kunnen onder bepaalde condities mogelijk schade aan de turbine veroorzaken, waarbij de gondel op het schip valt. Om hier met meer zekerheid conclusies over te kunnen trekken moeten aannames worden geëlimineerd en is het noodzakelijk dat er een volledig 3D FE model wordt gemaakt. De gebruikte schadematrix voorziet momenteel nog niet in het scenario dat driftende grote schepen kunnen leiden tot een op het schip vallende gondel.

Binnen de studie naar de effecten op scheepvaartveiligheid van IJmuiden Ver (zie bijlage 7) is wel gekozen voor het gebruik van de verouderde aannames. Hier is voor gekozen omdat op deze wijze geen trendbreuk ontstaat in de aanpak en resultaten ten opzichte van de studies voor de andere locaties, zoals Hollandse Kust (west), (noord) en (zuid) en Borssele. Omdat die aannames wel conservatief blijken te zijn, is de aanpak in dit hoofdstuk dus worst case. Er is met de verouderde aannames een goed zicht op de maximale effecten.

Milieuschade

Bij de modellering van de milieuschade kunnen een aantal kanttekeningen worden gemaakt:

- Bij het bepalen van de uitstroom van ladingolie is uitgegaan van enkelwandige olietankers. De praktijk, autonome ontwikkeling, is dat deze enkelwandige olietankers bijna uitgefaseerd zijn op de Noordzee en zijn vervangen door dubbelwandige tankers. De kans op een gat in een ladingtank bij een aandrijving bij een dubbelwandige tanker is kleiner. Dit betekent dat de kans en hoeveelheid van uitstroom van ladingolie minder zal zijn dan met het huidige model wordt berekend. De frequentie van uitstroom van bunkerolie zal niet afnemen.
- De verwachting bestaat dat grotere windturbines (>10MW) meer schade aan de scheepshuid kunnen veroorzaken dan de turbines waar de schadematrix op is gebaseerd (<5MW). Dat zou meer uitstroom tot gevolg kunnen hebben.

Vanwege de bovenstaande onzekerheden over het modelleren van de uitstroom van olie wordt de uitstroom van bunker- en landingolie niet meegenomen bij de milieueffecten. De onzekerheid over de uitgangspunten van de bestaande modellering binnen SAMSON is te groot om een betrouwbaar resultaat te geven.

Persoonlijk letsel

In de kansberekening is geen rekening gehouden met persoonlijk letsel dat kan ontstaan doordat een schip een windturbine schampt ter hoogte van bemannings- of passagiersverblijven. Ook dit effect is onderdeel van de aanbeveling voor vervolgonderzoek naar de gevolgen van aanvaringen en aandrijvingen van windturbines.

⁶³ J.H.A. van Rooij. Investigation of ship impact against wind turbine foundations in the Dutch part of the North Sea. HVR Engineering, 081.R030.M006, 9 december 2020

8.4.4 Effecten voor de scheepvaart door een wijziging in de routestructuur en cumulatieve effecten

Als er beleidsmatig gekozen wordt voor het afsluiten van offshore windparken ontstaat er een “verboden” gebied voor alle scheepvaart. Reparatie- en onderhoudsvaartuigen zijn van die uitzondering uitgesloten. Vanwege dit “verbod” moeten sommige schepen een andere route volgen dan vóór de bouw van het windpark. Het verkeersbeeld rond het windpark verandert hierdoor. Dat kan effect hebben op de scheepvaartveiligheid. In 2022 is een studie uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat waarin de effecten op de scheepvaartveiligheid van Wind op Zee 2030 met doorkijk naar 2040 in kaart is gebracht.⁶⁰

In die studie zijn berekeningen uitgevoerd om het aantal aanvaringen tussen schepen onderling, met platformen en met windturbines te bepalen. Voor het bepalen van de effecten voor de scheepvaart door de wijzigingen in de routestructuur wordt binnen deze huidige studie gebruik gemaakt van de resultaten van de cumulatieve studie.

8.4.5 Kruisende scheepvaart

Schepen die elkaar naderen met kruisende koersen dienen tijdig vast te kunnen stellen of er gevaar voor aanvaring bestaat en dienen voldoende mogelijkheden c.q. ruimte te hebben om een mogelijke aanvaring te voorkomen. Daartoe dient men goed zicht op elkaar te hebben, zowel visueel als via de radar. Windparken belemmeren dit zicht, zowel visueel (windturbines blokkeren zicht op de navigatielichten van het schip) als op de radar (afscherming, valse echo's, windturbines geven onder andere dikke echo's op het scherm).

Dit geldt zeer zeker waar zich vele windturbines tussen de beide schepen bevinden, en in mindere mate waar zich enkele windturbines tussen beide schepen bevinden. Echter, op het punt dat zich nog maar enkele windturbines tussen beide schepen bevinden, kunnen de schepen elkaar al dicht genaderd zijn. De "Bepalingen ter voorkoming van aanvaring op zee" (artikel 8) van het Verdrag inzake Internationale Bepalingen ter voorkoming van aanvaringen op zee (1972, Londen), eisen dat men tijdig en duidelijk actie neemt op basis van betrouwbare informatie. Er wordt nagegaan in hoeverre het mogelijk is om tijdig actie te nemen op basis van betrouwbare informatie.

Om meer inzicht in de problematiek te verkrijgen is een windpark gebouwd (gemodelleerd) in het buitenbeeld van de full scale manoeuvreersimulator van het MARIN. In dit beeld zijn steeds twee kruisende schepen gemodelleerd. De navigator bestuurt het schip dat aan de westkant van het park van zuid naar noord vaart en een collision avoidance manoeuvre moet uitvoeren voor het andere schip, dat aan de noordkant van het park van oost naar west vaart.

De simulatorrun is zo samengesteld dat wanneer beide schepen niets zouden doen er een aanvaring zal plaatsvinden. Dit snijpunt van de kruisende koerslijnen wordt verder 'kruispunt' genoemd. De navigator heeft alle navigatiemiddelen (met uitzondering van AIS) ter beschikking. Het windpark en de verstoring van het windpark op achterliggende objecten, zijn gemodelleerd. De vraag is of de navigator in staat is om het andere kleine (om het probleem te vergroten) schip vroegtijdig te signaleren, de koers en snelheid van dit schip te bepalen en eventueel een manoeuvre in te zetten om de aanvaring te voorkomen. Voor meer informatie over de uitgangspunten van de studie naar kruisende scheepvaart wordt verwezen naar het onderzoek van MARIN (bijlage 7).

8.5 Effectbeschrijving

8.5.1 Kans op aanvaringen en aandrijvingen

De bouw van een windpark in kavel I voegt nieuwe type risico's toe op die locatie op zee, namelijk de kans dat een schip tegen één van de windturbines aanvaart (rammen of schampen) of aandrijft (driften). De frequenties van deze ongevallen zijn bepaald met het SAMSON-model. De resultaten van deze berekening zijn gegeven in termen van het aantal mogelijke aanvaringen of aandrijvingen per jaar. Daarbij zijn de kansen berekend voor elke windturbine afzonderlijk en voor het gehele windpark.

In Tabel 8.3 is de kans weergegeven op een aanvaring/aandrijving per jaar, gesommeerd over alle windturbines. Hierbij zijn de totale frequenties weergegeven door zowel routegebonden schepen (R-schepen) en niet-routegebonden schepen (N-schepen).

Uit de tabel blijkt dat de totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor kavel I van het windenergiegebied IJmuiden Ver 0,0211 is. Omgerekend betekent dit één aanvaring of aandrijving per 47 jaar. In de tabel zijn ook de aanvaar- en aandrijffrequenties weergegeven voor het gehele windenergiegebied IJmuiden Ver (270 windturbines).

Tabel 8.3 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar (alle verkeer)

Variant	Turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar			Aantal aandrijvingen (driften) per jaar			Totaal aantal per jaar	Eens per ... jaar
		R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal		
IJmuiden Ver (totaal)	270	0,0097	0,0155	0,0252	0,0587	0,0020	0,0608	0,0860	12
Kavel I	67	0,0022	0,0036	0,0057	0,0148	0,0005	0,0154	0,0211	47

De kans op een aandrijving of aanvaring is niet voor iedere turbine hetzelfde. In

Tabel 8.4 staan de gemiddelde aanvaar- en aandrijffrequenties per turbine voor kavel I en voor het hele windpark IJmuiden Ver. Om de spreiding in kansen weer te geven worden ook de turbine binnen kavel I met de maximale en minimale kans weergegeven. Uit de tabel blijkt dat de gemiddelde kans op aanvaring/aandrijving per windturbine 0,000315 is. Dat komt neer op één aandrijving of aanvaring per 3172 jaar. Alle turbines liggen tussen de 1344 jaar en 5180 jaar.

De gemiddelde kans per windturbine van kavel I is kleiner dan die van het hele windenergiegebied IJmuiden Ver (kavels I t/m IV).

De modelturbine met de hoogste aanvaar- en aandrijfkans is turbine 45. Dit is een van de buitenste turbines aan de (zuid)oostzijde van kavel I. De totale aanvaar- en aandrijfkans voor deze turbine wijkt echter weinig af van de naastgelegen turbines op de buitenste rij. Ten opzichte van de totale kans is de kans op aandrijven (driften) 71% en de kans op aanvaren (rammen) 29%. De kans op aandrijven wordt met name veroorzaakt door schepen in de categorieën GDC, container en RoRo.

Tabel 8.4 Verwacht aantal aanvaringen en aandrijvingen gemiddeld per windturbine per jaar

Variant	Turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar			Aantal aandrijvingen (driften) per jaar			Totaal aantal per jaar	Eens per ... jaar
		R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal		
Alle turbines windpark	270	3,60E-05	5,72E-05	9,32E-05	2,18E-04	7,58E-06	2,25E-04	3,18E-04	3141
Alle turbines kavel I	67	3,25E-05	5,30E-05	8,55E-05	2,22E-04	8,19E-06	2,30E-04	3,15E-04	3172
Turbine met maximale frequentie	#45	1,61E-04	2,85E-04	4,45E-04	2,84E-04	1,47E-05	2,98E-04	7,44E-04	1344
Turbine met minimale frequentie	#9	7,59E-07	3,42E-08	7,94E-07	1,88E-04	4,66E-06	1,92E-04	1,93E-04	5180

8.5.2 Gevolgschade

In deze paragraaf worden de uitkomsten van een kwantitatieve analyse naar de gevolgschade beschreven. In paragraaf 8.4 is een andere toelichting van die analyse beschreven. Ook staan er een aantal aandachtspunten die golden bij het maken van die analyse. In het geval dat de genoemde aandachtspunten leiden tot een verwachte afwijking van de hieronder besproken uitkomsten, wordt dat benoemd.

Schade aan het schip

Voor de gevolgschade aan het schip zijn drie types te onderscheiden:

1. schade aan het schip in het geval dat de gondel en mastdeel op het schip valt na de aanvaring
2. alleen schade aan de scheepshuid
3. geen schade

In Tabel 8.5 staat per scheepstype en per soort schade het aandeel in het totale aantal aandrijvingen/aanvaringen met een turbine. Bijvoorbeeld: in 10,3% van de aanvaringen of aandrijvingen met een turbine is er sprake van schade aan de scheepshuid van een olietanker. In totaal is er bij 18.1% van alle aandrijvingen of aanvaringen met een windturbine geen schade aan het schip. In het grootste gedeelte van de aanvaringen of aandrijvingen (80,8%) is er schade aan de scheepshuid. Voor de absolute kansen wordt verwezen naar bijlage 7 (onderzoek MARIN).

Tabel 8.5 Aandeel in de totale aanvarings- of aandrijvingsfrequenties per scheepstype en soort schade

Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos	Schade aan scheepshuid	Geen schade	
Olietanker	0,0%	10,3%	0,0%	10,3%
Chemicaliëntanker	0,0%	10,2%	0,0%	10,2%
Gastanker	0,0%	3,6%	0,0%	3,6%

Container+ RoRo	0,9%	27,1%	0,0%	28,0%
Ferry	0,0%	2,3%	0,0%	2,3%
Overige R-schepen	0,1%	25,4%	0,7%	26,2%
N-schepen	0,1%	2,0%	17,3%	19,4%
Alle schepen	1,1%	80,8%	18,1%	100%

Schade aan de windturbines

Er wordt onderscheid gemaakt in vier typen vervolgschade aan windturbines:

1. geen schade
2. de turbine kan scheef gaan staan
3. de windturbine kan omvallen
4. gondel en mast kunnen op het schip vallen

In Tabel 8.6 staat per type gevolgschade het aandeel van de totale aanvaringen en aandrijvingen. Bijvoorbeeld: in 35% van alle aanvaringen of aandrijvingen met een windturbine zal die turbine scheef komen te staan.

Tabel 8.6 Type turbineschade en aandeel in de totale aanvaringen en aandrijvingen

Type schade	Aantal per jaar	Aandeel in frequentie
Geen	0,003828	18%
Scheef	0,007299	35%
Omvallen	0,009765	46%
GosMos	0,000234	1%
Totaal	0,021125	100%

Op basis van de kanttekeningen in paragraaf 8.4.3 wordt verwacht dat de kans op een aanvaring tussen een schip en een turbine zonder schade zal toenemen. De kans op scheve of omgevallen turbines neemt dus af.

Persoonlijk letsel

Persoonlijk letsel wordt veroorzaakt doordat de gondel en de mast op het dek van een schip kunnen vallen door een aanvaring of aandrijving van een windturbine. In Tabel 8.7 is voor kavel I een overzicht gegeven van het aantal directe doden door het op het dek vallen van de gondel en de mast.

Naast gevolgen voor personen door het vallen van een mast of gondel zijn ook andere scenario's denkbaar waarbij er gevolgen zijn voor personen aan boord, bijvoorbeeld wanneer een (passagiers)schip langs een windturbine schampt en er schade aan de huid ontstaat ter hoogte van slaapvertrekken. Deze gevolgen zijn niet beschouwd in het onderzoek uit 2005 naar de gevolgschade. De gevolgen voor personen aan boord is dan ook zeker een belangrijk onderdeel in vervolgonderzoek naar schade aan schip en windturbine na een aandrijving of aanvaring. Tijdens de uitvoering van de studie voor IJmuiden Ver was er nog onvoldoende kennis beschikbaar voor een goede kwantitatieve beschouwing van deze gevolgen.

Tabel 8.7 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijvingen waarbij de mast met gondel op het schip valt

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de ... jaar	Directe doden	
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar
Olietanker	6,0496E-08	5,3841E-07	1669722	1,5061	0,000001
Chemicaliëntanker	1,6747E-08	1,3448E-07	6612746	1,6270	0,000000
Gastanker	1,9284E-07	9,5412E-07	871869	0,8352	0,000001
Container + RoRo	1,9120E-05	1,7204E-04	5231	2,3993	0,000459
Ferry	5,0928E-07	4,5832E-06	196369	98,5232	0,000502
Overige R- schepen	1,8807E-06	1,6790E-05	53536	1,5249	0,000028
N-schepen	3,2568E-06	1,3820E-05	58560	0,3610	0,000006
Totaal	2,5037E-05	2,0887E-04	4275	4,2630	0,000997

Voor kavel I van windenergiegebied IJmuiden Ver is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar door een aanvaring of aandrijving van een windturbine 0,000997 (waar de gondel en de mast op het dek van een schip vallen). Dit zijn cijfers waarbij geen rekening is gehouden met eventuele slachtoffers bij aanvaringen en aandrijvingen waarbij de mast en gondel niet op het dek vallen, zoals bijvoorbeeld bij het omslaan van een vissersschip of het schampen van turbines.

8.5.3 Effecten van overige risico's voor de scheepvaart door een wijziging in de routestructuur

De afgelopen jaren zijn er verschillende onderzoeken uitgevoerd naar de cumulatieve effecten van de bouw van windparken op de Noordzee. In 2019 is een eerste onderzoek uitgevoerd: "cumulatieve effecten van de uitrol van Wind op Zee 2030 op de veiligheid van de scheepvaart". In dat onderzoek zijn met SAMSON verschillende berekeningen uitgevoerd. In 2021/2022 is een onderzoek uitgevoerd naar de cumulatieve effecten van de verschillende routekaarten wind op zee, inclusief een doorkijk naar 2040. Bij dit onderzoek zijn andere uitgangspunten gebruikt, onder andere wat betreft het doorvaartbeleid.

Beide onderzoeken zijn in dit MER gebruikt om de effecten op de scheepvaart, door de wijziging in de routestructuur, te bepalen. Daaruit blijkt dat het cumulatieve effect van de verschillende windparken op de schip-schip aanvaringen beperkt blijft. Wel is er een aanzienlijk effect op de kans op schip-turbine aanvaringen. In het meest recente onderzoek wordt aangenomen dat er geen doorvaart zal plaatsvinden door de windparken. Uit dat onderzoek blijkt dat de totale verwachte aanvaar- en aandrijfkans met een turbine 0,56 per jaar is voor het scenario van de oorspronkelijke routekaart 2030. Dat is één aanvaring per 1,8 jaar. Voor het scenario waarbij de wind op zee-versnelling (inclusief doorkijk naar 2040) is meegenomen, loopt die frequentie op naar 0,987 (eens in de 1,0 jaar).

Vanwege de ligging van het windenergiegebied IJmuiden Ver (dus niet alleen Kavel I) ten opzichte van de bestaande vaarbanen en -routes zijn er weinig effecten te verwachten op de routestructuur op de Noordzee. De algemene conclusie van het rapport van MARIN is dat het effect voor de scheepvaart door de wijziging van de routestructuur klein is.

8.5.4 Effecten van het werkverkeer op aanvaringsrisico

Er is, net als bij de uitgevoerde studies naar cumulatieve effecten van windparken op zee, rekening gehouden met extra werkverkeer door de bouw van windparken. In de kwantitatieve analyse met SAMSON zijn de effecten van het extra verkeer dus meegenomen. Voor meer informatie over de uitgangspunten van de verwachte verkeersgroei wordt verwezen naar Appendix 3 van het achtergrondrapport scheepvaartveiligheid (bijlage 7 van dit MER).

8.5.5 Walradardekking

Het effect op de scheepvaartveiligheid door de invloed van een windpark in Kavel I IJmuiden Ver op walradardekking wordt in hoofdstuk 10 (overige gebruiksfuncties) in dit MER beschreven (bij andere effecten op radarsystemen).

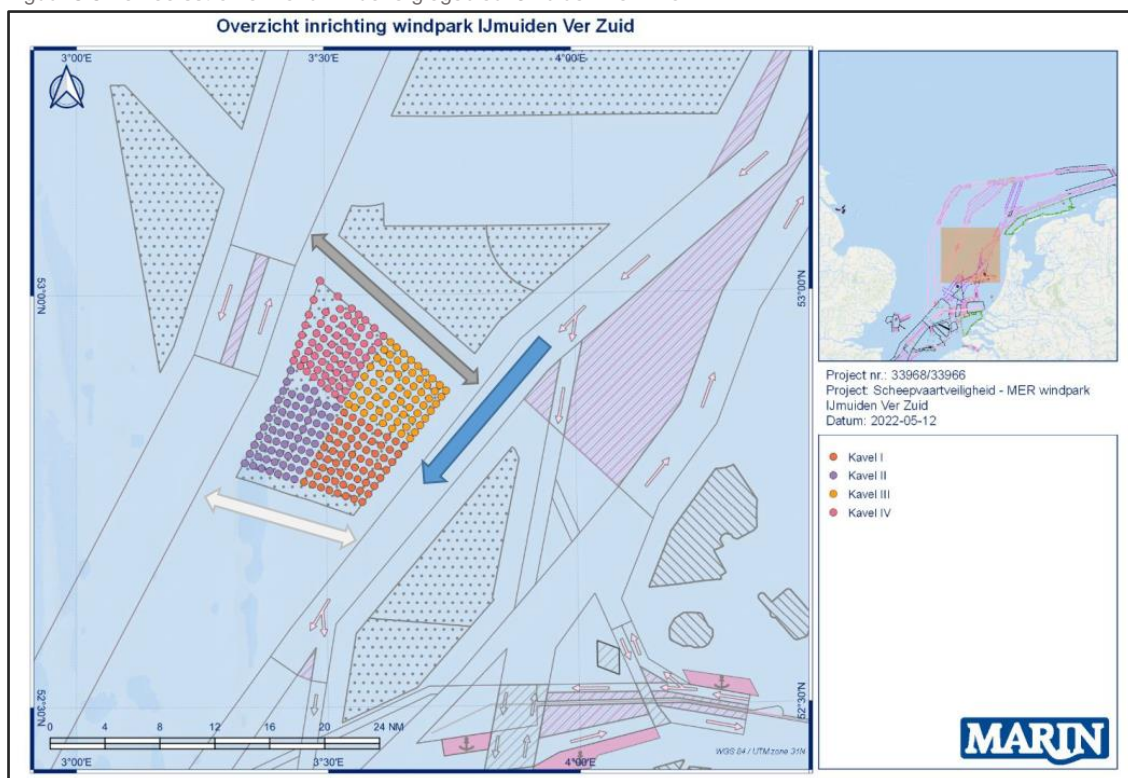
8.5.6 Kruisende scheepvaart

In de studie van het MARIN worden kwalitatieve uitspraken gedaan over de uitwijkmogelijkheden voor kruisende schepen bij de aanwezigheid van een windpark. Het is echter niet mogelijk om een bepaald risico te kwantificeren. Uit simulatorstudies blijkt dat verstoringen van het zicht en radarbeeld niet zo groot zijn dat het tot problemen leidt, maar het is niet zeker of dit ook bij mist en neerslag het geval zou zijn.

Voor Kavel I van IJmuiden Ver geldt dat er weinig tot geen situaties zijn waarbij de kavel de zichtlijnen beïnvloedt. Daarbij wordt rekening gehouden met de verschillende verkeeroutes en verkeerstromen rond het windpark. Ook hier wordt aangenomen dat er geen directe doorvaart door het windenergiegebied mag plaatsvinden. Er is wel bestemmingsverkeer/werkvaart te verwachten. Dit gaat naar verwachting om goed manoeuvreerbare schepen waardoor de 2nm tot de VSS en 500m tot het overige niet-routegebonden verkeer voldoende is qua zicht.

Wel kunnen er (niet-routegebonden) schepen aan de zuidkant van Kavel I passeren in de oostelijke richting. Die schepen kruisen aan de zuidoostkant van het park de VSS. Het is mogelijk dat de turbines binnen Kavel I een belemmering van het directe zicht kunnen veroorzaken. De afstand tussen de schepen in de VSS en de turbines is meer dan 2nm. Er is daardoor voldoende ruimte voor de (kleinere) schepen aan de zuidkant om uit te wijken. Voor schepen die westwaarts varen is belemmering van het zicht door de windturbines van Kavel I niet van toepassing.

Figuur 8.6 Verkeersstromen rond windenergiegebied IJmuiden Ver. Bron: MARIN



8.6 Effectbeoordeling

Aandrijvingen en aanvaringen

Voor Kavel I van windpark IJmuiden Ver zijn berekeningen uitgevoerd om de aanvaar- en aandrijfkansen met de windturbines te bepalen. Uit deze berekeningen blijkt dat de totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor kavel I 0,0211 is. Dat komt neer op één aanvaring per 47 jaar.

Persoonlijk letsel

Voor Kavel I is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar door een aanvaring of -drijving met een windturbine 0,000997. Dat cijfer gaat uit van een gondel en mast die op het dek van het schip vallen. Bij dit cijfer kunnen een aantal kanttekeningen geplaatst worden (een aantal scenario's is buiten beschouwing gelaten, en de cijfers zijn gebaseerd op kleinere turbines dan die nu worden gebouwd, zie 8.4.3). De cijfers zijn echter wel te vergelijken met die van andere kavels, omdat dezelfde methodiek is gebruikt.

Kruisende scheepvaart

Er zijn weinig tot geen situaties waarbij Kavel I de zichtlijnen voor kruisende schepen beïnvloedt. Er kunnen eventueel (niet-routegebonden) schepen aan de zuidkant van Kavel I passeren in de oostelijke richting. In dat geval is de afstand tussen de schepen in de VSS en de turbines echter meer dan 2nm, waardoor er zeer waarschijnlijk voldoende ruimte is om uit te wijken.

Omdat de kans op aanvaringen en aandrijvingen toeneemt door de bouw van Kavel I, wordt Kavel I van windenergiegebied IJmuiden Ver negatief beoordeeld (-) op het aspect scheepvaartveiligheid, zie Tabel 8.8.

Tabel 8.8 Beoordeling scheepvaartveiligheid

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving met windturbines	-
	Gevolgschade van aanvaring en aandrijving	0/-
Scheepvaart	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0

8.7 Cumulatie

In dit hoofdstuk (en in de achtergrondrapportage die eraan ten grondslag ligt) wordt het cumulatieve effect van de verschillende windparken op zee niet apart beschouwd. De geplande verkeersroutes voor het routegebonden verkeer wijzigen namelijk niet, aangezien de routestructuur op zee zodanig is ontworpen dat deze rekening houdt met de reeds aangelegde en aan te leggen windparken. Het beschouwde nulalternatief is dus ook het cumulatieve scenario.

Vanuit het meest recente onderzoek (waarbij aangenomen is dat er geen doorvaart in de windparken zal plaatsvinden) is de totale verwachte aanvaring -en aandrijffrequentie (met een turbine) voor het scenario Rk2030 (1281 turbines) 0,56 per jaar (eens in de 1,8 jaar). Voor het scenario waarbij de versnelling is meegenomen loopt deze frequentie op naar 0,987 (eens in de 1,0 jaar).

Er zijn verschillende studies uitgevoerd, en nog bezig, naar de cumulatieve effecten op de scheepvaartveiligheid⁵⁹. De (voorlopige) conclusies van deze studies zijn al meegenomen in de effectbeschrijving en -beoordeling in dit hoofdstuk.

8.8 Mitigerende maatregelen

Om de effecten op de scheepvaartveiligheid te verkleinen zijn verschillende maatregelen denkbaar. Het bepalen van mogelijke maatregelen en het bepalen van hun effectiviteit was ook onderdeel van de studies naar de cumulatieve effecten. Deze maatregelen en de effectiviteit zijn bepaald binnen verschillende expertsessies. Niet alle voorgestelde maatregelen zijn opgenomen in dit hoofdstuk. Veel van de maatregelen zijn namelijk met name effectief en relevant wanneer naar het totale plaatje van alle windparken bij elkaar gekeken wordt. Voor “slechts” één park zijn sommige maatregelen wellicht minder relevant. Om de scheepvaartveiligheid op de Noordzee te waarborgen moet uiteindelijk wel gekeken worden naar het grotere plaatje. Alleen individuele maatregelen voor de effecten van windenergiegebied IJmuiden Ver volstaan dan niet meer. Een aantal relevante voorgestelde maatregelen zijn hieronder overgenomen. De volledige samenvatting van voorgestelde maatregelen is opgenomen in bijlage 7.

AIS-basestation 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.

Als de AIS-ontvangst of de totale AIS-infrastructuur niet voldoende is voor het scheepvaartaanbod, zullen de posities van schepen op de navigatiehulpmiddelen van alle gebruikers (zowel VTS/Kustwacht als varende schepen) niet correct zijn. In deze gevallen zal de AIS-ontvanger de positie van andere schepen proberen te updaten via haar eigen algoritmes.

Als dit gebeurt zullen sommige schepen mogelijk niet meer worden weergegeven. Ook is het mogelijk dat er een tijdsvertraging optreedt in de positie: AIS wijkt dan af van de werkelijkheid en van de radar-posities. Een oplossing voor dit probleem is het uitrusten van alle windparken met AIS-basestations. Ook wordt voor elk windpark een dekkend radarbeeld gegenereerd, in ieder geval voor een zone van minimaal 2 NM om het windpark heen. Indien nodig wordt ook een VHF-installatie (very high frequency) in het park geplaatst zodat Kustwacht met de scheepvaart kan communiceren.

Vessel Traffic Management (VTM)

De experts verwachten dat een VTM in de zuidelijke Noordzee een geringe positieve invloed heeft en het aantal aanvaringen (iets) zal verminderen met een geschatte reductie van ongevallen tussen schepen van ongeveer 30%. Bij het rammen van windturbines speelt in 70% van de gevallen een menselijke fout een belangrijke rol. Het effect is daardoor minder, ongeveer een reductie van 30% tot 70% (van Doorn et al., 2019).

VTM heeft een positieve bijdrage aan een veilige afwikkeling van het verkeer; het kan het verkeer waarschuwen voor onverwachte of afwijkende omstandigheden, voor dreigend gevaar en het kan coördinerend optreden in het geval van een calamiteit. De verwachting is dat de VTM weinig effect heeft in het geval van een driftend schip, behalve het coördineren van assistentie en het informeren van andere schepen in het gebied.

Bij het instellen van doorvaartbeperkingen in de windparken kan een VTM ook het middel zijn om naleving van de regels af te dwingen en het in- en uitvoegend verkeer in/van de TSS meer gecoördineerd te laten verlopen. Hierdoor kan de kans op botsingen met doorvaarders en werkverkeer worden verlaagd.

Het is belangrijk dat VTM goed wordt ingericht. Het gaat dan niet alleen om de invulling van VTM op het Kustwachtcentrum, maar ook van de sensoren die worden gebruikt. VTM werkt alleen goed in combinatie met andere maatregelen, zoals het gebruik van AIS en VHF als beschreven in paragraaf 0. Deze zijn een randvoorwaarde voor het gebruik van VTM. Om het effect van VTM verder te vergroten kunnen extra toezicht en handhaving werken om gedrag te beïnvloeden en de alertheid van schepen te vergroten.

Aanvullende markering en identificatie windturbines en 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. Dit kan bijvoorbeeld als randvoorwaarde in de kavelbesluiten worden meegenomen.

ERTV (Emergency Rescue Towing Vessel)

Uit de berekeningen in de voorgaande paragrafen blijkt dat aandrijven een aanzienlijk deel van de risico's vormt. 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 boot op tijd bij het driftende schip kan komen. Gezien de afstand van de

Nederlandse kust tot het windenergiegebied is dit een significante factor. Een optie om de tijdigheid van een ERTV bij een calamiteit beter te kunnen garanderen is het permanent inzetten / paraat houden van een ERTV op een afstand van de kust. Dit is echter wel een dure maatregel.

Het wordt algemeen ondersteund dat het inzetten van één of meer ERTV's in het gebied effectief is bij de opvang van driftende schepen. ERTV's hebben daarmee een mitigerende werking bij aanvaringen en aandrijvingen met andere schepen en/of windturbines. Er zal echter weinig effect zijn voor schepen die dicht bij de windparken een stuurfout maken of technisch falen. Dit heeft te maken met een beperkte responstijd voor eventuele ERTV's. Een ERTV kan zelfs in die gevallen echter schade beperken, door te voorkomen dat een schip verder het windpark indrijft.

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 voor de werknemers van windparken. Het is effectief voor alle schepen maar vanuit de expert groep⁶⁴ wordt er vooral gekeken naar recreatievaart, omdat die groep vaak het minst zelfredzaam is ten opzichte van de andere scheepvaart. De SAR-capaciteit dicht bij de kust is goed voorzien met de inzet van de KNMR en de SAR-helikopter van de Kustwacht. Incidenten verder op zee en vooral in windparken bij slechte omstandigheden als de helikopter maar beperkt inzetbaar is, vragen mogelijk extra voorzieningen. De aanvaartijden vanaf het land worden dan beperkend. Dit is ook op te lossen door SAR-capaciteit te realiseren aan boord van ETV's of aan boord van andere schepen zoals bijvoorbeeld een Kustwacht multipurpose vaartuig (MPV) in het gebied.

Oliebestrijding

Het risico op olieverontreiniging (na incidenten) zal enigszins toenemen door toename van de kans op aanvaringen tussen schepen en windturbines. Aanvullende capaciteit voor oliebestrijding kan worden gerealiseerd door de nieuwe ETV en MPV uit te rusten met bestrijdingsmiddelen.

Fysieke beveiliging windparken

MARIN doet momenteel onderzoek in het open innovatieproject 'Vangrails op Zee'. In dat onderzoek wordt gezocht naar een barrière als een van de mogelijke mitigerende maatregelen voor het voorkomen van aandrijvingen met offshore windparken. Het doel hierbij is om te onderzoeken of aandrijvingen tussen schepen en offshore energieparken kunnen worden voorkomen met een barrière tussen de vaarroute (of ankergebied) en een energiepark.

Effectiviteit van de maatregelen

Het is niet mogelijk om de effectiviteit van hiervoor genoemde maatregelen in een getal of percentage aan te geven. Voor sommige maatregelen is de effectiviteit afhankelijk van de uiteindelijke implementatie. De meeste concrete en effectieve maatregel is Vessel Traffic Management (VTM), waarbij opgemerkt moet worden dat het de verwachting is dat de VTM weinig effectief is in het geval van een driftend schip. Bij het instellen van doorvaartbeperkingen in de kavel kan een VTM ook een middel zijn om naleving van de regels af te dwingen. Het stimuleren van AIS aan boord van recreatievaartuigen wordt tevens als zeer effectief gezien, dit met name vanwege het effect dat resulteert ten opzichte van minieme kosten⁶⁵. Uit de studie van MARIN blijkt dat het daadwerkelijke effect van de maatregelen niet duidelijk is.

⁶⁴ Maatregelen uit de cumulatieve studie zijn beoordeeld in expertsessies

⁶⁵ Idem

8.9 Leemten in kennis

Bij draaiende windparken op zee wordt gemonitord hoeveel en welke schepen gebruik maken van de omgeving van het windpark en hoeveel en welke incidenten hierbij plaatsvinden. Met de gegevens die daaruit voortkomen zal besloten worden of het gewenst is om hier een afwegingskader en een kansmodel voor te ontwikkelen. Het gedrag en de verkeersstromen van niet-routegebonden verkeer, dat in het SAMSON model buiten windenergiegebied IJmuiden Ver is geplaatst, kan tevens gemonitord worden. Verder kunnen de scenario's en impact van aanvaringen en aandrijvingen met windturbines verder onderzocht en uitgewerkt worden.

Zo zijn in dit MER voor het bepalen van persoonlijk letsel bepaalde aannames gedaan. Het is bijvoorbeeld niet bekend wat de kans is dat de mast op dan wel van het schip af valt bij aanvaringen en aandrijvingen. Ook komt het bezwijkgedrag van windturbines uit een studie uit 2000 (Barentse, 2000), terwijl windturbines fors groter zijn geworden.

In het kader van de doorgroei van windenergie op zee is in cumulatieve zin gekeken naar scheepvaartveiligheid en wordt er nagedacht hoe geconstateerde kennisleemten en hiaten in te vullen zijn. Door MARIN is een onderzoek uitgevoerd naar de scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen door het gecombineerde effect van de autonome ontwikkeling en de uitrol van de routekaart windenergie op zee 2030⁶⁶. Meer recentelijk is een vergelijkbaar onderzoek gedaan waarbij ook de versnellingsopgave voor 2030 is meegenomen.⁶⁰ Naar aanleiding van beide onderzoeken is besloten een monitorings- en onderzoeksprogramma op te zetten voor de scheepvaart, om kennisleemten en hiaten in te vullen. Onderdeel van die hiaten is de effectiviteit van de voorgestelde mitigerende maatregelen. Dit programma is in het voorjaar van 2021 gestart onder de naam MOSWOZ (Monitorings- en Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee). Het idee van MOSWOZ is dat het antwoord gaat geven op de thema's en onderzoeksvragen weergegeven in Tabel 8.9.

Tabel 8.9 thema en toelichting onderwerpen en onderzoeksvragen MOSWOZ

Thema	Uitleg
Monitoring	Gericht op actuele risico-ontwikkeling op zee door windparken voor alle scheepvaart
Veiligheid	Gevolgen van aanvaringen en aandrijvingen windturbines
Doorvaart	Risico's doorvaart windparken versus omvaren
Vessel Traffic management	Inrichtingseisen Vessel Traffic Management (VTM)
Emergency Towing Vessels	Verkennen inzet meerdere Emergency Towing Vessels (ETV's) – effectiviteit en modus operandi
Hydro-meteo	Hydro-meteo in relatie tot scheepvaartveiligheid - effecten windparken op wind, golven en zicht - verbeteren weerwaarschuwingen
Ankergebieden	Ankergebieden beter benutten
Crisisorganisatie	Verkennen impact op crisisorganisatie (vanwege complexiteit)
Buitenlandse benchmarking	Buitenlandse benchmarking windparken onder andere constructieve eisen aan windturbines, inzet van maatregelen, harmonisatie.

Overige en aansluitende vragen die een plek moeten krijgen in een monitoringsprogramma zijn;

⁶⁶ Zie <https://www.noordzeeloket.nl/functionies-gebruik/windenergie-zee/scheepvaart/> voor meer informatie en het onderzoek.

- De monitoring is gericht op de actuele risico-ontwikkeling op zee. Dit geeft enerzijds zicht in het effect van maatregelen die (al) genomen worden en anderzijds wanneer aanvullende maatregelen nodig zijn;
- Fundamenteel onderzoek naar de gevolgen van aanvaringen en aandrijvingen van huidige en toekomstige generatie windturbines door koopvaardij schepen;
- *Risico's doorvaart windparken versus omvaren* - nader onderzoek naar discrepantie tussen de modelresultaten en de inzichten van de experts – bv door onderzoek naar de mogelijke invloed van de grid-grootte in het SAMSON-model op de discrepantie;
- Inrichting Vessel Traffic Management/VTM - onderzoek naar de benodigde inrichtingseisen - analyseren van opties en effectiviteit;
- *Verkennen en onderbouwen van opties en optimaal gebruik van ETV's t.a.v. positionering op zee, aantal in te zetten ETV's, mogelijke alternatieven en hoofdlijnen voor een Programma van Eisen;*
- Verkennen van de mogelijkheden om middels een betere benutting van de ankergebieden de risico's voor aanvaringen met windturbines te beperken;
- Verkennen van de impact op de crisisorganisatie voor de Noordzee - wat betekent deze ontwikkeling voor de crisisorganisatie bij RWS & KW? - niet zo zeer qua aantallen incidenten maar vooral tav de complexiteit van de incidenten;
- Buitenlandse benchmarking windparken in relatie tot maatregelen voor scheepvaartveiligheid – verkennen hoe andere landen omgaan met het veiligheidsniveau en daaraan gekoppelde maatregelen ter voorkoming en mitigeren bijvoorbeeld ten aanzien van constructieve eisen aan de windturbines om de gevolgen van een aanvaring zo veel mogelijk te beperken - verkennen van opties voor harmonisatie;
- Hydro-meteo waarnemingen, modellen infrastructuur en onderzoek voor scheepvaartveiligheid - wat zijn de effecten van de windparken op het golf en weerbeeld op de Noordzee (wind, wolken en zicht)? Actualiseren van de weermodellen om én ruimtelijk nauwkeurige verwachtingen te maken én het effect van de windmolenparken op het weer mee te kunnen nemen in de verwachtingen t.b.v. een veilige scheepvaart én ten tijde van calamiteiten adequaat te kunnen handelen. Dit in aanvulling op de metingen die langs de vaarroutes plaats vinden. Hieruit kan naar voren komen dat op volgende parken geen metingen aan de rand van de parken nodig zijn;
- Vragen uit het Noordzeestrategie/OFL traject – onderzoek naar aanleiding van eventuele aanvullende vragen en scenario's met betrekking tot scheepvaart (doorvaart in corridors, 45 meter met/zonder vissen);
- En mogelijk een beleidsmatige verkenning naar normstelling - welk (type) normstelling past bij de veranderingen op de Noordzee (gelijkwaardigheidsbeginsel, gebiedsgericht, risico x gevolgkosten, etc.)?

Een eerste onderzoek naar de gevolgschades aan grotere windturbines (10MW) is inmiddels afgerond⁶³. De start van vervolgonderzoek met grotere windturbines en een modelvalidatie staat gepland voor halverwege 2022.

9 Landschap

9.1 Inleiding

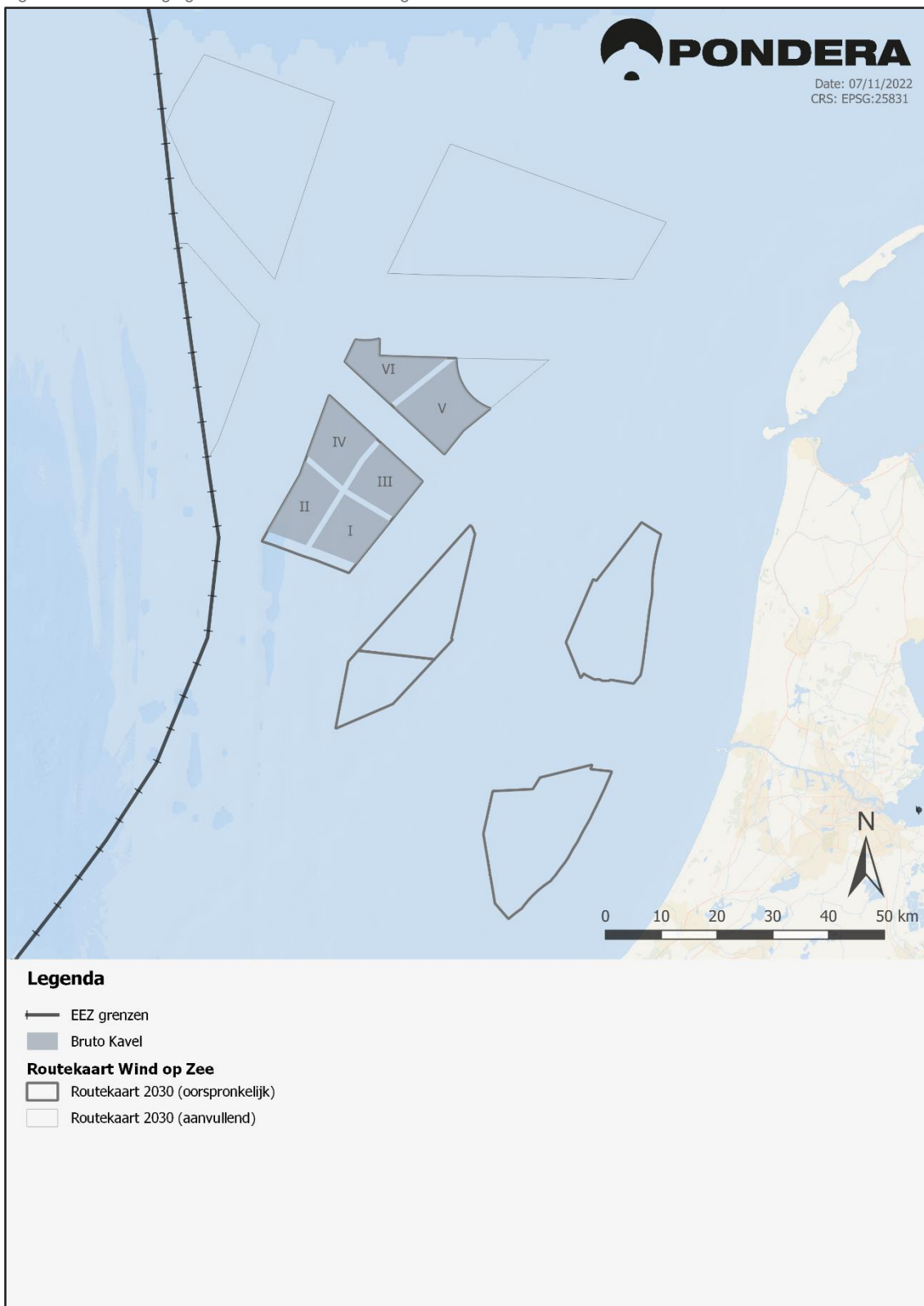
De zichtbaarheid van windturbines vanaf het vasteland is de belangrijkste factor voor het bepalen van de milieueffecten van het aspect landschap. Windturbines op zee kunnen zichtbaar zijn vanaf de kust, en kunnen zo de ervaring van de ruimte aantasten. Het is daarom belangrijk om te berekenen of en zo ja, in welke mate, windturbines zichtbaar zijn. Dat gebeurt in dit hoofdstuk.

In 2010 is een uitgebreide studie naar zichtbaarheid en maatschappelijke aspecten van windturbines op de Noordzee gedaan⁶⁷. Rijkswaterstaat heeft destijds opdracht gegeven voor dit onderzoek in het kader van de zoektocht naar mogelijkheden voor windparken aan de rand van de twaalfmijlszone. In dit MER zal mede worden ingegaan op de resultaten van de studie uit 2010. De resultaten uit die studie zijn ook gebruikt in de zichtbaarheidsanalyses die zijn uitgevoerd voor de kavelbesluiten van de windenergiegebieden Borssele en Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord).

In het komende hoofdstuk wordt ingegaan op de zichtbaarheid van turbines in kavel I van het windenergiegebied IJmuiden ver, gezien vanaf de Nederlandse kust. IJmuiden ver kent in totaal zes verschillende kavels. Die zijn te zien in Figuur 9.1.

⁶⁷ Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee

Figuur 9.1 Windenergiegebied IJmuiden ver en aangewezen kavels



9.1.1 Worst-case benadering: maximale hoogte 305 meter

In dit hoofdstuk wordt een worst-case benadering gehanteerd voor het bepalen van de effecten op landschap. Dat betekent dat de maximale waarde van de kenmerken uit de bandbreedte uit Tabel 4.2 gebruiken. Op basis van die kenmerken worden berekeningen gedaan en effecten beoordeeld.

Er zijn nog geen exacte coördinaten bekend van de turbineopstellingen. Voor de analyse worden daarom de buitenranden van de kavelsvlakken aangehouden als positie voor de dichtstbijzijnde windturbines, zodat de zichtbaarheid van de windturbines in de kavel niet kan worden onderschat.

De volgende kenmerken van windturbines zijn relevant voor het aspect landschap:

- de afstand tot de kust;
- het aantal turbines;
- de tiphoogte van de te plaatsen turbines;

Andere kenmerken, zoals de manier waarop de turbine wordt gefundeerd (monopile, tripod, etc.) of de dikte van de turbinepaal, hebben geen significant effect op zichtbaarheid. Dit komt doordat de minimale afstand tot het vasteland zo groot is, dat dit onderscheid ondergeschikt is aan de hoogte van de turbine. Met andere woorden: de hoogte van de turbines is bepalend voor de zichtbaarheid van de turbines vanaf het vasteland, niet de fundatiewijze of dikte van de turbinepaal. In Tabel 9.1 staan de relevante waarden van het in dit hoofdstuk gebruikte alternatief.

Tabel 9.1 Relevante kenmerken van het windpark

Kenmerk	Worst-case
Rotordiameter	280
Ashoogte	165
Tiphoogte	305

9.1.2 Kwantitatieve beoordeling: zichtbaarheid in percentage van de tijd

In Tabel 9.2 staat het beoordelingskader voor het thema landschap. Op basis van deze beoordelingscriteria worden de effecten van het windpark op het landschap in dit hoofdstuk beschreven. Zoals eerder is genoemd in de inleiding is alleen de zichtbaarheid van de windturbines van belang voor het aspect landschap. De zichtbaarheid wordt kwantitatief beoordeeld, door te berekenen welk percentage van de tijd de turbines (theoretisch) zichtbaar zijn.

Tabel 9.2 Beoordelingskader thema Landschap

Aspect	Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Landschap	Zichtbaarheid (in percentage van de tijd)	Kwantitatief (% van de tijd dat het park zichtbaar is)

9.2 Opzet en Leeswijzer

In paragraaf 9.3 wordt beschreven hoe de zichtbaarheid van windturbines kan worden bepaald en berekend. In dit stuk worden ook de verschillende technische uitgangspunten die daarbij een rol spelen uiteengezet. In paragraaf 9.4 worden de berekende effecten beoordeeld op basis van het beoordelingskader in Tabel 9.2.

9.3 Zichtbaarheid van windturbines op zee

Zichtbaarheid is een abstract begrip waar niet gemakkelijk één passende definitie voor te vinden is. Er is een aantal factoren dat beïnvloedt of iets zichtbaar is. Sommige van deze factoren blijven hetzelfde, zoals afstand tot de waarnemer en de eigenschappen van het waar te nemen object. Maar ook veranderlijke factoren, zoals de meteorologische omstandigheden, kunnen effect hebben op de zichtbaarheid van een object. In deze paragraaf worden de belangrijkste factoren die de zichtbaarheid van objecten bepalen besproken. De zichtbaarheid van windturbines op zee wordt vervolgens met objectieve maatstaven beoordeeld.

De afstand waarop een object nog kan worden waargenomen wordt het zichtbereik genoemd. Dit bereik hangt af van een drietal factoren:

1. de eigenschappen van het object (windturbines);
2. de theoretische zichtbaarheid, die wordt bepaald door:
 - a. de kromming van de aarde (kimduiking);
 - b. de visus van het menselijk oog;
3. de meteorologische omstandigheden.

9.3.1 Eigenschappen van het object beïnvloeden zichtbaarheid

De afmetingen, het materiaal en de kleur van een object bepalen (deels) de zichtbaarheid ervan. Een groot object is vanzelfsprekend beter zichtbaar dan een klein object. Maar ook de kleur en het materiaalgebruik zijn van belang. Lichtblauwe of witte objecten vallen minder op tegen een lichte achtergrond, zoals de lucht, dan donkere objecten. Ook zal een object waarvan het materiaal weinig licht reflecteert minder goed zichtbaar zijn⁶⁸. Windturbines op zee zijn over het algemeen voorzien van een matte coating.

Beweging is een andere objecteigenschap die de zichtbaarheid beïnvloedt. Bewegende objecten trekken extra aandacht, omdat een deel van de zenuwen in onze ogen zeer gevoelig is voor beweging⁶⁹. Een draaiende windturbine zal daarom meer opvallen dan bijvoorbeeld een stilstaande radiomast van gelijke omvang.

9.3.2 Theoretische zichtbaarheid wordt bepaald door kimduiking en het menselijk oog

Voordat de maximale waarnemingsafstand (zichtbereik) kan worden berekend, is het van belang eerst de theoretische zichtbaarheidsafstand te berekenen. De theoretische zichtbaarheidsafstand wordt bepaald door de kromming van de aarde (kimduiking) en de beperkingen van het menselijk oog (de visus). Als

⁶⁸ Lörzing et al, 2007: zichtbaarheid van de Belle van Zuylen-toren

⁶⁹ Martinez-Condo & Macknick, 2007: Venster op de Geest

objecten op een te grote afstand staan zullen zij door één of beide van deze effecten niet meer zichtbaar zijn.

Turbines niet meer zichtbaar vanaf 67 kilometer afstand vanwege kimduiking

Doordat de aarde geen plat vlak is maar een bol, moet rekening gehouden worden met de curve van deze bol, ofwel de kromming van de aarde. Door de kromming van de aarde verdwijnen objecten achter de horizon naarmate de afstand tussen de waarnemer en het object groter wordt. Dit wordt ook wel kimduiking genoemd. Zie voor meer informatie Kader 9.1 en de schematische weergave in Figuur 9.2. De hoogte van een waarnemer is bij kimduiking van belang. Bij een waarnemehoogte van 1,6 m (ooghoogte), is het effect van kimduiking merkbaar bij een afstand tot het object vanaf ongeveer 4,5 km. Naarmate de afstand toeneemt zal een steeds groter deel van de onderzijde van het object niet meer te zien zijn (aangegeven met de letter 'x' in Figuur 9.2), totdat uiteindelijk het gehele object achter de horizon is verdwenen.

Kader 9.1 Berekening kimduiking

De theoretische afstand waarop een object geheel zal verdwijnen door kimduiking is als volgt te berekenen:

$$x = \frac{r}{\sin \beta} - r$$

$$\alpha = \frac{d * 360^\circ}{2 \pi r}$$

$$\beta = 180^\circ - \alpha - \sigma$$

$$\sigma = \arcsin \left[\frac{r}{r + w} \right]$$

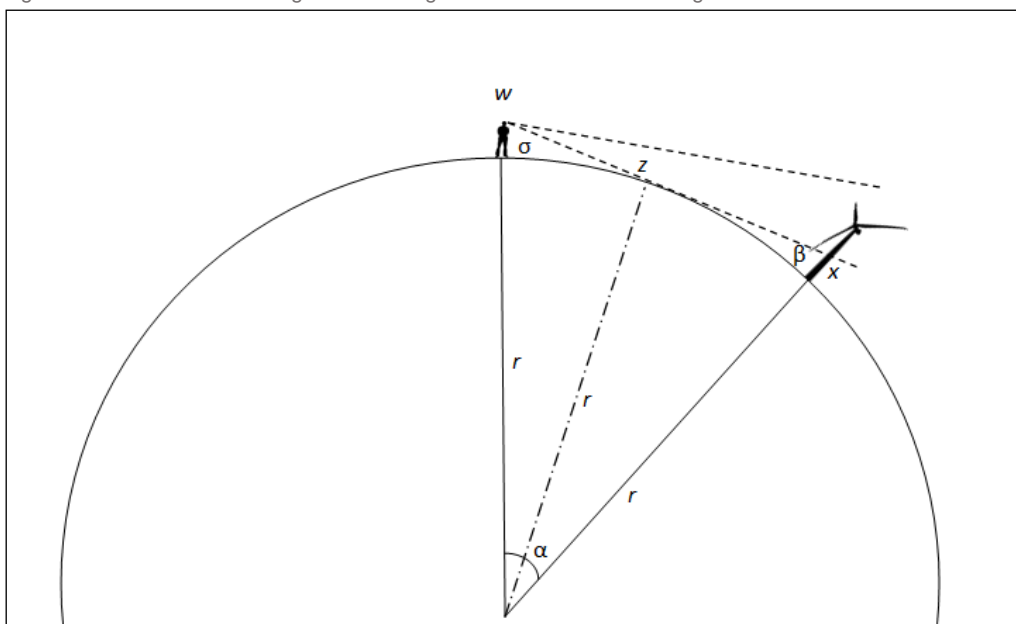
Waarin:

d = kijkafstand in m

r = straal van de aarde (6.378.000 m)

w = ooghoogte waarnemer (1,60 m)

Figuur 9.2 Schematische weergave kromming van de aarde en kimduiking



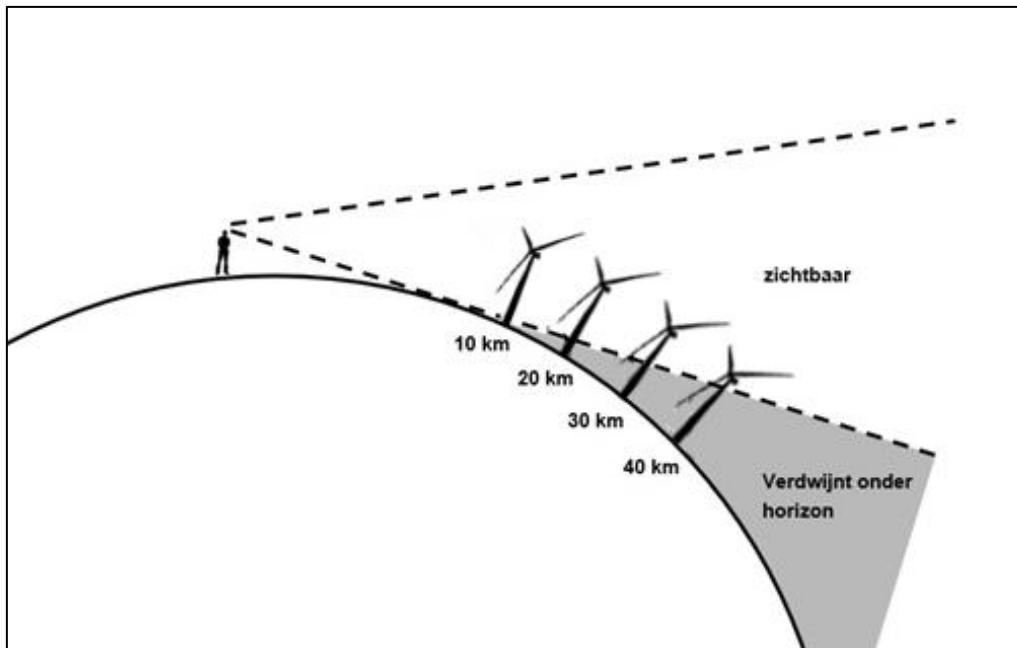
Bron: Lörzing et al, 2007

In Tabel 9.3 staan de verdwijnafstanden door kimduiking, die volgens de bovenstaande formule zijn berekend (zie ook Figuur 9.3). Het valt op dat het deel van een object dat niet meer te zien is snel groter wordt naarmate de afstand toeneemt. Uit dezelfde berekening blijkt dat een windturbine met een tiphoogte van 305 meter (de hoogte van de in dit MER beschouwde windturbines) op een afstand van ongeveer 67 kilometer geheel aan het zicht onttrokken wordt door dit effect bij een ooghoogte van 1,60 meter (strandbezoeker). Wanneer de waarnemer zich op een grotere hoogte bevindt, bijvoorbeeld op een duin of op een verdieping van een gebouw (20 meter), worden de turbines pas volledig aan het zicht onttrokken op een afstand van 82 kilometer tot het object.

Tabel 9.3 Verdwijnafstanden door kimduiking

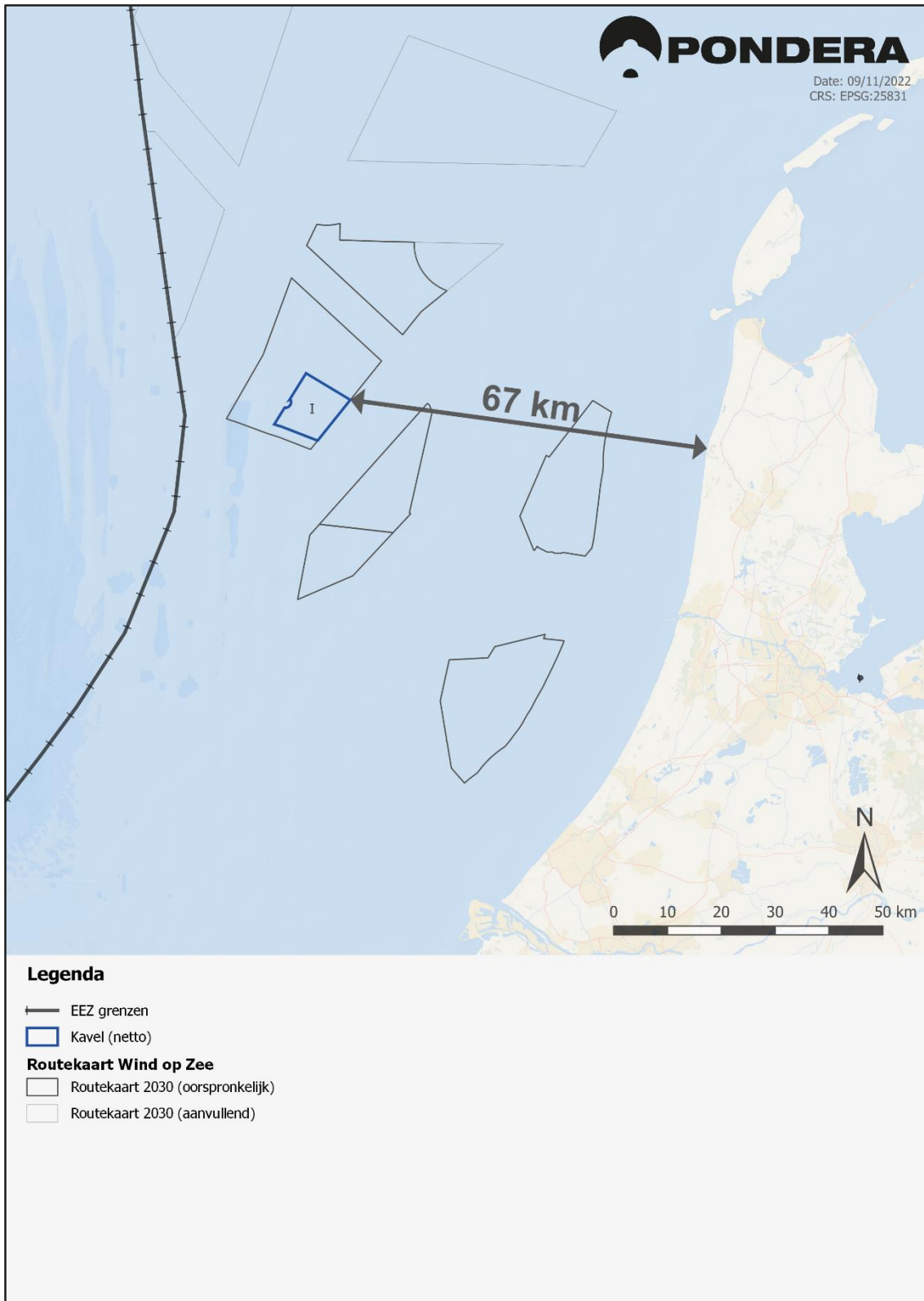
Afstand tot object	Deel niet meer zichtbaar	
	Ooghoogte: 1,60 meter	Hoogte: 20 meter
10 km	2 m vanaf aardoppervlak	0 m vanaf aardoppervlak
20 km	20 m vanaf aardoppervlak	2 m vanaf aardoppervlak
30 km	50 m vanaf aardoppervlak	15 m vanaf aardoppervlak
40 km	100 m vanaf aardoppervlak	45 m vanaf aardoppervlak
50 km	160 m vanaf aardoppervlak	100 m vanaf aardoppervlak
60 km	245 m vanaf aardoppervlak	150 m vanaf aardoppervlak
70 km	335 m vanaf aardoppervlak	230 m vanaf aardoppervlak
80 km	445 m vanaf aardoppervlak	320 m vanaf aardoppervlak

Figuur 9.3 Schematische voorstelling kimduiking en windturbines



De kavel IJmuiden Ver I ligt op een minimale afstand van ongeveer 67 kilometer tot de Nederlandse kust. Dit dichtstbijzijnde punt aan de Nederlandse kust ligt op het strand bij Petten. Zie hiervoor Figuur 9.4. Dat betekent dat de in dit MER beschouwde turbines met een tiphoogte van 305 meter volledig aan het zicht zullen worden onttrokken door de effecten van kimduiking bij een ooghoogte van 1,60 meter. Op een waarnemingshoogte van 20 meter is dit niet het geval; de bovenste 100 meter van de turbines blijft in dat geval theoretisch zichtbaar.

Figuur 9.4 IJmuiden Ver kavels en minimale afstand tot de kust



Menselijk oog kan object van 1 meter in theorie tot 10 kilometer waarnemen

Het menselijk oog is een zeer gevoelig instrument met een scherp waarnemingsvermogen, maar heeft desondanks natuurlijke beperkingen. Om te bepalen wat het maximale zichtbereik is, moet rekening gehouden worden met de gezichtsscherpte ofwel 'visus' van het menselijk oog. Uit wetenschappelijke literatuur blijkt dat onder optimale omstandigheden (hoog contrast en voldoende licht) het menselijk oog van een jong en gezond persoon, twee objecten van elkaar kan onderscheiden (in het midden van het blikveld) wanneer deze 0,3 boogminuten uit elkaar liggen⁷⁰. Dit betekent dat een voorwerp van 1 meter breed nog zichtbaar is op 10 kilometer. Een windturbinemast van bijvoorbeeld 4 meter doorsnede kan dus theoretisch, bij optimale omstandigheden, op 40 kilometer afstand nog worden onderscheiden van de achtergrond.

Niet alle onderdelen van de windturbine hebben echter een gelijke omvang en zijn dus op dezelfde afstand nog zichtbaar. We maken daarom een onderscheid in de belangrijkste onderdelen van de turbine, waarbij we aannames doen voor de afmetingen van deze onderdelen. In Tabel 9.4 worden deze afmetingen weergegeven. Zie ook Figuur 9.5.

Het waarnemen van windturbines tot op de theoretische zichtafstand is alleen mogelijk onder de meest optimale omstandigheden en zal in de praktijk niet altijd mogelijk zijn. Om te voorkomen dat landschapseffecten worden onderschat zijn deze getallen in deze studie wel gehanteerd (worst case inschatting).

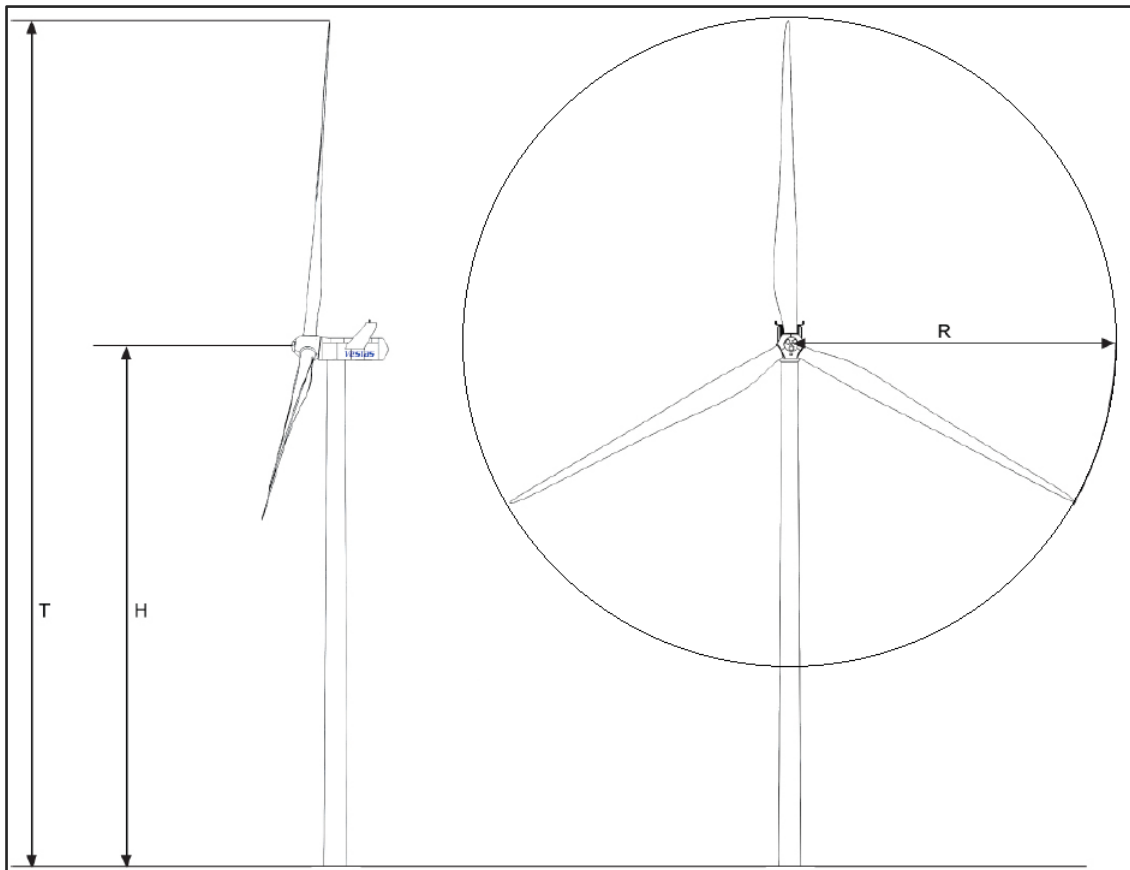
Tabel 9.4 Afmetingen turbineonderdelen

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel (m)*	Op max. hoogte (m)
Mast (maximale diameter)	15,0	187,0
Gondel	12,0	197
Rotorbladen (maximale breedte)	9,0	+ - 210,0
Rotortip	0,6	305

* Het betreft hier een fictieve turbine. De afmetingen zijn gebaseerd op die van de GE Haliade-X 12MW.

⁷⁰ Shang, H. and Bishop, I.D., 2000

Figuur 9.5 Afmetingen windturbines



In de praktijk worden theoretisch ideale condities zelden behaald

Er is ook onderzoek gedaan naar de werkelijke prestaties van het menselijk oog in relatie tot zichtbaarheid van windturbines⁷¹. Hieruit is gebleken dat bij extreem helder weer en op 25 km afstand, ongeveer 25 procent van de waarnemers een object nog herkende. Dit betrof turbines met een ashoogte van 50 meter en een rotordiameter van 52 meter. Uit de studie blijkt dat grote contrastwaardes tussen het object en de omgeving met name van belang zijn bij het waarnemen van objecten.

Deze inzichten met betrekking tot de visus van het menselijk oog zijn van belang bij het interpreteren van de zichtbaarheid van windturbines op zee. Tot een afstand van 5 km is het hele rotorblad voor mensen zichtbaar, en mag worden aangenomen dat een gemiddeld persoon dit zal kunnen waarnemen. Daarna zal de zichtbaarheid echter afnemen omdat het contrast niet maximaal is. Een witte turbine tegen een blauwe achtergrond is goed zichtbaar, maar er niet continue geen sprake deze situatie met maximaal contrast. Contrast wordt namelijk in hoge mate bepaald door de (weers-)omstandigheden, en deze zijn vrijwel nooit goed genoeg om de maximale theoretische zichtbaarheid ook daadwerkelijk te kunnen halen.

⁷¹ Bishop, et al, 2002: Determination of thresholds of visual impact: the case of wind turbines

Kimduiking heeft grootste effect op theoretische zichtbaarheid

Met de bovenstaande informatie kunnen we de theoretische zichtbaarheid van windturbines berekenen. Hierbij zijn aannames gedaan over de afmetingen van de verschillende onderdelen van de windturbines. In Tabel 9.5 staan de resultaten.

Tabel 9.5 Theoretische zichtbaarheid turbine

Turbineonderdeel	Afmetingen onderdeel (m)	Op maximale hoogte (m)	Maximale afstand zichtbaarheid (km)			Bepalende factor zichtbaarheid
			Op basis van kimduiking		Op basis van de visus	
			1,6 meter ooghoogte	20 meter ooghoogte		
Mast (maximale diameter)	15,0	187,0	54	65	172	Kimduiking
Gondel	12,0	197,0	55	67	137	Kimduiking
Rotorblad (maximale breedte)	9,0	+/- 210,0	57	68	103	Kimduiking
Rotortip	0,6	305	67	79	7	Visus

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat kimduiking het grootste effect heeft op de zichtbaarheid van de mast, de gondel en het dikste punt van het rotorblad. Dit betekent dat deze onderdelen eerder onder de horizon zullen verdwijnen, dan dat zij niet meer theoretisch zichtbaar zouden zijn vanwege de beperkingen van het menselijk oog. De rotortip, die een stuk smaller is dan de andere onderdelen, is op een relatief korte afstand niet meer zichtbaar voor het menselijk oog. Voor dit onderdeel is daarom de visus van het oog de primaire beperkende factor voor de zichtbaarheid.⁷²

Alle onderdelen van de turbines, met uitzondering van het bovenste tipje van de rotorbladen, verdwijnen achter de horizon wanneer een waarnemer op het strand staat, en de ooghoogte rond de 1,60 meter ligt. Vanwege de beperkingen van de menselijke visus zal echter de rotortip ook niet meer zichtbaar zijn op de minimale afstand tot de windturbine van 67 kilometer.

Op een waarnemingshoogte van 20 meter worden de windturbines niet (volledig) aan het zicht onttrokken door kimduiking. Het bovenste deel van de gondel en het brede stuk van een rotorblad dat recht omhoog staat zullen theoretisch gezien nog wel zichtbaar zijn vanaf het strand. Voor de rotortip maakt de waarnemingshoogte niet uit: die zal ook op 20 meter niet meer zichtbaar zijn vanwege de beperkingen van het menselijk oog.

Conclusie: windpark is theoretisch gezien nog zichtbaar, maar alleen op 20 meter ooghoogte. Uit de analyse blijkt dat de theoretische zichtbaarheid van de turbines in kavel I van IJmuiden Ver voornamelijk wordt beïnvloed door het effect van kimduiking. Op de afstand waarop de grootste onderdelen (de gondel en het breedste deel van het blad) onder de horizon zijn verdwenen dankzij de kromming van de aarde, zouden zij nog altijd theoretisch zichtbaar zijn met het menselijk oog.

De rotortip heeft de grootste maximale zichtbaarheid op basis van kimduiking, omdat dit het hoogste onderdeel van de turbine is, en dus ook het hoogste boven de horizon uitsteekt. Vanwege de kleine

⁷² De rotortip is op het smalste punt ongeveer 60 centimeter breed, en wordt richting de gondel steeds breder. Er is daarom geen exacte afstand of rotortipbreedte waarop met zekerheid kan worden gezegd dat de rotortip niet meer zichtbaar is.

afmetingen van de rotortip zal die echter niet meer zichtbaar zijn voor het menselijk oog, ruim voordat de effecten van kimduiking een rol gaan spelen.

Op een ooghoogte van 20 meter zijn de mast, gondel en het breedste stuk van het rotorblad mogelijk nog wel zichtbaar vanaf het strand.

De bovenstaande paragrafen betreffen het berekenen van de theoretische zichtbaarheid. Voor de daadwerkelijk zichtbaarheid moet ook worden uitgegaan van een extra zichtbeperkende factor: de meteorologische omstandigheden. In de volgende paragraaf wordt hier verder op ingegaan.

9.3.3 Meteorologische omstandigheden verkleinen zichtafstand

Naast de afstand tot een object, en de fysieke eigenschappen daarvan, hebben ook de meteorologische omstandigheden effect op de zichtbaarheid. Het zicht wordt vaak beperkt door (water)deeltjes in de lucht, die de doorlaatbaarheid van de lucht verminderen en daarmee de zichtsafstand verkleinen⁷³. Het KNMI meet op 26 weerstations in Nederland de maximale zichtafstand per uur. Door het gemiddelde te nemen van een aantal weerstations (IJmuiden, Hoek van Holland, De Kooy en Schiphol) kan worden berekend binnen welk percentage van de tijd het windpark mogelijk zichtbaar is.

Op basis van resultaten uit voorgaande zichtbaarheidsanalyses^{74,75,76} blijkt dat objecten op een afstand van 48,6 kilometer tijdens de zomerperiode ongeveer 1% van de tijd zichtbaar zijn, oftewel een gemiddelde van 1 dag tijdens de periode mei – oktober. Op die dag is het park gemiddeld 0,8% van de dagperiode zichtbaar. Dit komt neer op ongeveer 7 minuten. Aangezien de windturbines in dit MER significant verder weg zullen komen te liggen dan de 48,6 kilometer uit die analyse, namelijk op minimaal 67 kilometer, zullen de effecten ook kleiner zijn.

De conclusie is dan ook dat het windpark vanwege de meteorologische omstandigheden nauwelijks zichtbaar zal zijn.

9.3.4 Horizontale beeldhoek: windpark niet dominant aanwezig

De horizontale beeldhoek is een indicatie van hoe dominant een object aanwezig is in het zicht van de waarnemer. De horizontale beeldhoek wordt gedefinieerd als de breedte van het windpark in het beeld van de beschouwer, wanneer deze over de Noordzee uitkijkt. Uit Nierman et al. (2010)⁷⁷ blijkt dat dit relevant is tot op een afstand van ongeveer 30 kilometer. Buiten deze afstand neemt de zichtbaarheid van het windpark dermate af dat de aanwezigheid daarvan in de horizontale beeldhoek van het windpark niet meer bepalend is voor de dominantie daarvan in het beeld van de strandbezoeker.

Uit de bovenstaande paragrafen is gebleken dat het windpark niet tot nauwelijks zichtbaar zal zijn. Het windpark zal dus naar alle waarschijnlijkheid niet dominant zijn in het beeld van strandbezoekers.

⁷³ KNMI (2012)

⁷⁴ MER Kavel V en VI Windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (2018), bijlage 10 - Zichtbaarheidsanalyse

⁷⁵ MER Kavels I t/m IV, Hollandse Kust (zuid) (2015)

⁷⁶ MER Kavels VI en VII, Hollandse Kust (west) (2019)

⁷⁷ Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee

9.3.5 Luchtvaartverlichting zeer waarschijnlijk niet te zien vanaf het strand

De International Civil Aviation Organization (ICAO) schrijft voor turbines met een tiphoogte van meer dan 150 meter in de nacht een rood knipperend licht voor van 2.000 candela. Voor overdag en in de schemering wordt een wit licht met 20.000 candela voorgeschreven. Hoe meer turbines worden voorzien van verlichting voor de luchtvaart, hoe zichtbaarder het windpark is. Op de worst case afstand van IJmuiden Ver I - 67 kilometer - komt een verlichtingssterkte van 2.000 candela overeen met 445 nanolux.

Ter vergelijking: een volle maan heeft, onder ideale omstandigheden, een verlichtingssterkte van 0,3 lux⁷⁸, wat betekent dat de luchtvaartverlichting in het worstcasescenario een sterkte heeft die 674 duizend keer minder sterk is dan een volle maan. Daarnaast zullen effecten zoals kimduiking, en de meteorologische omstandigheden, de zichtbaarheid van lichten verminderen. Deze zullen daarom naar alle waarschijnlijkheid niet zichtbaar zijn.

9.4 Effectbeoordeling

Uit de bovenstaande effectbeschrijvingen blijkt dat de turbines van kavel I van IJmuiden ver in het worstcasescenario niet zichtbaar zullen zijn op een ooghoogte van 1,6 meter. Op een ooghoogte van 20 meter – zoals bijvoorbeeld op een duin – zullen bepaalde delen van de windturbines theoretisch gezien wel zichtbaar zijn. De meteorologische omstandigheden verminderen de zichtbaarheid echter significant.

Op basis van eerdere berekeningen voor zichtbaarheidsanalyses blijkt dat het windpark minder dan 1% van de tijd zichtbaar zal zijn in de zomerdagen (minder dan 1 dag per zomer, en op die dag minder dan 7 minuten lang).

De effectbeoordeling voor het thema landschap is neutraal (0), zie Tabel 9.6.

Tabel 9.6 Effectbeoordeling thema landschap

Beoordelingscriterium	Beoordeling
Zichtbaarheid in percentage van de tijd	0

De bovenstaande beoordeling gaat uit van het worstcasescenario. Dat betekent in dit geval dat het punt van de kavelrand dat het dichtst bij de kust ligt (67 kilometer), als uitgangspunt is genomen. In werkelijkheid zal een groot deel van het windenergiegebied verder weg liggen dan die 67 kilometer. De hierboven omschreven effecten op de zichtbaarheid zoals kimduiking, de visus van het menselijk oog en de meteorologische omstandigheden nemen exponentieel toe met de afstand. De zichtbaarheid van de windturbines van de verder weg gelegen turbines, en dus het effect op het landschap, zal daarom kleiner zijn.

9.5 Cumulatie

Naast het windenergiegebied IJmuiden Ver worden er ook andere windenergiegebieden gerealiseerd. Daarnaast hebben bestaande windparken die in de buurt liggen, zoals Egmond aan Zee, ook een mogelijk effect op het landschap. In voorgaande zichtbaarheidsanalyses⁷⁹ is de cumulatieve horizontale beeldhoek

⁷⁸ Kyba, Christopher C. M.; Mohar, Andrej; Posch, Thomas (2017). "How bright is moonlight?". *Astronomy & Geophysics*. 58 (1): 1.31–1.32. doi:10.1093/astrogeo/atx025.

⁷⁹ MER Kavel V en VI Windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (2018), bijlage 10 - Zichtbaarheidsanalyse

op het beeld van de kustbezoeker berekend, zodat kon worden bepaald of het windpark dominant zou zijn in het beeld van kustbezoekers. Hierbij zijn alleen objecten tot 30 kilometer meegenomen, aangezien de zichtbaarheid van objecten na deze afstand sterk afneemt dankzij onder andere kimduiking en meteorologische omstandigheden.

Het windkavel IJmuiden Ver I ligt op 67 kilometer afstand van de kust, en is alleen daardoor op jaarbasis minder dan 24 uur zichtbaar. Hetzelfde geldt voor het nabijgelegen windenergiegebieden zoals Hollandse Kust (west) en Nederwiek. Er wordt daarom geen significante bijdrage aan de cumulatieve effecten verwacht en zijn er geen mitigerende maatregelen noodzakelijk.

9.5.1 Leemten in kennis

Voor het thema Landschap zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de effectbeschrijving.

10 Overige gebruiksfuncties

10.1 Inleiding

Bij de locatiekeuze van windenergiegebied IJmuiden Ver is rekening gehouden met de overige gebruiksfuncties van de Noordzee. Dankzij die locatieoverweging zijn de effecten van een windpark binnen de grenzen van dit windenergiegebied op de overige gebruiksfuncties in de omgeving beperkt. Desondanks kunnen er effecten optreden door de aanleg, exploitatie of verwijdering van de turbines en parkbekabeling.

In dit hoofdstuk zijn de effecten voor onderstaande onderwerpen onderzocht voor het milieuaspect overige gebruiksfuncties:

- Visserij
- Mijnbouw
- Luchtvaart
- Zand-, grind- en schelpenwinning
- Baggerstort
- Scheeps-, wal- en luchtvaartradar
- Kabels en leidingen
- Telecommunicatie
- Militaire activiteiten en niet-gesprongen explosieven (NGE)
- Recreatie en toerisme
- Cultuurhistorie en archeologie
- Bestaande windparken

Hierna volgt een beschrijving van de bandbreedte die in dit MER wordt onderzocht en de alternatieven die daarbinnen gekozen zijn. Vervolgens wordt in het beoordelingskader per onderwerp beschreven welke beoordelingscriteria er gebruikt zijn in de effectbeoordeling.

Vervolgens wordt per onderwerp beschreven wat de huidige situatie is, wat eventuele relevante autonome ontwikkelingen zijn (de nulsituatie), hoe en wanneer er effecten optreden en welke beoordeling de alternatieven krijgen tijdens de exploitatiefase, tijdens aanleg, verwijdering of onderhoud.

Samenvattend wordt de effectbeoordeling van alle onderwerpen in zijn geheel beschreven en wordt er aandacht besteed aan mogelijke cumulatieve effecten, eventuele noodzakelijke mitigerende maatregelen en overblijvende leemten in kennis.

In tegenstelling tot de andere effecthoofdstukken is er in dit hoofdstuk voor gekozen om per onderwerp zowel de huidige situatie en autonome ontwikkeling, als ook de effectbeschrijving en -beoordeling op te nemen. Hiermee wordt de leesbaarheid van het hoofdstuk vergroot.

10.2 Onderzochte alternatieven binnen de bandbreedte

De effecten op veel overige gebruiksfuncties zijn niet zozeer afhankelijk van de interne inrichting van een windpark (de positie van iedere turbine), maar van de buitencontouren van de kavel die het fysieke ruimtebeslag bepalen. De windturbines vormen fysieke obstakels waardoor het uitvoeren van veel

gebruiksfuncties binnen een windpark niet, of enkel onder voorwaarden, is toegestaan. Dit is het geval voor de onderwerpen visserij, mijnbouw, zand-, grind- en schelpenwinning, scheeps-, wal- en luchtvaartradar, baggerstort, kabels en leidingen, militaire activiteiten en recreatie en toerisme. We gaan ervan uit dat toekomstige ontwikkelaars de ruimte binnen de kavel volledig gebruiken. Daarom onderzoeken we geen alternatieve buitencontouren.

Voor enkele overige gebruiksfuncties spelen de specifieke inrichtingsaspecten van een windpark wel een mogelijke rol in de effectbeoordeling. Voor deze onderwerpen worden de effecten met name bepaald door inrichtingskenmerken, zoals de tiphoogte of het oppervlak aan erosiebescherming rondom de fundering. Dit is het geval voor de onderwerpen luchtvaart, telecommunicatie, NGE en cultuurhistorie en archeologie. We gaan ervan uit dat de toekomstige ontwikkelaars verschillende inrichtingen overwegen en kunnen toepassen. Daarom onderzoeken we wel alternatieve inrichtingen.

Tabel 10.1 geeft een indicatie van de oppervlakten van verschillende type funderingen en erosiebescherming wanneer deze voor alle turbines binnen de kavel toegepast zijn.

Tabel 10.1 Oppervlakte fundering en erosiebescherming. Weergegeven zijn de totaaloppervlaktes van een windpark met 67 x 15 MW turbines of 50 x 20 MW turbines (zie hoofdstuk 5 voor meer informatie).

Type fundering	Oppervlakte fundering (m ²)	Oppervlakte erosiebescherming per type (m ²)	Totale oppervlakte erosiebescherming (m ²)	Totale oppervlakte (m ²)
Jacket Ø 3,0 m (15 MW)	1.894	679	45.000	47.000
Jacket Ø 5,0 m (20 MW)	3.927	1885	94.000	98.000
Monopile Ø 11,5 m (15 MW)	6.959	831	56.000	63.000
Monopile Ø 15,0 m (20 MW)	8.836	1414	71.000	80.000
Tripod Ø 3,0 m (15 MW)	1.421	509	34.000	36.000
Tripod Ø 5,0 m (20 MW)	2.945	1414	71.000	74.000
Suction bucket Ø 20,0 m (15 MW)	21.049	7540	505.000	526.000
Suction bucket Ø 30,0 m (20 MW)	35.343	16965	848.000	884.000
Gravity BF Ø 40,0 m (15 MW)	84.195	10053	674.000	758.000
Gravity BF Ø 50,0 m (20 MW)	98.175	15708	785.000	884.000

10.2.1 Alternatieven

Er zijn twee alternatieven onderzocht om in kaart te brengen welke effecten er minimaal en maximaal kunnen ontstaan binnen de bandbreedte die in dit MER wordt onderzocht. Hiermee wordt zowel het best case als het worst case alternatief onderzocht.

Alternatief 1

Een inrichting met 67 windturbines van 15 MW met een tiphoogte van 261 meter en een tripod fundatie. Bij deze inrichting heeft een windpark in de kavel de kleinst mogelijke omvang in termen van tiphoogte en erosiebescherming. Naar verwachting zijn de effecten hiermee ook het kleinst. Daarom kan dit gezien worden als een best case alternatief waarbij minimale effecten optreden binnen de bandbreedte.

Alternatief 2

Een inrichting met 50 windturbines van 20 MW met een tiphoogte van 305 meter en een suction bucket, of gravity based fundatie. Bij deze inrichting heeft een windpark in de kavel de grootst mogelijke omvang in termen van tiphoogte en erosiebescherming. Naar verwachting zijn de effecten hiermee ook het grootst en kan dit gezien worden als een worst case alternatief waarbij maximale effecten optreden binnen de bandbreedte.

10.3 Beoordelingskader

Voor elk onderwerp van het milieuaspect overige gebruiksfuncties is minimaal één beoordelingscriterium opgesteld in Tabel 10.2. Op basis van die criteria worden de effecten beschreven en beoordeeld. Wanneer dat mogelijk is worden de criteria kwantitatief toegepast, en anders kwalitatief. De onderzochte effecten met betrekking tot scheeps- en walradar zijn aanvullend op de effecten onderzocht in Hoofdstuk 8 Scheepvaartveiligheid.

Tabel 10.2 Onderzochte onderwerp van het milieuaspect overige gebruiksfuncties en hun beoordelingscriteria.

Onderwerp	Beoordelingscriterium
Visserij	Beperkingen visserij
Mijnbouw	Beperkingen olie- en gaswinning
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart
	Interferentie helikopterverkeer
	Interferentie Kustwacht
	Interferentie militaire luchtvaart
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning
Baggerstort	Beperkingen baggerstortlocaties
Scheeps-, wal- en luchtvaarradar	Interferentie radar
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen
Telecommunicatie	Verstoring straalpaden
Militaire activiteiten en NGE	Interferentie militaire activiteiten en NGE
	Aanwezigheid niet-gesprongen explosieven
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart
	Beperkingen kustrecreatie
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken

10.4 Visserij

10.4.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

De Noordzee is een belangrijk gebied voor de commerciële visserij. Verspreid over de gehele Noordzee worden dan ook verschillende vormen van visserij beoefend. Op de Noordzee zijn vissers vanuit verschillende Europese landen actief.

De Noordzee maakt onderdeel uit van de Noordoostelijke Atlantische Oceaan en kan op verschillende manieren ingedeeld worden, zie Figuur 10.1. Het gedeelte van een continent dat onder water staat wordt het continentaal plat genoemd. Het Nederlandse Continentaal Plat (NCP) is gelijk aan de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ).⁸⁰ Het heeft een oppervlakte van ongeveer 57.000 km² wat verdeeld is in blokken (A – T), die op hun beurt verdeeld zijn in vakken (1 – 18). Binnen de visserijsector wordt de Noordzee ook ingedeeld met de handelsbenamingen Noordelijke, Centrale en Zuidelijke Noordzee.⁸¹

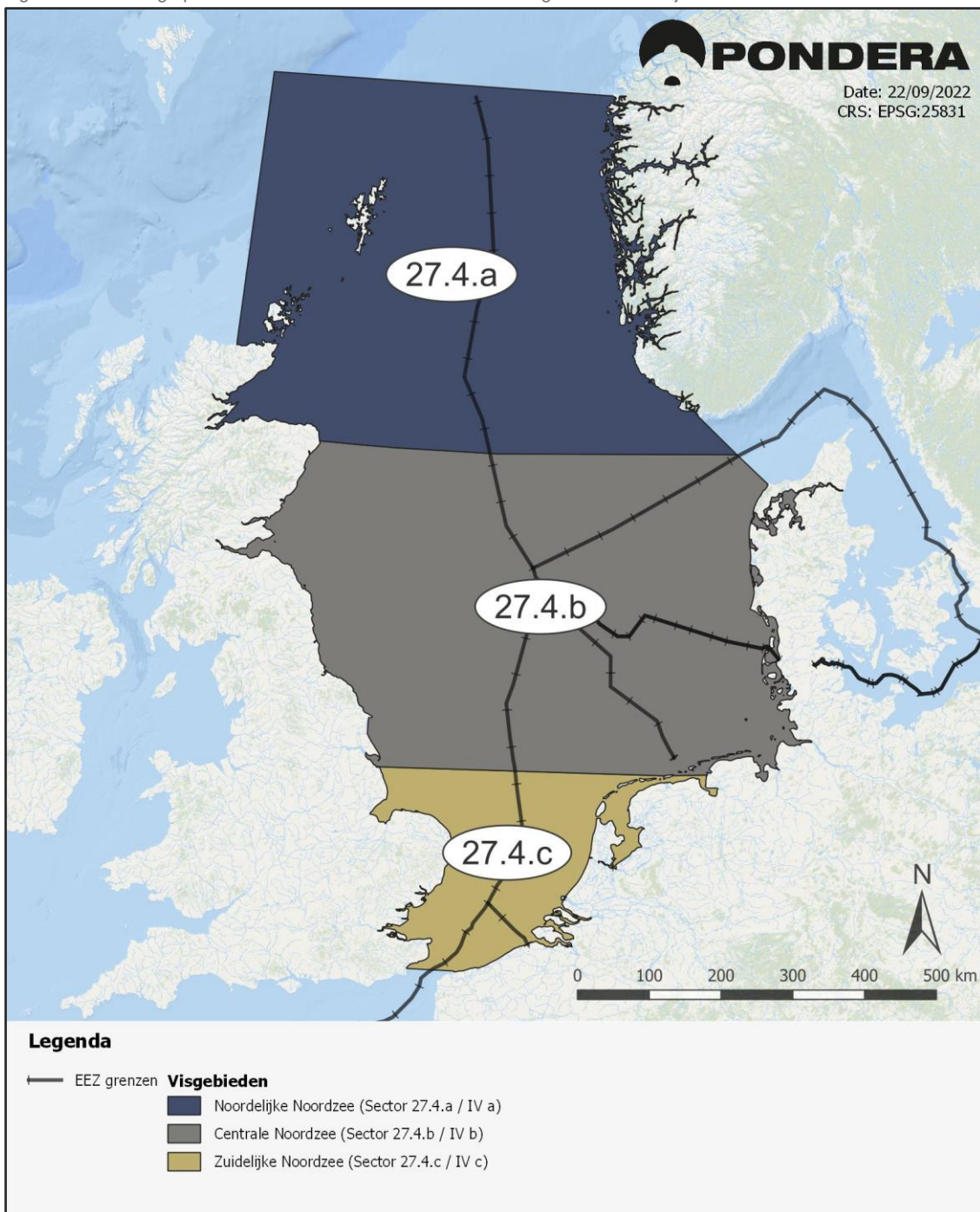
Binnen de grenzen van het NCP zijn veel Nederlandse vissers actief en liggen gebieden die tot de drukst beviste gebieden van de Noordzee behoren. Visserij is in beginsel overal op het NCP toegestaan, behalve binnen de 12-nautische mijlsgrens waar een vergunning nodig is, en daar waar het verboden is door het ruimte gebruik van andere functies. Ook is demersale visserij in bepaalde delen van Natura 2000-gebieden verboden omdat deze de bodem beroert (onder andere op basis van het VIBEG-akkoord⁸²). Als visserij niet te combineren is met andere gebruiksfuncties binnen de beschikbare ruimte, wordt gebiedspecifiek afgewogen welke functies voorrang krijgen. In het MER kijken we naar mogelijke effecten op de Nederlandse visserij.

⁸⁰ Het Nederlandse grondgebied staat niet gelijk aan de EEZ en het NCP. Binnen de EEZ heeft Nederland enkel soevereine rechten, o.a. ten aanzien van exploitatie van natuurlijke hulpbronnen. Zie ook: <https://www.noordzeeloket.nl/beheer/maritieme-zones/>

⁸¹ Handelsbenamingen EU, Bron: https://fish-commercial-names.ec.europa.eu/fish-names/area_nl?code=27 (geraadpleegd juni 2022)

⁸² Rijksoverheid, Nieuwsbericht 13-12-2011: Delen Noordzee verboden voor visserij door akkoord natuurbeweging, vissers en rijksoverheid.

Figuur 10.1 Indeling op basis van EEZ-zones en handelsbenamingen in de visserij



Nederlandse visserij

De Nederlandse visserij vist verspreid over het NCP op demersale (bodemgebonden) en pelagische (niet-bodemgebonden) vis. De demersale visserij vist direct boven de zeebodem naar met name platvissen zoals tong en schol. De vistuigen die hierbij gebruikt worden, maken contact met de zeebodem tijdens het vissen. Daarom wordt demersale visserij ook wel bodemberoerende visserij genoemd. De pelagische visserij (grote zeevisserij) vist in de waterkolom naar schoolvormende vissen zoals haring en makreel,

waarbij geen contact met de zeebodem wordt gemaakt. Hierbij worden grotere schepen dan in de demersale visserij gebruikt. Hierdoor kunnen zij verder en langer uitvaren en is het bereikbare areaal visgronden ook relatief groot ten op zichte van de demersale visserij. Er worden verschillende type visserij schepen en vistuigen gebruikt, afhankelijk van de vissoort waarop gevist wordt en het type schip. In Tabel 10.3 staat een overzicht van de voornaamste vistechieken en doelsoorten van de verschillende Nederlandse visserijsectoren.

Tabel 10.3 Soorten visserij schepen en voornaamste vistuigen en doelsoorten.

Visserijsector	Type schip en vistuig	Doelsoort	Type visserij
Grote zeevisserij (> 50m lengte, noordoostelijk Atlantische Oceaan)	Trawlerschepen met netten (verschillende soorten)	Schoolvormende vissen (o.a. sardine, sardinella, makreel, blauwe wijting, horsmakreel, haring)	Pelagisch
Kottervisserij (15 - 50m lengte, Noordzee)	Kotterschepen met sleepnetten (boomkor, SumWing, twinrig, flyshoot)	Platvissen (o.a. schol, tong, heilbot, tarbot, schar)	Demersaal
Overige kleine zeevisserij	Diverse soorten kleine schepen met hengel, staand want, fuiken en korven, kleine trawls en schelpdiervisserij	Diversen	Diversen
Mosselcultuur	Schepen voor het uitzetten van bodemgebonden kweekinstallaties (bodemcultuur), drijvende kweekinstallaties (hangcultuur), sleepnetten en mosselzaadinvanginstallaties	Mosselkweek, vangst mossel/bodemzaad, mosselbroed (larven)	Passief
Oestervisserij	Schepen voor het uitzetten van bodemgebonden kweekinstallaties (bodemcultuur), drijvende kweekinstallaties (hangcultuur)	Oesterkweek, vangst oesterbroed (larven)	Passief

In Figuur 10.2 is de ontwikkeling van de Nederlandse vlootsamenstelling tussen 2009 en 2020 te zien⁸³. Het aantal actieve schepen is in deze periode gedaald met 11% van 666 naar 605. In de grote zeevisserij is in deze periode het aantal vaartuigen relatief het sterkst afgenomen met 57% van 14 naar 6 in 2020. De overige kleine zeevisserij heeft de meeste schepen zien vertrekken met een afname van 41 schepen tot 232 in 2020.

De kottervisserij groeide de laatste vijf jaren tot 2020, vanwege goede resultaten, naar 293 kotters. De omvang van de mosselvloot nam af met drie schepen en komt uit op 48 schepen in 2020. De oestersector bleef stabiel qua omvang met een aantal van 26 schepen. Meerdere mosselkotters worden ook voor oestervisserij ingezet en vice versa. Dat verklaart grotendeels de toename van 19 naar 26 oesterschepen in eerdere jaren.

In Figuur 10.3 en Figuur 10.4 is de aanvoer van de Nederlandse visserij in miljoenen kg weergegeven⁸³. De grote zeevisserij (pelagisch), die meerdere weken uit kan varen naar gebieden ver buiten het NCP, is

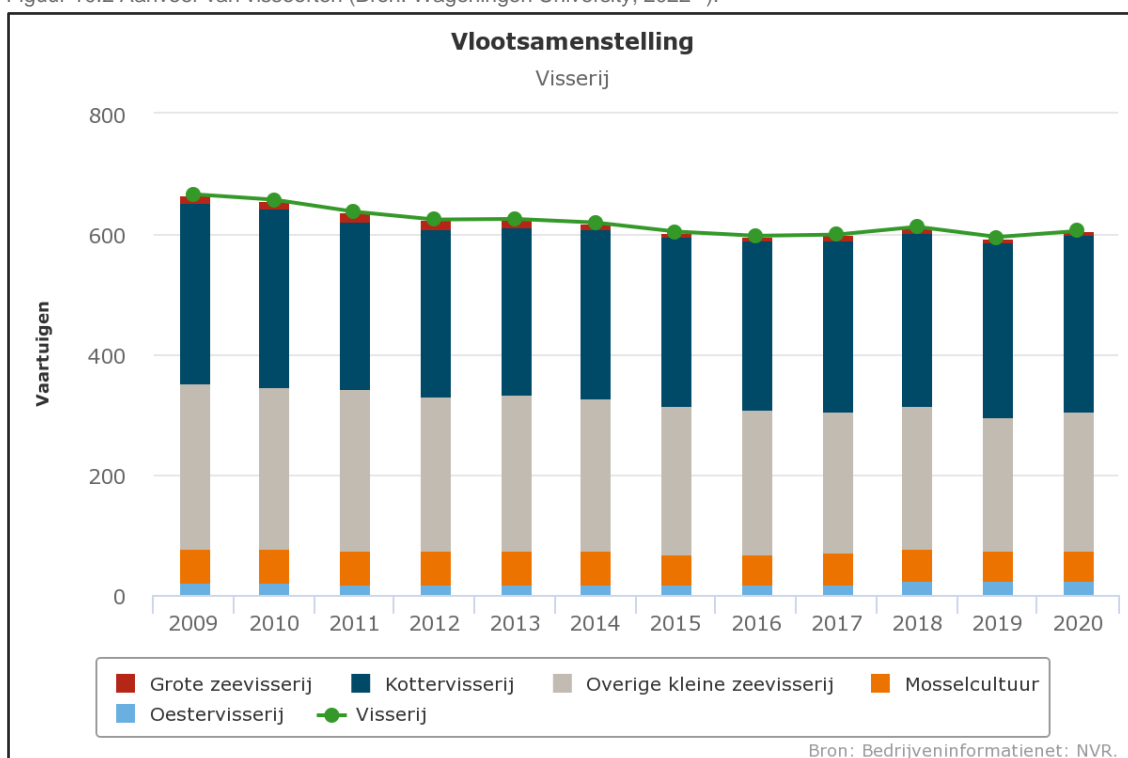
⁸³ Wageningen University (2022), agrimatie – informatie over de agrosector.

<https://agrimatie.nl/PublicatiePage.aspx?subpubID=2526§orID=2860&themaID=2286&indicatorID=2880>, bron geraadpleegd in juni 2022.

in 2020 verantwoordelijk voor 72% van de visaanvoer. De kottervisserij (demersaal) voor 19%. Het overige deel bestaat uit aanvoer vanuit de schelpdiervisserij (mossels en oesters) en overige kleine zeevisserij.

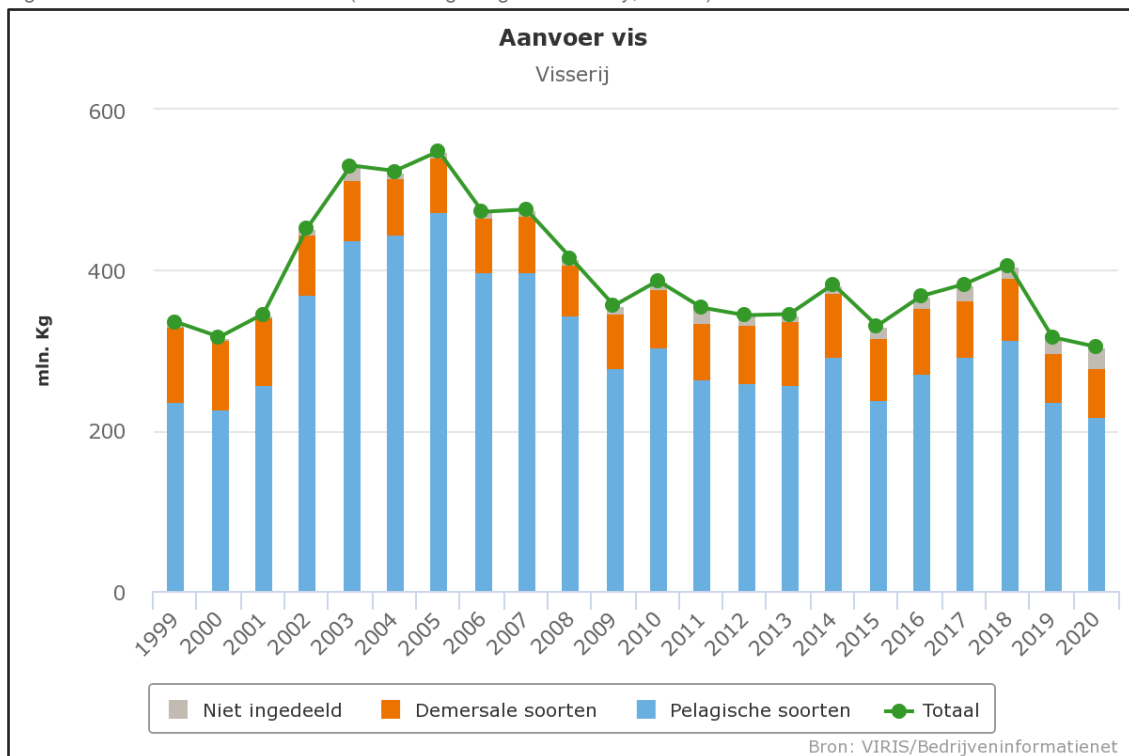
Sinds 2017 nemen de vangstvolumes van bijna alle commerciële doelsoorten in de Noordzee af. Dit komt onder andere door de remmende invloed op innovaties en investeringen als gevolg van onzekerheden rondom de Brexit-deal, het verbod op pulsvisserij, het Noordzeeakkoord en de aanlandplicht. Het verbod op pulsvistuigen⁸⁴ dat sinds juli 2021 van kracht is, kan in de jaren na 2020 grotere veranderingen in de kottervisserij veroorzaakt hebben die nog niet in deze cijfers zijn terug te zien. Ook de recente grote stijging in brandstofprijzen zal naar verwachting effecten hebben op de Nederlandse visserijsector.

Figuur 10.2 Aanvoer van vissoorten (Bron: Wageningen University, 2022⁸³).

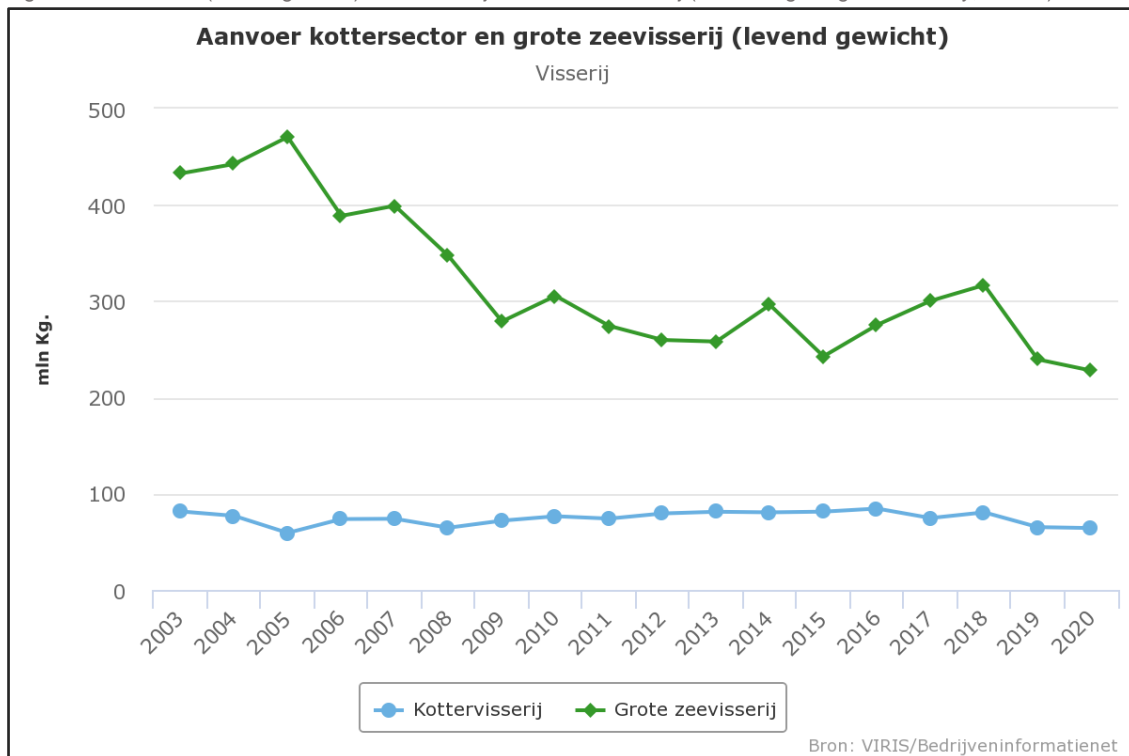


⁸⁴ European Parliament, Conservation of fishery resources and protection of marine ecosystems through technical measures, Strasbourg, 16 April 2019.

Figuur 10.3 Aanvoer van vissoorten (Bron: Wageningen University, 2022⁸³).



Figuur 10.4 Aanvoer (levend gewicht) Kottervisserij en Grote zeevisserij (Bron: Wageningen University, 2022⁸³).



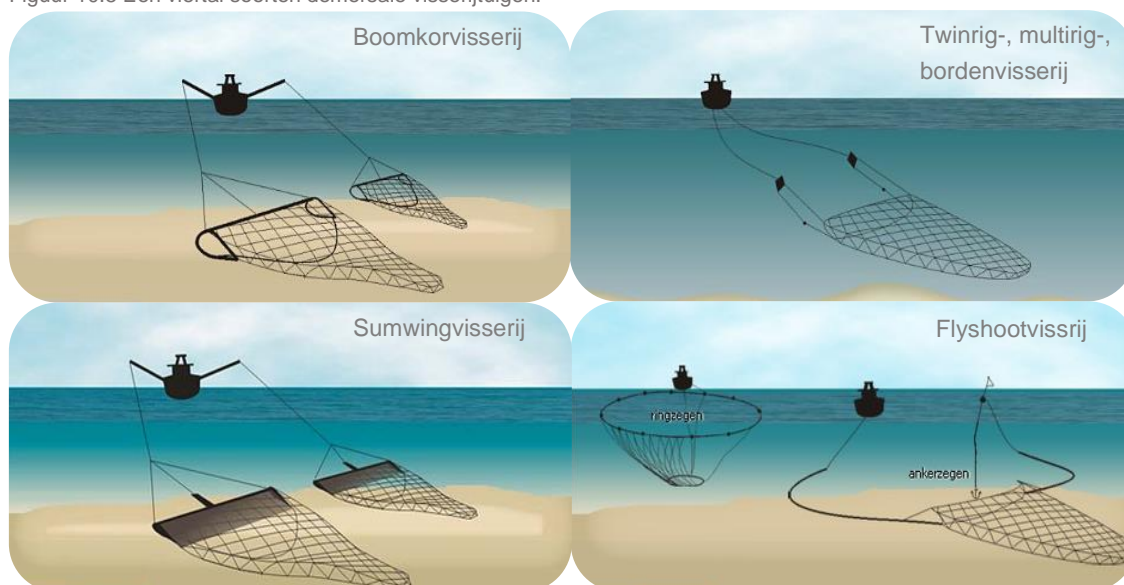
De aanwezigheid van voldoende vis in een bepaald gebied is niet vanzelfsprekend. Deze kan sterk variëren tussen verschillende vissoorten en schommelen als gevolg van seizoenmigratie. Het is daardoor lastig om eenduidig gebieden aan te wijzen die meer of minder waardevol zijn voor de Nederlandse visserijsector. Dit is met name zo voor pelagische visserij, die door een gebiedsafsluiting als het ware minder zoekruimte overhoudt waarbinnen naar grote scholen vis gezocht kan worden. De demersale visserij is daarentegen relatief meer afhankelijk van visbestekken (visgronden). Dit zijn voor vissers bekende gebieden waar doelsoorten vaker, of in grotere aantallen, aanwezig zijn en daarom intensiever bevestigd worden.

Nederlandse demersale visserij

De Nederlandse demersale visserij was in de periode van 2010 tot en met 2020, met een aanvoer van 801 mil. kg, goed voor zo'n 20% van de totale visaanvoer.

Een ruimtelijke analyse van demersale visserijtypen⁸⁵ laat zien dat deze vissers specifieke visbestekken opzoeken en relatief intensief bevissen. Binnen deze visbestekken liggen leefgebieden die binnen de Noordzee relatief zeldzame bentische⁸⁶ habitats vormen en daardoor aantrekkelijk zijn voor demersale vissoorten. Het onderzoek geeft voor het eerst inzicht in de ecologische karakteristieken van verschillende zeelandschappen die doelgericht bevestigd worden in de Noordzee door de demersale visserijsector. De resultaten benadrukken dat de demersale visserijactiviteiten niet gelijkmatig over de Noordzee verdeeld zijn, maar zich concentreren rondom specifieke zeelandschappen. Er blijkt sprake van visserij-hotspots op locaties die vaak gekenmerkt worden door een unieke combinatie van omgevingskenmerken. Deze locaties bieden unieke leefgebieden voor het onderwaterleven. Ze trekken daarmee een rijke vispopulatie aan, wat de ecologische waarde van deze gebieden bovengemiddeld hoog maakt. Een deel van deze 'hotspots' ligt binnen Natura 2000-gebieden.

Figuur 10.5 Een viertal soorten demersale visserijtuigen.



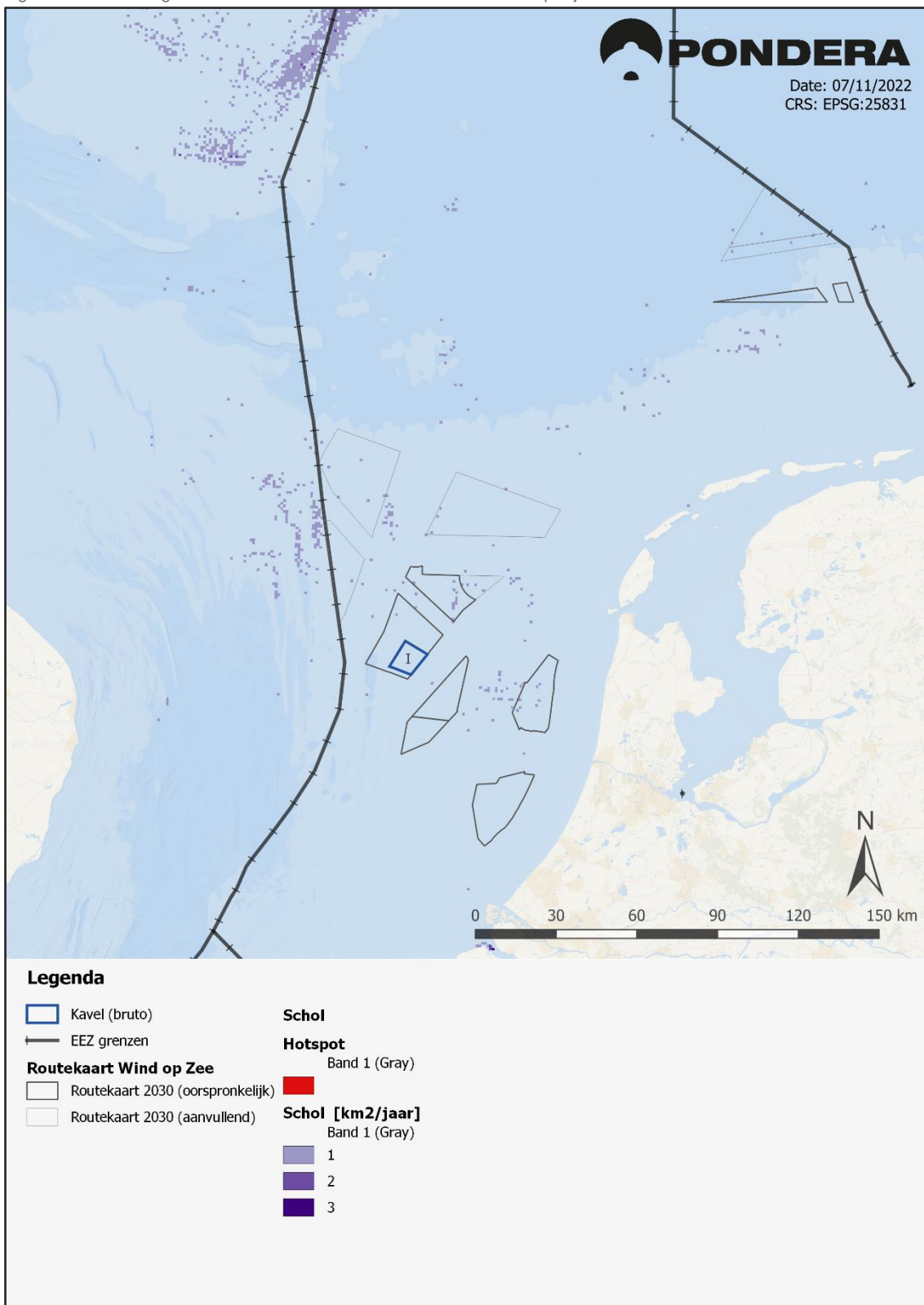
⁸⁵ Van der Reijden, K.J., Hintzen, N.T., Govers, L.L., Rijnsdorp, A.D., Olf, H. (2018) North Sea demersal fisheries prefer specific benthic habitats. PLoS ONE 13(12): e0208338. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208338>. <https://www.wur.nl/nl/nieuws/Noordzeevissers-tonen-voorkeur-voor-zeldzame-habitats.htm>

⁸⁶ Van 'benthos': een verzamelnaam voor alle organismen die op of rondom de bodem van wateren leven.

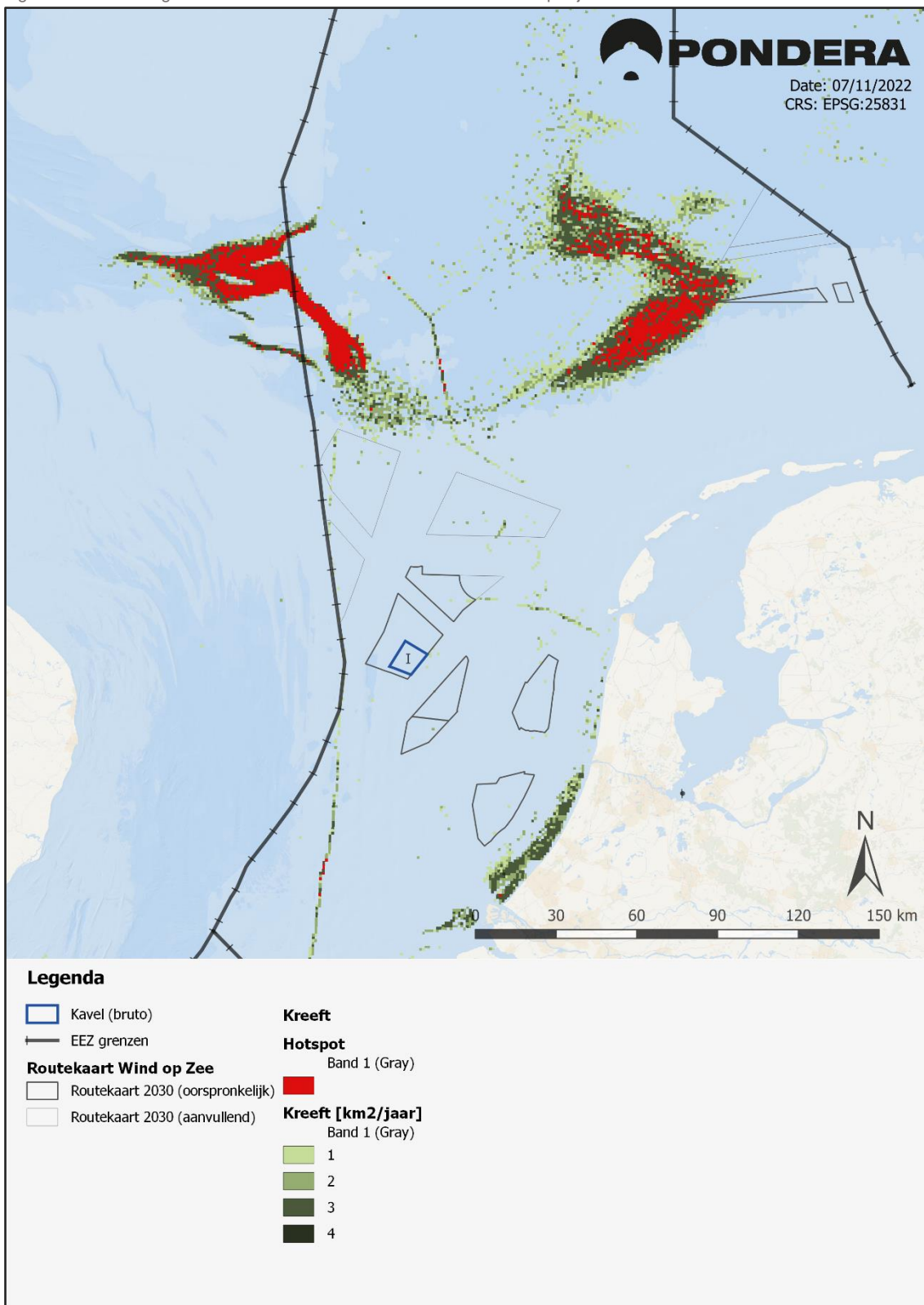
Met behulp van satelliet-positiegegevens van Nederlandse demersale vissersschepen is gekeken naar de verdeling van demersale visintensiteit over de Noordzee. Figuur 10.6, Figuur 10.7, Figuur 10.8 en Figuur 10.9 laten het gemiddeld aantal beviste km² zeeoppervlak per jaar zien tussen 2008 en 2015 voor de soorten schol, kreeft en tong en voor overige demersale visactiviteiten. De analyse laat duidelijke hotspots zien: plekken die elk jaar intensief bevestigd worden. Een deel van deze hotspots ligt in de Nederlandse EEZ, maar ze komen ook voor in de EEZ's van het Verenigd Koninkrijk, België, Duitsland en Denemarken.

De scholvisserij vist verspreid op zee en voornamelijk buiten het NCP, in het noordelijke deel van de Noordzee (Figuur 10.6). Er lijkt een voorkeur te zijn voor de toppen van zandgolven, die op de flanken van bijvoorbeeld de Doggersbank liggen. Noorse kreeften worden actief bevestigd in de modderigste gebieden van de Noordzee. Binnen het NCP, maar ver noordelijk van de kavel, ligt een gebied met een hoge kreeftvisactiviteit en een groot aantal hotspots (Figuur 10.7). Kreeftvisserij vindt verder voornamelijk plaats in de noordelijke (diepere) delen van de Noordzee, maar in mindere mate ook langs de Nederlandse kust. Tongvissers zijn actief in de gehele zuidelijke Noordzee en op een groot deel van het NCP, vooral in de diepere troggen tussen de grote zandbanken (Figuur 10.8). De meeste tongvisactiviteit en een groot aantal hotspots zijn verspreid over het zuidwesten van het NCP, tussen de Nederlandse en Engelse kust, en de hele zuidelijke Noordzee. Binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver liggen gebieden met hotspots die intensief bevestigd worden door tongvissers. De overige demersale visactiviteiten (bijvoorbeeld op garnalen) concentreert zich vooral in gebieden langs de Nederlandse kust en in enkele gebieden verder op zee (Figuur 10.9). Binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt een gebied dat intensief bevestigd wordt door deze vissers. Deze specifieke voorkeuren zijn gekoppeld aan het voorkomen van de doelsoorten op deze locaties.

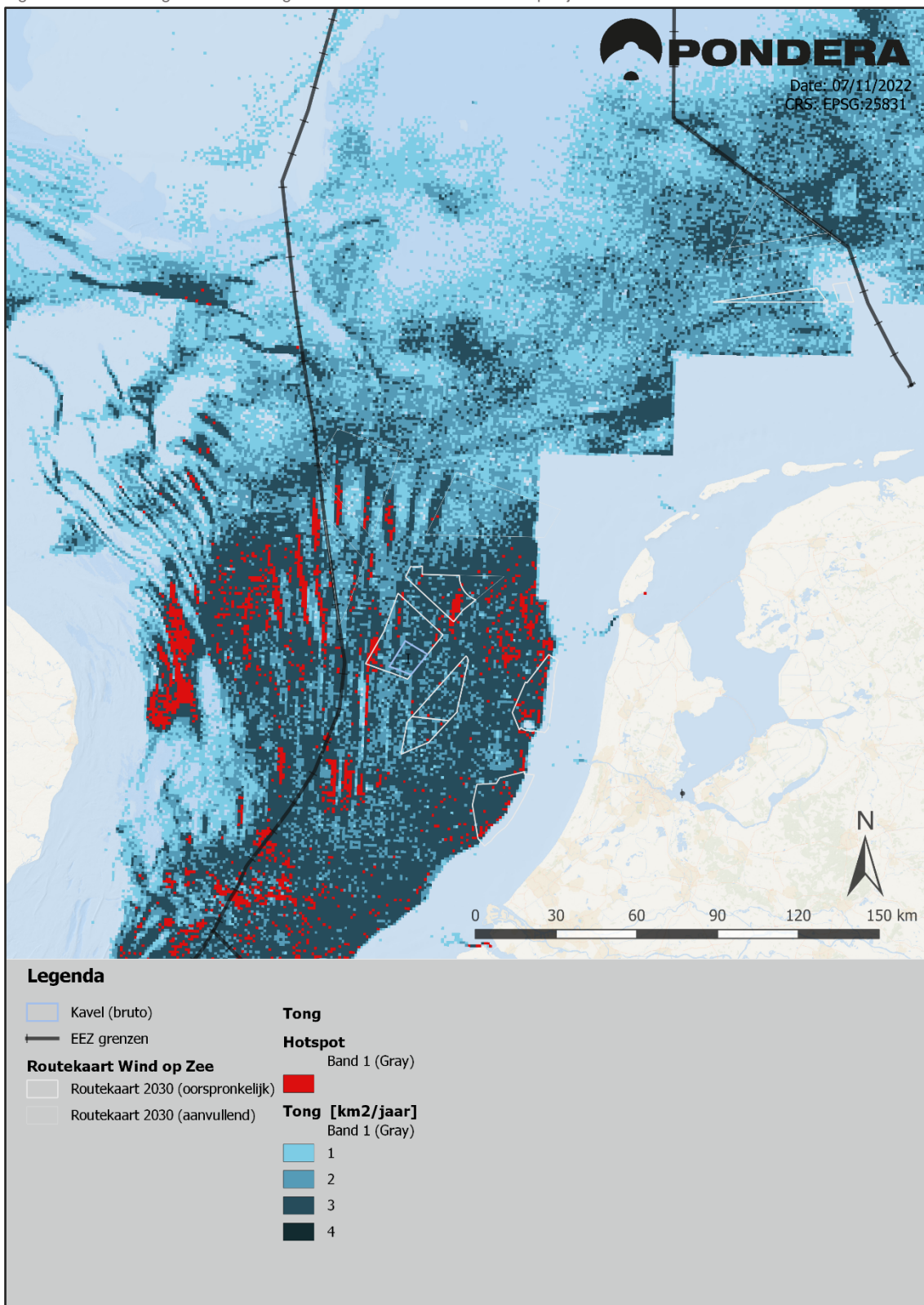
Figuur 10.6 Bevissingsintensiteit schol. Gemiddeld aantal beviste km² per jaar tussen 2008 tot en met 2015.⁸⁵



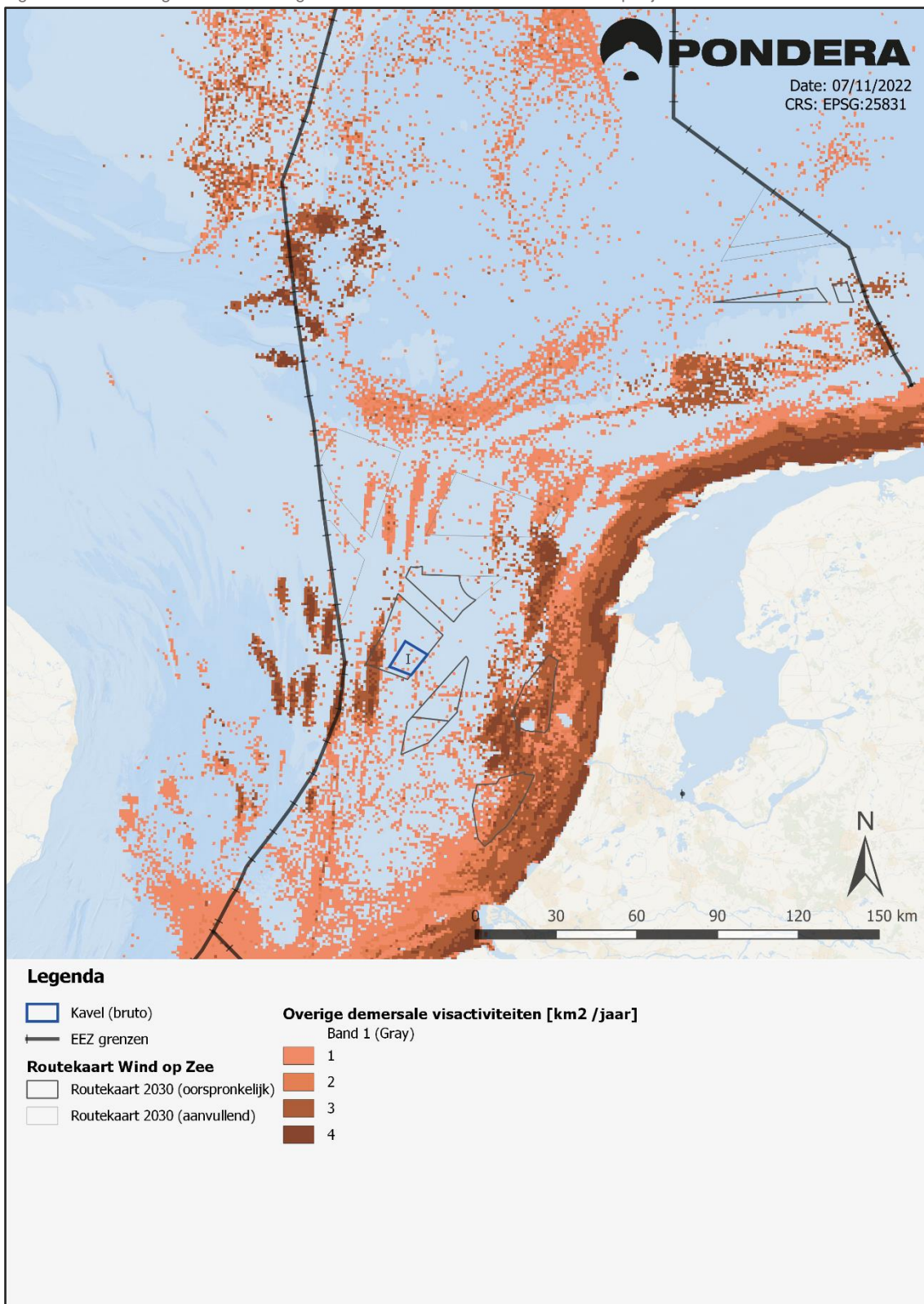
Figuur 10.7 Bevissingsintensiteit kreeft. Gemiddeld aantal beviste km² per jaar tussen 2008 tot en met 2015.⁸⁵



Figuur 10.8 Bevissingsintensiteit tong. Gemiddeld aantal beviste km² per jaar tussen 2008 tot en met 2015.⁸⁵



Figuur 10.9 Bevissingsintensiteit overig demersale vis. Gem. aantal beviste km² per jaar tussen 2008 tot en met 2015.⁸⁵



Autonome ontwikkeling

Voor de Nederlandse visserij zijn autonome ontwikkelingen relevant. Het kan daarbij gaan om verdere gebiedssluitingen, of ontwikkelingen die op een andere manier beperkingen vormen. Verdere gebiedssluitingen zijn voorzien met de komst van toekomstige windparken op de Noordzee, waarvoor binnen het NCP momenteel meerdere gebieden zijn aangewezen. Daarnaast is er mogelijk sprake van extra gebiedssluitingen voor bodemberoerende visserij op basis van Natura 2000 en de Kaderrichtlijn Mariene strategie en een mogelijke sluiting van de Britse EEZ in 2025 als gevolg van de Brexit-deal. Een andere beperking die voortkomt uit de Brexit-deal, is de voorwaarde dat Europese vissers een deel van de vangst uit de Britse EEZ af moeten staan.

Omdat de negatieve gevolgen van de Brexit voor de visserijsector groot kunnen zijn, wordt er gewerkt aan drie subsidieregelingen die vanuit de Europese Unie met het Brexit Adjustment Reserve (BAR) gefinancierd worden^{87,88}. Vanuit de BAR wordt een bedrag van €200 mln. beschikbaar gesteld voor de visserijsector. Circa driekwart hiervan wordt besteed aan het saneren van vissersvaartuigen voor vissers die stoppen (SVV). Het overige deel is beschikbaar als steun voor inkomensverlies dat geleden is in het eerste kwartaal van 2021 (SIV) en voor het mogelijk gedwongen stilliggen als gevolg van de Brexit in de jaren 2021, 2022, en 2023 (VSB).

Momenteel ondervindt de visserijsector ook gevolgen van de in 2022 sterk gestegen brandstofprijzen. Brandstof is voor een kottervisser de grootste kostenpost en een stijging heeft direct effect op de winsten. Sommige kottervissers zijn hierdoor gedwongen periodes aan wal te blijven⁸⁹. De sector kwam zelf met een tijdelijke tegemoetkoming⁹⁰. Tussen 17 maart en 2 mei 2022 kregen kottervissers een brandstoftoeslag. Deze bedroeg 75 cent per kilo tong, tarbot en griet, en 20 cent per kilo voor de overige, goedkopere vissoorten.

Deze ontwikkelingen vinden plaats binnen een transitie naar een duurzame energie- en voedselvoorziening en het verder versterken van mariene ecosystemen. Deze ontwikkelingen, maar ook de aanlandplicht die sinds enkele jaren van kracht is, oefenen druk uit op de visserijsector. Die zet op zijn beurt aan tot een transitie naar een toekomstbestendige, duurzame visserijsector. Deze transitie is belangrijk voor het voortbestaan van de sector. In de Nationale Omgevingsvisie 2020⁹¹ en het Programma Noordzee wordt visserij gezien als een activiteit van nationaal belang.

Er is ruimte voor innovatie in vangsttechnieken die de bodem minder beroeren en onbedoelde bijvangst verminderen. Lichtere vistuigen leiden tot forse besparingen op het brandstofverbruik. Ook met de trawlvisserij (twinrig, quadrig en outrig) en de ankerzegenvisserij zijn voordelen te behalen ten opzichte van de reguliere kottervisserij. Die maakt vooral gebruik van de traditionele boomkor met wekkerkettingen.

⁸⁷ Adriaansens, M. 11 februari 2022, Kamerbrief: Publicatie verordening Brexit Adjustment Reserve en nationale Invulling, Minister van Economische Zaken en Klimaat, <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/02/11/kamerbrief-over-publicatie-verordening-brexit-adjustment-reserve-en-nationale-invulling>, geraadpleegd in juni 2022

⁸⁸ Vissersbond, Ontwikkelingen sanering vanuit BAR, <https://www.vissersbond.nl/ontwikkelingen-sanering-vanuit-bar/>, geraadpleegd in juni 2022

⁸⁹ Vissersbond, Brandstofprijscrisis kottervisserij, <https://www.vissersbond.nl/brandstofprijscrisis-kottervisserij/>, bron geraadpleegd in juni 2022

⁹⁰ Omroep Flevoland, Brandstoftoeslag moet kottervissers weer laten uitvaren. <https://www.omroepflevoland.nl/nieuws/277623/brandstoftoeslag-moet-kottervissers-weer-laten-uitvaren>, bron geraadpleegd in juni 2022

⁹¹ Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Nationale Omgevingsvisie, 2020.

Binnen toekomstige windparken wordt voortaan ook de mogelijkheid tot passieve visserij en maricultuur onderzocht.

10.4.2 Effectbeschrijving

Kader 10.1 Invloed huidige economische ontwikkelingen op effecten⁹²

Invloed huidige economische ontwikkelingen op effecten

Op het moment van schrijven heeft de (kotter)visserij te maken met een grote toename van de brandstofprijzen. De financiële bevindingen in de hieronder beschreven resultaten zijn daarom niet geheel representatief voor de huidige, uitzonderlijke situatie.

Waarde van windenergiegebieden voor de Nederlandse demersale visserij

In 2019 is de economische waarde van de windenergiegebieden onderzocht die zijn opgenomen in de oorspronkelijke routekaart 2030, voor de Nederlandse demersale visserijsector in de periode van 2010 tot 2017⁹³. De gebieden dragen gemiddeld € 1,52 mln. per jaar bij aan de bruto toegevoegde waarde (nettoresultaat plus afschrijvingen, rente, lonen en sociale lasten) van de Nederlandse kottervisserij. Dat is 1,36% aan de Nederlandse kottersector in zijn geheel en 2,65% aan de Nederlandse kottersector op het NCP. Deze bijdrage varieerde sterk in de onderzochte periode; van € 1,0 tot € 2,5 mln. per jaar. Dit geeft een indicatie van de onzekerheid van de waarde van deze gebieden voor de demersale visserij. De toegevoegde waarde van het in 2018 oorspronkelijk aangewezen windenergiegebied IJmuiden Ver bedroeg gemiddeld € 0,35 mln.

Tabel 10.4 geeft de in het onderzoek verkregen karakteristieken voor verschillende windenergiegebieden weer. De aanduiding kW-dag is een indicatie voor de intensiteit van de visactiviteiten op basis van de hoeveelheid motorvermogen (in kW) aanwezig per locatie per dag.

Tabel 10.4 Karakteristieken van de visserijactiviteiten over de periode 2010 – 2017 binnen de windenergiegebieden van de routekaart 2030 uit 2018.

Kenmerk	Borssele	HKN	HKZ	IJV	HKW	TNW
Aanlanding in kg. per kW-dag	1,67	1,87	1,88	1,99	1,64	1,69
Opbrengst in € per kW-dag	7,86	7,47	7,59	6,89	6,02	6,57
Opbrengst in € per kg	4,72	4	4,03	3,46	3,67	3,9
Bruto toegevoegde waarde in mln. euro	0,41	0,3	0,22	0,35	0,22	0,03
Bruto toegevoegde waarde per kW-dag	3,19	3,11	3,18	2,71	2,31	2,51
Bruto toegevoegde waarde per kg.	1,91	1,67	1,69	1,36	1,41	1,49
Gemiddelde inspanning in kW-dagen per km ²	954	351	442	315	267	88
Gemiddelde aangelande kg.'s per km ² (vangst)	1.590	656	831	628	438	149

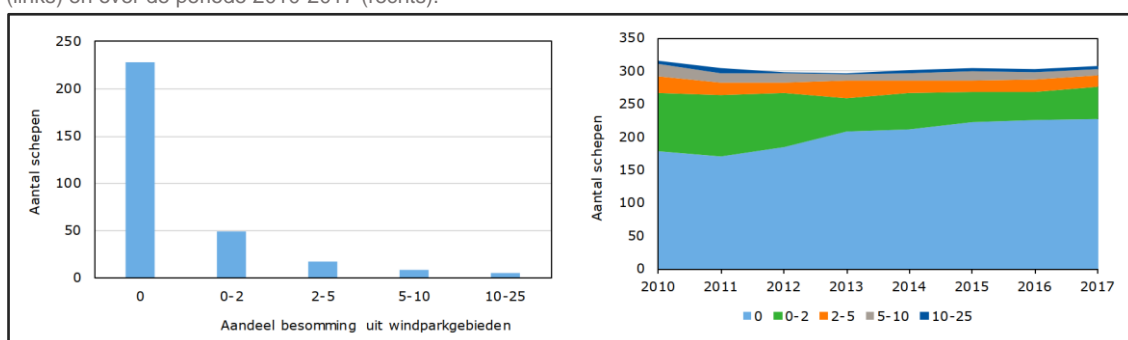
⁹² Bron: <https://www.wur.nl/nl/nieuws-wur/Show/Oorlog-in-Oekraïne-Vooral-visssers-op-grote-boomkor-en-twinrigschepen-leiden-verlies-door-hoge-brandstofprijzen.htm>. Geraadpleegd september 2022.

⁹³ Wageningen Economic Research, 2019 Wind op Zee: bepaling van de waarde van geplande windparkgebieden voor de visserij. Mol, Arie; Oostenbrugge, Hans van; Röckmann, Christine; Hintzen, Niels

Kenmerk	Borssele	HKN	HKZ	IJV	HKW	TNW
Gemiddelde opbrengst in € per km ²	7.506	2.626	3.351	2.172	1.609	581
Gemiddelde bruto toegevoegde waarde per km ²	3.042	1.094	1.406	853	617	222

De algemene afhankelijkheid van de aangewezen windenergiegebieden voor de opbrengst (besomming⁹⁴) van individuele schepen is laag (Figuur 10.10). Van de schepen is 95% voor hooguit 5% van zijn opbrengst afhankelijk van deze windenergiegebieden. Voor 3% van de schepen is dat tussen de 5 - 10%, en voor 2% van de schepen is dat tussen de 10 - 25%.

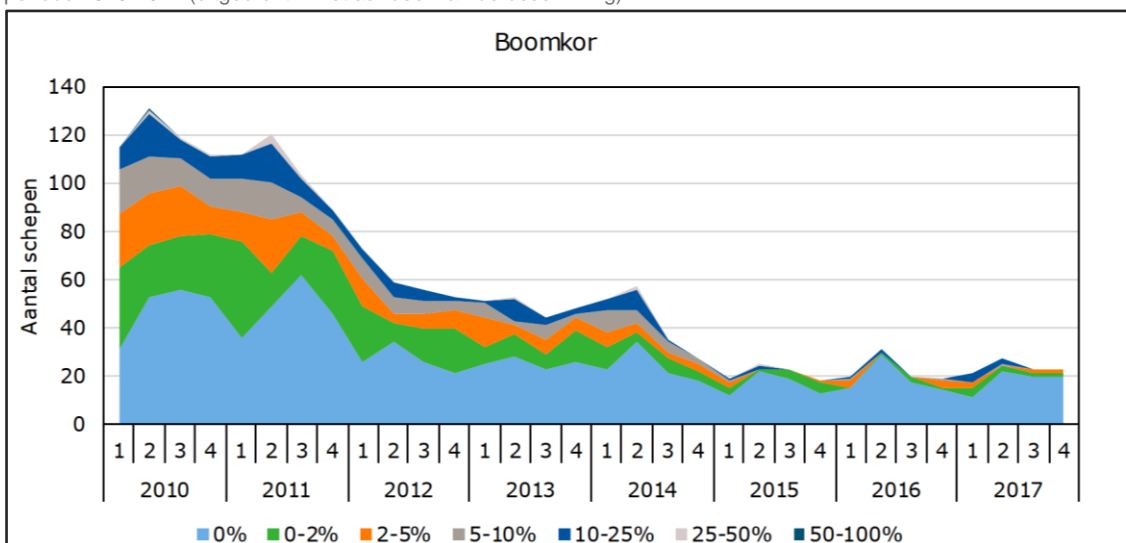
Figuur 10.10 Aantal schepen naar afhankelijkheid voor de visserij in de onderzochte windenergiegebieden in 2017 (links) en over de periode 2010-2017 (rechts).



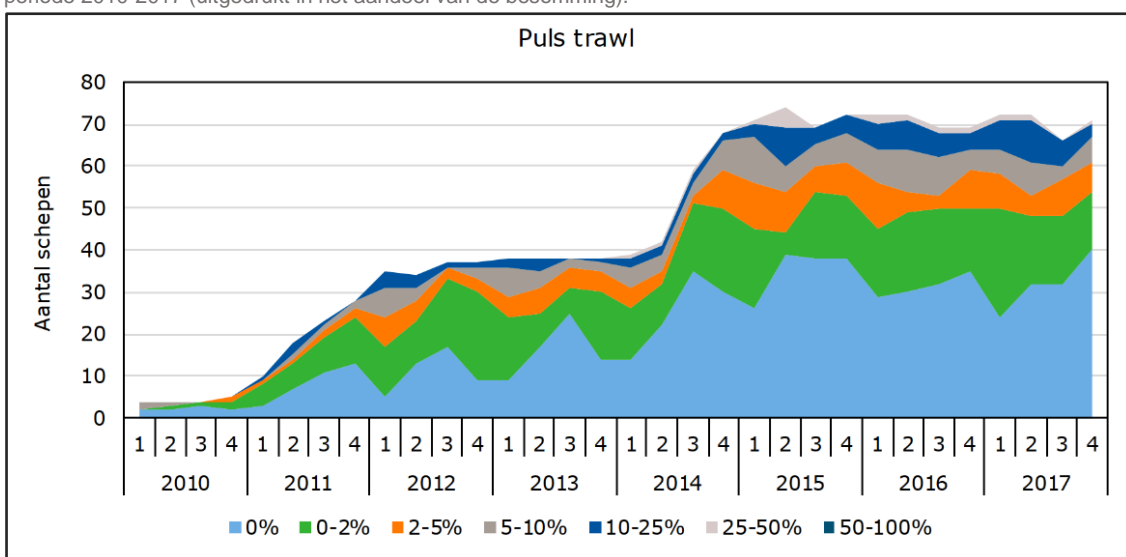
Deze afhankelijkheid verschilt per type visserij. Vooral binnen de boomkorvisserij en puls trawl zijn individuele schepen voor hun opbrengst afhankelijk van de windenergiegebieden (Figuur 10.11, Figuur 10.12 en Figuur 10.13). Voor de flyshoottuigen (schotse zegen of snurrevaadvisserij) is dat alleen in de zomermaanden het geval.

⁹⁴ Onder besomming wordt van oudsher verstaan de opbrengst van een visreis of die van het totaal der opbrengsten van een visseizoen of teelt.

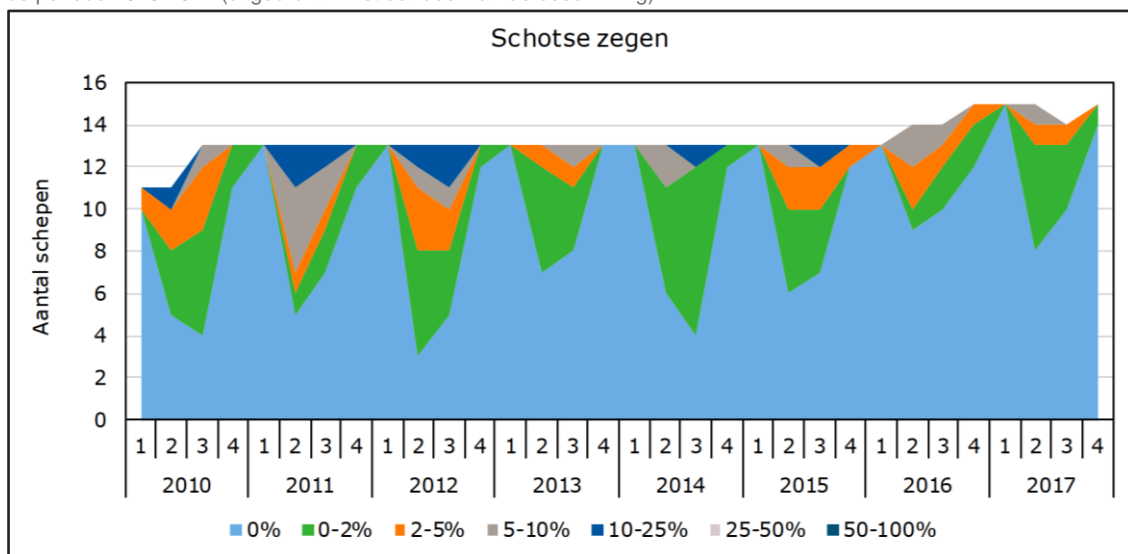
Figuur 10.11 Afhankelijkheid van de onderzochte windenergiegebieden van schepen die vissen met de boomkor in de periode 2010-2017 (uitgedrukt in het aandeel van de besomming).



Figuur 10.12 Afhankelijkheid van de onderzochte windenergiegebieden van schepen die vissen met de pulskor in de periode 2010-2017 (uitgedrukt in het aandeel van de besomming).

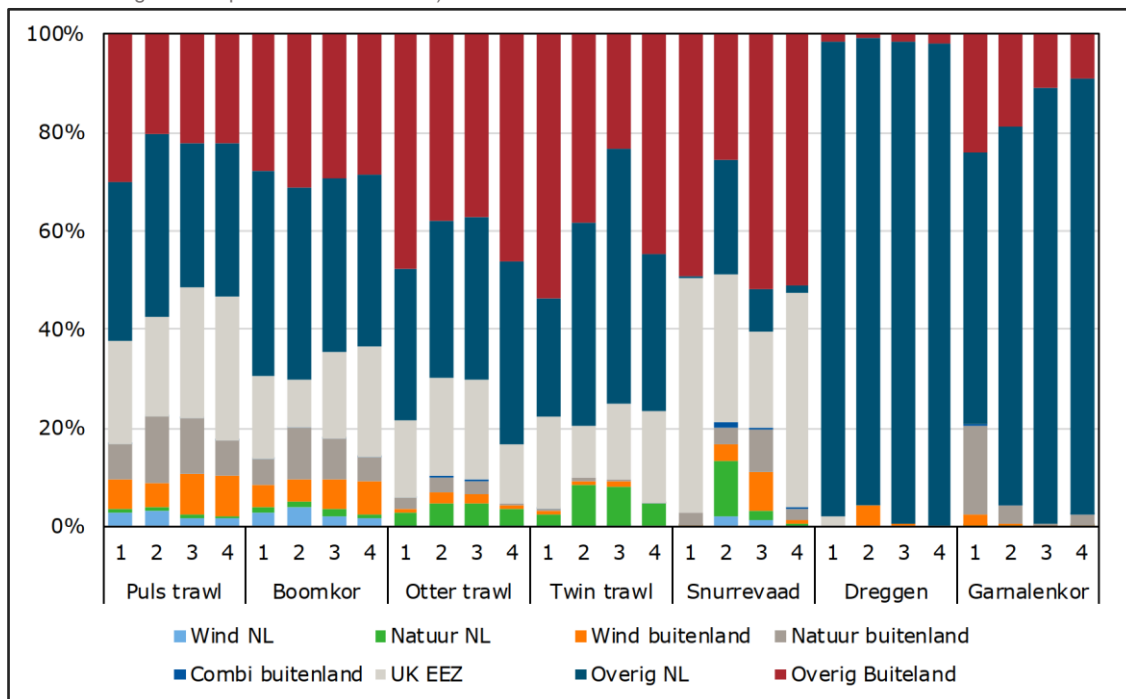


Figuur 10.13 Afhankelijkheid van de onderzochte windenergiegebieden van schepen die vissen met de flyshoottuig in de periode 2010-2017 (uitgedrukt in het aandeel van de besomming).



In het overzicht in Figuur 10.14 is de afhankelijkheid als percentage van de opbrengst van de Nederlandse demersale visserij per kwartaal voor verschillende type gebieden in het Nederlandse en buitenlandse deel van de Noordzee weergegeven. Het aandeel van de Nederlandse windenergiegebieden (in de tabel aangeduid als 'Wind NL') vormt slechts een klein aandeel in de afhankelijkheid van de demersale visserij.

Figuur 10.14 Afhankelijkheid van de opbrengst van de Nederlandse demersale visserij in de 4 kwartalen van verschillende typen gebieden in het Nederlandse en buitenlandse deel van de Noordzee (op basis van het aandeel in de besomming over de periode 2010 tot 2017).



Gezien de beperkte omvang van het areaal aan windparken op het NCP kan er verwacht worden dat er voor de meeste vissers voldoende alternatieven zijn om eenzelfde hoeveelheid vis buiten de windenergiegebieden te kunnen vangen.

De waarde van kavel I in windenergiegebied IJmuiden Ver voor de Nederlandse demersale visserij is ingeschat en weergegeven in Tabel 10.5. Deze is verkregen door de data in Tabel 10.4 te vermenigvuldigen met de kaveloppervlakte.

Tabel 10.5 Schatting van de waarde van Kavel I voor de Nederlandse demersale visserij in de periode 2010 – 2017.

Kavel	I (bruto ruimte)
Oppervlakte	93,08 km ²
Gemiddelde inspanning per jaar	29.320 kW-dagen
Gemiddelde aangelande kg.'s per jaar (vangst)	58.454 kg
Gemiddelde opbrengst per jaar	€ 202.169
Gemiddelde bruto toegevoegde waarde per jaar	€ 79.397

Zowel pelagische als demersale visserij is niet toegestaan binnen windenergiegebieden. De effecten op de demersale visserij zijn op een hoger detailniveau beschreven dan die op de pelagische visserij, omdat demersale visserij naar verwachting meer effecten ondervindt. Demersale vissersschepen kunnen minder ver en lang uitvaren op zee en hebben daardoor een kleiner areaal aan beschikbare visgronden dan pelagische vissersschepen.

Effecten van omvaren

In mei 2019 zijn de kansen, risico's en kosten voor de demersale visserij onderzocht, wanneer die niet is toegestaan binnen windenergiegebieden van de oorspronkelijke routekaart 2030⁹⁵. Door deze gebiedssluitingen moeten vissers verder (om)varen om hun vangsten gelijk te houden. De kosten hiervan worden geschat op € 0,4 mln. tot € 1,7 mln., waarbij 160 van de 289 schepen zullen moeten omvaren. Dit komt neer op 1,4 – 5,8% van de nettowinst van de 160 omvarende schepen. De kosten van omvaren zijn hierbij gebaseerd op de situatie, waarin de nettowinst van € 54 mln. voor de hele sector evenredig is verdeeld over alle schepen.

Hierbij is het uitgangspunt gehanteerd dat visserijactiviteiten door visquota beperkt zijn en vissers zullen omvaren om hun visquota volledig te behalen. Ze zullen daardoor meer tijd en kosten maken voor het behalen van dezelfde omzet. Visquota worden de laatste jaren niet altijd gehaald en in de Brexit-deal is afgesproken dat Europese landen een deel van hun quota aan Engeland moeten afstaan. Ook is er aangenomen dat er geen doorvaartpassages worden aangebracht binnen windparken.

Effectbeoordeling

Effecten tijdens de exploitatie

De totale oppervlakte van kavel I bedraagt 93,08 km². Dit betekent dat, gelet op het huidige beleid en gezien de grootte van het NCP (57.000 km²), circa 0,16% van het NCP (aanvullend) onbereikbaar wordt voor de visserij. Het totale bevisbare oppervlak op het NCP is echter wel kleiner dan 57.000 km², aangezien niet alle ruimte beschikbaar is door andere gebiedssluitingen. Zie ook paragraaf 10.17 over de cumulatieve effecten.

Recente vangstgegevens laten een beperkte omvang aan demersale visvangst zien. Daarbij is gebleken dat demersale visserij, in tegenstelling tot de pelagische visserij, vist in gebiedsafhankelijke visbestekken. Het is daarom aannemelijk dat niet elk type visserij dezelfde effecten zal ondervinden als gevolg van deze gebiedssluiting. Binnen kavel I liggen voor de demersale visserij geen hotspots.

Kijkend naar de locatieafhankelijkheid van individuele schepen die momenteel vissen binnen windenergiegebied IJmuiden Ver, kan het windpark in individuele gevallen een grotere beperking veroorzaken voor bepaalde type visserijschepen. Dit is te verwachten voor boomkorschepen en in mindere mate voor schepen uitgerust met flyshoottuigen

Het verlies aan visgronden zal een geringe toename van de visserijdruk op de resterende visgronden veroorzaken. Hierdoor zal de vangstefficiëntie van een schip mogelijk kleiner worden. Hoewel het effect lastig te kwantificeren is, zal het naar verwachting gering zijn. Het windpark zal er ook toe leiden dat vissersschepen meer moeten (om)varen. De toename van de vaartijd van vissersschepen is moeilijk in te schatten, omdat de visserijsector niet altijd van vaste vaarroutes gebruik maakt.

De effecten van het windpark op de visserij worden voor kavel I licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar, bij ongewijzigd beleid, geen invloed op. Daarbij moet opgemerkt worden dat de effecten op de demersale visserij een grotere onzekerheid kennen door een hogere gebiedsafhankelijkheid in vergelijking met de pelagische visserij.

⁹⁵ Ecorys, Kansen, risico's en kosten voor de visserij bij toestaan sleepnetvisserij in windenergiegebieden Eindrapportage, Rotterdam, 30 juli 2019.

Effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud

De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windpark hebben bij ongewijzigd beleid geen andere gevolgen voor de visserij dan tijdens de exploitatie, omdat deze activiteiten zich binnen hetzelfde gebied afspelen. De tijdelijke toename van scheepvaartbewegingen tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering zijn ten opzichte van de normale scheepvaart zeer klein; de visserij wordt hierdoor niet extra belemmerd. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

10.5 Mijnbouw

Mijnbouw vindt verspreid over het NCP plaats, op locaties waar olie- en gas in de zeebodem worden opgespoord of gewonnen. Bij het opsporen van olie en gas worden seismische onderzoeken uitgevoerd om de kansrijke locaties te bepalen waar boorputten geslagen kunnen worden. Van daaruit wordt er met gestuurde boringen gezocht naar olie- of gasvelden. Om deze vervolgens te winnen, wordt er vanaf de boorput een pijpleiding aangelegd naar een mijnbouwplatform met daarop de juiste faciliteiten.

Opsporings- en winningsvergunningen bepalen door wie deze activiteiten uitgevoerd mogen worden en binnen welke gebieden op het NCP dat mag.

Een windpark vormt een fysiek obstakel en beperkt de ruimte die voor deze mijnbouwactiviteiten nodig is. Er gelden rondom verschillende mijnbouwfaciliteiten zones waarbinnen geen windturbines geplaatst mogen worden. Bij de (netto)verkaveling is hier reeds rekening mee gehouden, waardoor de effecten in beginsel al beperkt worden. De effecten op pijpleidingen worden in paragraaf 10.10 onderzocht.

10.5.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Figuur 10.15 laat de ligging van de kavel ten opzichte van deze mijnbouwactiviteiten zien. Binnen het hele windenergiegebied IJmuiden Ver, en daarmee ook kavel I, zijn geen opsporings- of winningsvergunningen uitgegeven. Circa 5 kilometer te oosten van kavel I ligt een gebied (P06a) waarvoor een winningsvergunning is toegewezen. Binnen de kavel liggen wel verschillende verlaten boorputten als gevolg van boringen in het verleden, maar er liggen geen mijnbouwplatforms en -werken of olie- en gasvelden. Direct ten oosten van de kavel ligt een onontwikkeld gasveld (P06-Northwest).

10.5.2 Effectbeschrijving

De kavel vormt geen beperking voor houders van opsporings- of winningsvergunningen of exploitatie van olie- of gasvelden, omdat deze op voldoende afstand buiten de kavel liggen. Wel liggen er op vier locaties verschillende verlaten boorputten waar rekening mee gehouden dient te worden bij de aanleg. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

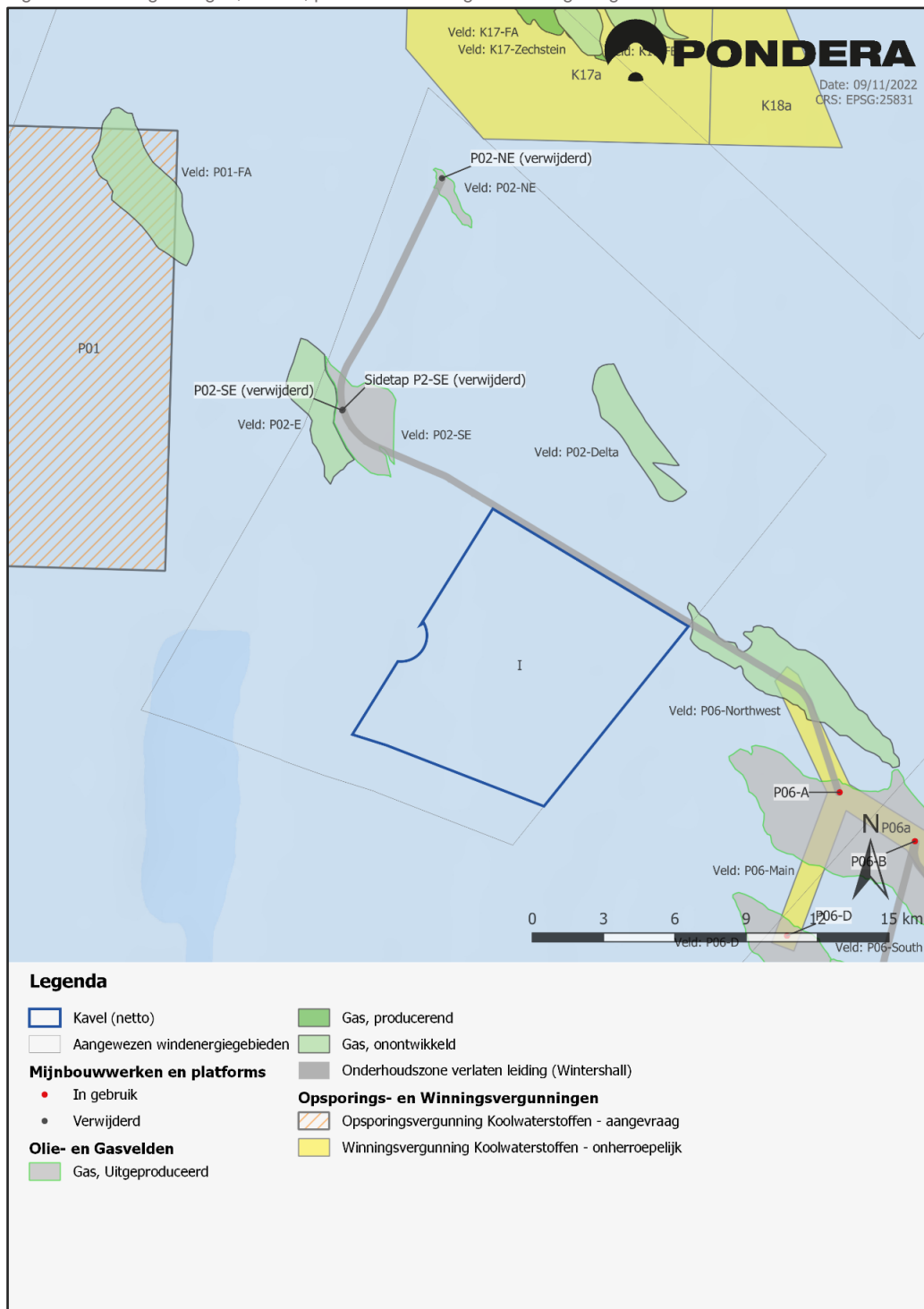
In de toekomst is mogelijk ook sprake van CO₂-opslag in gasvelden binnen windenergiegebied IJmuiden Ver of in de omgeving daarvan. Op dit moment zijn deze ontwikkelingen niet concreet genoeg om deze in de effectbeoordeling mee te nemen. Als er specifieke ontwikkelingen komen zullen die in een eigen m.e.r. procedure moeten onderzoeken of CCS veilig is te combineren met de bouw van windparken op zee.

Effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud

De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windpark hebben bij ongewijzigd beleid geen andere gevolgen dan tijdens de exploitatie, omdat deze activiteiten zich binnen hetzelfde gebied afspelen. De

tijdelijke toename van scheepvaartbewegingen die hierbij plaatsvindt is ten opzichte van de normale scheepvaart zeer klein en vormt geen extra belemmering. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Figuur 10.15 Vergunningen, velden, platforms en boorgaten in omgeving van kavel I.



Brondata: NLOG, update juni 2022 en navraag bij Wintershall t.a.v. Sidetap P2-SE

10.6 Luchtvaart

Het luchtruim boven het NCP wordt door de luchtvaart gebruikt voor vliegtuig- en helikoptervluchten. Het gaat dan vooral om burgerluchtvaart van en naar luchthavens, zoals Schiphol of Rotterdam Airport. Daarnaast is er, met name vanuit Den Helder, sprake van helikopterkeer van en naar offshore platforms, of reddingsoperaties van de kustwacht. Ook zijn er speciale gebieden aangewezen waar oefeningen voor militaire luchtvaartactiviteiten mogen plaatsvinden. Voor al deze activiteiten vormt een windpark een potentieel fysiek obstakel dat de minimale vlieghoogte kan beperken. Omdat er slechts zeer beperkt recreatief luchtvaartverkeer boven het NCP plaatsvindt, worden de effecten van het windpark daarop niet onderzocht.

10.6.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Het luchtruim is verdeeld in verschillende soorten luchtruime, die ook wel airspace worden genoemd. Elke soort luchtruim heeft zijn eigen klasse, waarbij verschillende regels en beperkingen gelden die verkeersleiders en piloten moeten navolgen.

Binnen het hele Nederlandse luchtruim zorgen luchtverkeersleiders voor een vlotte, ordelijke en veilige luchtverkeersstroom. Ze gebruiken daarvoor Alerting services (ALRS) en Flight Information Services (FIS). Het luchtruim boven het Nederlands grondgebied en een groot deel van de Noordzee valt binnen de Amsterdam Flight Information Region (FIR). Hierin bestaan verschillende klassen luchtruim, genaamd A tot en met G. Binnen een luchtruim van klasse A gelden de strengste regels en binnen G de minst strenge.

Het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt binnen het luchtruim Amsterdam CTA West van klasse A. Hierbinnen heeft de vlieghoogte van IFR-verkeer (Instrumentvliegvoorschriften) een onderlimiet van 1.675 meter (FL055, 5.500 voet) en een bovenlimiet van 5.950 meter (FL195, 19.500 voet)⁹⁶. Omdat het een klasse A luchtruim is, zorgt de betreffende verkeersleiding, het Amsterdam Area Control Center, ervoor dat het aan de volgende kenmerken voldoet:

- controlled: een verkeersleider is verantwoordelijk voor het verkeer in dit luchtruim;
- separatie: er wordt door de verkeersleiding separatie tussen alle vliegtuigen toegepast;
- radiocontact en ATC-clearance is verplicht (indien controller online is);
- Visual Flight Rules (VFR, vluchten op zicht) zijn in principe niet toegestaan binnen dit luchtruim.

VFR-verkeer mag, onder dit luchtruim, lager vliegen dan het IFR-verkeer, maar dient gebruik te maken van de beschikbare kruisniveaus in het betreffende luchtruim. Deze hebben elk een separatie van 1.000 voet. Wanneer het laagste kruisniveau niet beschikbaar is, bijvoorbeeld door risicovolle weersomstandigheden (ijsvorming), of de aanwezigheid van obstakels binnen de separatiezone (windturbines), moet op het eerstvolgende kruisniveau gevlogen worden.

⁹⁶ Binnen de luchtruimindeling en luchtlagen wordt onderscheid gemaakt in 'flight levels' (FL) of vliegniveaus. Het vliegniveau geeft de hoogte aan waarop een vliegtuig zich voortbeweegt, waar het naar toe klimt of daalt met referentie tot de standaarddruk van de Internationale Standaard Atmosfeer. Rekenend vanaf deze standaard met hoogte 0 worden de standaard vliegniveaus uitgedrukt per 100 voet. FL010 betekent 1000 voet boven de standaard, FL100 10.000 voet, FL195 19.500 voet en FL460 46.000 voet.

Burgerluchtvaart

Binnen de Amsterdam CTA mag burgerluchtvaart vliegen volgens de instrumentvliegvoorschriften. Volgens het Besluit Luchtverkeer 2014 en Verordening EU nr. 923/2012 geldt daarom dat er binnen een straal van 8 kilometer rondom een obstakel minimaal circa 305 meter (1.000 voet) tussen het luchtvaartuig en het hoogste punt van het obstakel moet zitten.

Helikopterverkeer

Zoals aangegeven in paragraaf 3.3.2 en 3.3.4 is op de platformen van net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta een helideck voorzien. In de definitieve (netto) kavelgrenzen van windenergiegebied IJmuiden Ver is hier rekening meegehouden. Dit is in overleg met TenneT gedaan om de helikopterbereikbaarheid van de platformen te waarborgen.

Door windenergiegebied IJmuiden Ver en de kavels I en II loopt de Helicopter Main Route (HMR) KY650. Binnen deze aanvliegroute vliegen helikopters relatief laag boven de zeespiegel met een vlieghoogte van circa 450 tot 900 meter (1.500 tot 3.000 voet). Ze kennen geen vastgelegde breedte, maar er wordt aangegeven dat niet meer dan 3,7 km (2 nautische mijl, NM) van een HMR afgeweken mag worden⁹⁷.

Naast HMR's zijn er voor de veiligheid van helikopteroperaties Helicopter Traffic Zones (HTZ) en Helicopter Protected Zones (HPZ) aangewezen als bijzondere luchtverkeersgebieden. HTZ's gelden tot op 9,2 km (5 NM) vanaf een enkel boor- of productieplatform met een helidek. Ze dienen ter verhoging van het veiligheidsbewustzijn onder piloten en daarmee ter bescherming van helikopters die manoeuvres uitvoeren bij de nadering of het vertrek. HPZ's hebben hetzelfde doel en gelden tot op 9,2 km (5 NM) vanaf twee of meer naastgelegen boor- of productieplatforms met helidek, zodat helikopters veilig tussen deze platforms kunnen manoeuvreren. Zowel een HTZ als een HPZ maakt vliegverkeer mogelijk met een vlieghoogte vanaf het gemiddelde zeeniveau (MSL) tot maximaal circa 600 meter (2.000 voet). Binnen de kavel of het windenergiegebied IJmuiden Ver vallen geen HTZ's of HPZ's. De enige HPZ in de directe omgeving ligt op korte afstand ten oosten van Kavel I, die via HMR KY650 aangevlogen wordt.

Vliegbewegingen van de kustwacht (SAR)

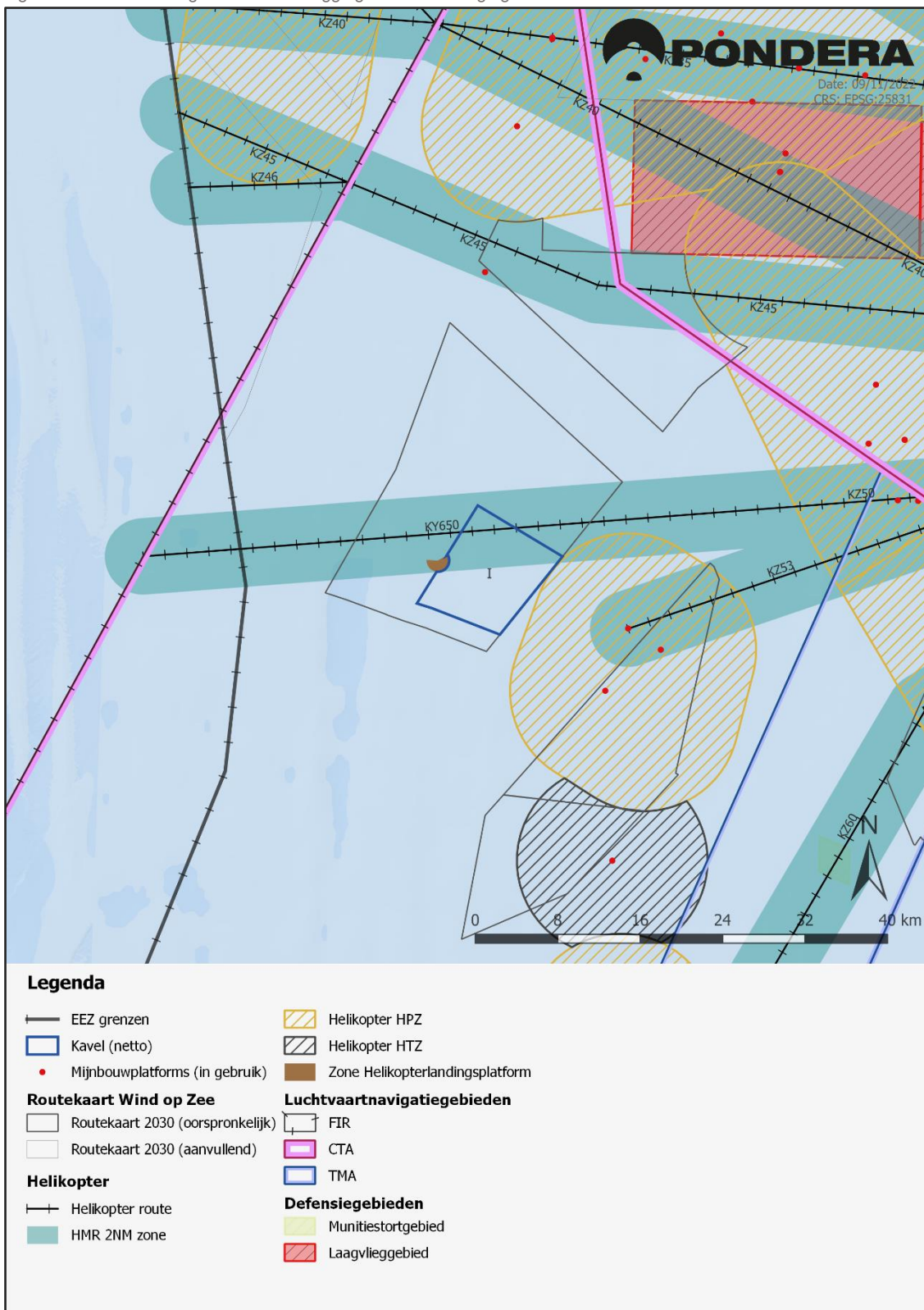
De Kustwacht coördineert de dienstverlening aan en handhaving van het scheepvaartverkeer op de Noordzee. Daarvoor maakt zij onder andere gebruik van vliegtuigen. De routes en vlieghoogtes van deze zogenaamde vliegende eenheden zijn afgestemd op de op zee aanwezige installaties, zoals boorplatforms. Deze vliegbewegingen mogen uitgevoerd worden op elke vlieghoogte tot 1.000 voet (circa 300 m). Daarnaast worden ook SAR (search and rescue)-operaties uitgevoerd om mensen in nood te helpen. Deze reddingsoperaties worden vooral uitgevoerd met boten en in mindere mate met helikopters. De coördinatie van de SAR-operaties gebeurt vanuit het Kustwachtcentrum in Den Helder.

Militaire luchtvaart

De militaire luchtvaart maakt voor haar oefeningen gebruik van zogenaamde laagvliegzones op de Noordzee (zie onderstaande figuur). Hierin kunnen schietoefeningen op luchtdoelen gehouden worden. Militaire luchtvaartuigen vliegen in de praktijk soms ook buiten deze gebieden op lage vlieghoogtes. De veiligheid van ander gebruik wordt daarbij gewaarborgd. Dit gebeurt alleen op delen van de Noordzee waar geen obstakels aanwezig zijn. Met het oog op toekomstige ontwikkelingen rondom het realiseren van windenergie op zee onderzoekt de Rijksoverheid momenteel of defensiegebieden aan te passen of te verplaatsen zijn.

⁹⁷ Luchtvaartgids, Integrated Aeronautical Information Package, onder ENR 2.2, sub 3.2.1 en sub 3.3.2.3

Figuur 10.16 Luchtvaartgebieden en de ligging van Windenergiegebied IJmuiden Ver.



10.6.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens de exploitatie

Burgerluchtvaart

De maximale tiphoogte van 305 meter zal voor de burgerluchtvaart geen beperking vormen in dit luchtruim (Amsterdam CTA west), omdat de minimale vlieghoogte hier 1.675 meter (FL055, 5.500 voet) is. De effecten ten aanzien van burgerluchtvaart worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Helikopterverkeer

Door het windenergiegebied IJmuiden Ver loopt één HMR (KY650) die Kavel I doorkruist. Binnen de 2 NM zone aan weerszijde van de HMR geldt een minimale vlieghoogte van circa 450 meter (1.500 voet). Er is ook sprake van een separatie-eis van circa 300 meter (1.000 voet). Dit is de minimale verticale obstakelvrije ruimte (verticale separatiezone) die tussen het vliegverkeer en een object op zee moet zitten.

De tiphoogte van turbines binnen de te onderzoeken bandbreedte bedraagt minimaal 261 meter en maximaal 305 meter. Om te voldoen aan een separatie-eis van minimaal 300 meter moet een minimale vlieghoogte van respectievelijk 561 of 605 meter worden aangehouden. Dat betekent dat de minimale vlieghoogte met minimaal 111 meter en maximaal 155 meter moet worden verhoogd. Ter plaatse van het windpark zal helikopterverkeer daardoor moeten uitwijken naar het eerstvolgende kruisniveau van 900 meter hoogte.

Een andere mogelijkheid is om de HMR te verplaatsen, zodat er om het windpark heen gevlogen wordt. Bijvoorbeeld door aan te sluiten op HMR KZ53. Deze zou verlengd kunnen worden om de kavels van IJmuiden Ver ten zuiden te passeren, om van daaruit naar de richting de EEZ-grens verder te lopen. De vliegroute wordt daardoor langer en de reistijd neemt hierdoor toe.

De twee TenneT-platforms die voorzien zijn in windenergiegebied IJmuiden Ver zullen met een helikopterlandingsplatform uitgerust. Om de luchtvaartveiligheid van het helikopterverkeer tijdens het aan- en afvliegen te waarborgen is in overleg met TenneT extra ruimte gereserveerd waarin geen windturbines worden geplaatst. Deze vrij te houden ruimte is in Figuur 10.16 Luchtvaartgebieden en de ligging van Windenergiegebied IJmuiden Ver. Figuur 10.16 weergegeven als zone helikopterlandingsplatform en is meegenomen in de netto verkaveling.

De effecten op het helikopterverkeer worden negatief beoordeeld (effectbeoordeling: -). De reden hiervoor is de overlap met HMR KY650 die het beschikbare luchtruim over een deel van de route in hoogte beperkt. De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar beperkt invloed op, maar leidt niet tot een onderscheidende effectbeoordeling.

Vliegbewegingen in opdracht van de kustwacht (onder andere SAR)

Een windpark kan een belemmering vormen voor het uitvoeren van een SAR-operatie ter plaatse. Dit zou zich kunnen voordoen als een schip het windpark binnenvaart en in de problemen komt. Ook bij een eventuele calamiteit direct naast het windpark kan het windpark een belemmering vormen voor een SAR-operatie. Met name helikopters kunnen hiervan hinder ondervinden. Door het vliegen op lage hoogte vormt de aanwezigheid van windturbines dan een extra risico.

Om de invloed van windturbines op SAR-operaties met helikopters te onderzoeken zijn in 2005 ter plaatse van het windpark North Hoyle (UK) oefeningen met helikopters uitgevoerd.⁹⁸ Tijdens dat onderzoek is aangetoond dat reddingsoperaties vanuit de lucht met name tijdens omstandigheden met beperkt zicht moeilijk zijn (in verband met de slechte zichtbaarheid van windturbines). Daarnaast is in het operationele offshore windpark Luchterduinen een SAR helikopter-test uitgevoerd (Miedema, 2015). Uit deze test blijkt dat:

- SAR-operaties met een helikopter zonder problemen mogelijk zijn bij daglicht en wanneer de windturbines gestopt (en geblokkeerd) zijn, mits de zichtomstandigheden voldoende goed zijn;
- niet uitgesloten wordt dat een SAR-helikopter kan opereren binnen een park, wanneer de turbines niet gestopt zijn. Dit blijft echter wel afhankelijk van de omstandigheden van dat moment en de beoordeling van de piloot;
- er tijdens de test goede communicatie (radioverbinding) was tussen de reddingsboot en helikopter;
- er ook goede communicatie (radioverbinding) was tussen het Kustwachtcentrum en de helikopter, behoudens op een hoogte van 50 voet;
- draaiende turbines mogelijk een negatief effect hebben op de kwaliteit van de radiocommunicatie.

Door onderzoeksbureau To70 is de invloed van zogturbulentie op helikopterverkeer in en nabij windparken op zee onderzocht⁹⁹. In totaal zijn van 440 vluchten de gegevens geanalyseerd, waaruit is gebleken dat er geen onverwachte turbulentie is gerapporteerd als gevolg van de windturbines. Daarom wordt de conclusie getrokken dat helikopteroperaties in en nabij windparken op zee geen limitatie als gevolg van zogturbulentie ervaren. Deze conclusie wordt onderschreven door drie helikopter operators (HeliService, CHC en NHV), die daarbij benadrukken dat helikopteroperaties in en nabij windparken veilig zijn. Een windturbinesilstandsvoorziening is daarom niet nodig bevonden.

De effecten op vliegbewegingen in opdracht van de Kustwacht (o.a. SAR) worden om bovenstaande redenen neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Militaire luchtvaart

De effecten op de militaire luchtvaart worden neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De reden hiervoor is dat windenergiegebied IJmuiden Ver ruim buiten de gebieden ligt die voor militaire activiteiten zijn aangewezen.

Effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud

De effecten tijdens de aanleg, de verwijdering en het onderhoud zijn niet anders dan tijdens de exploitatie. Voor de luchtvaart is het van belang aan te geven waar het windpark is gesitueerd, vanwege de hoogte van turbines. Vanaf de aanleg van het windpark worden turbines ook uitgerust met obstakelverlichting conform de bepalingen van de IALA-richtlijn (IALA Recommendation O-139). In deze richtlijn zijn verschillende opties, met name tussen retro-reflectieve en indirecte verlichting, waarbij de laatstgenoemde de voorkeur heeft.

⁹⁸ Brown, Offshore Wind Farm Helicopter Search and Rescue Trials Undertaken at the North Hoyle Wind Farm, 2005

⁹⁹ Effect of wind turbine wake turbulence on offshore helicopter operations in and around wind farms - HFDM analysis and consultation with helicopter operators, To70, April 2020.

10.7 Zand-, grind- en schelpenwinning

10.7.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Zeezand wordt gebruikt om de kustverdediging te onderhouden of om het land op te hogen in bouw- of infrastructuurprojecten. Het wordt dan toegepast als suppletie-, beton- of metselzand. Dit zand wordt op verschillende plaatsen in de Noordzee gewonnen door vergunninghouders. Zandwinning is aangewezen als een activiteit van nationaal belang. Het is daarom van belang dat de winningslocaties vrij met een schip benaderbaar zijn.

Zand- en grindwinning is toegestaan zeewaarts van de doorgaande NAP-20m dieptelijn. Het gebied tot aan de 12-nautische mijlsgrens is aangewezen als reserveringsgebied voor zand- en grindwinning, waarbinnen gebieden vergund kunnen worden voor zand- of grindwinning. Binnen het reserveringsgebied heeft zandwinning voor kustverdediging en ophoging voorrang op andere activiteiten.

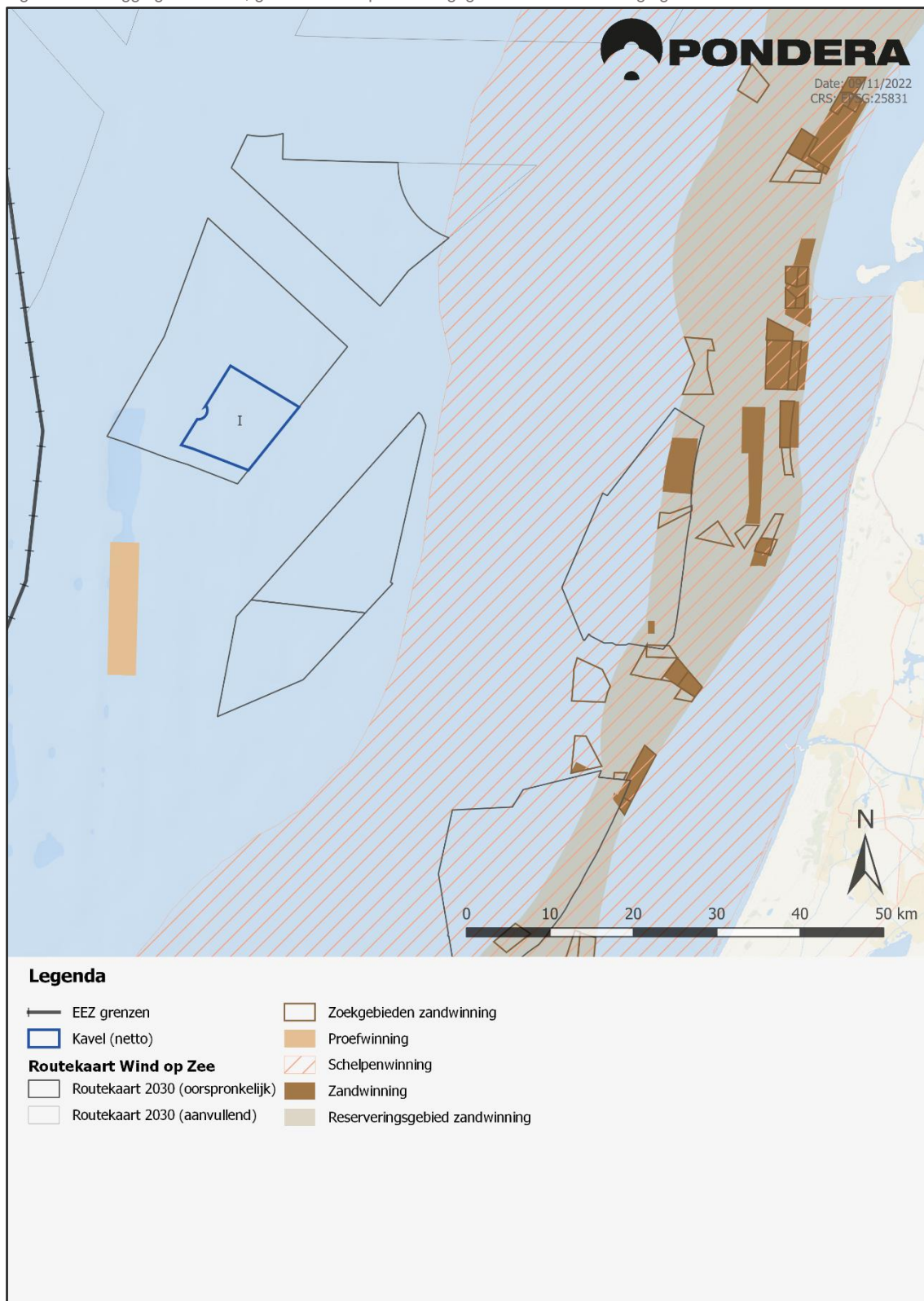
Vrijwel alle actieve winningsgebieden liggen momenteel binnen deze zone, al liggen er op grotere afstand van de kust wel winningszoekgebieden uit het MER Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027. Ver uit de kust, circa 14 kilometer ten zuiden van windenergiegebied IJmuiden Ver, ligt een gebied dat incidenteel is gebruikt voor proefwinningen. Verder zeewaarts van de 12-nautische mijlsgrens is zandwinning ook toegestaan, maar bij 'stapeling' krijgen andere activiteiten van nationaal belang voorrang. Ook is zandwinning hier minder aantrekkelijk door de grotere vaarafstanden.

Schelpenwinning vindt zeewaarts vanaf de NAP-5m dieptelijn tot op de 24-nautische mijlsgrens plaats in hoeveelheden die in overeenstemming zijn met de natuurlijke aanwas. Het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt op circa 16 kilometer vanaf dit gebied. De ligging van windenergiegebied IJmuiden Ver en de kavels is weergegeven in Figuur 10.17.

10.7.2 Effectbeschrijving

De kavel ligt ruim buiten de aangewezen winningsgebieden en vormt daarom geen belemmering. De effecten ten aanzien van zand-, grind- of schelpenwinning worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Figuur 10.17 Ligging van zand-, grind- en schelpenwinningsgebieden en windenergiegebied IJmuiden Ver.



10.8 Baggerstort

10.8.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Op verschillende locaties in de Noordzee wordt bagger verspreid over de zeebodem in baggerstort- en loswallen en in stortvakken. Deze locaties liggen niet ver uit de kust en moeten vooral vrij met een schip benaderbaar zijn. Het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt op circa 60 kilometer van deze locaties.

10.8.2 Effectbeschrijving

De kavel ligt ruim buiten de aangewezen baggerstortlocaties en vormt daarom geen belemmering. De effecten ten aanzien van baggerstort daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

10.9 Scheeps-, wal- en luchtvaartradar

10.9.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Scheepvaart- en walradar

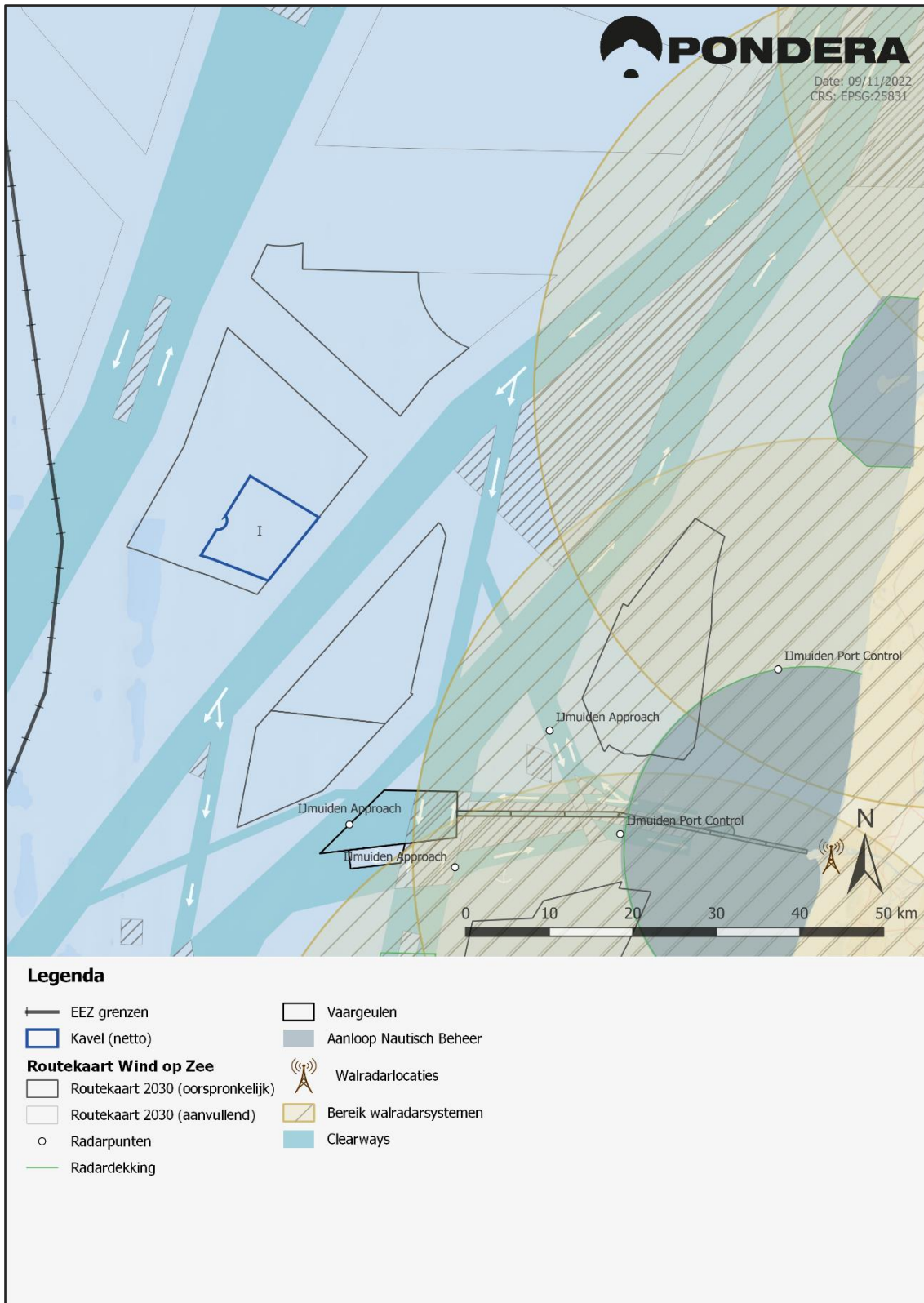
Langs de Nederlandse kust staan verschillende radarposten, onder andere voor de kust bij Den Haag, IJmuiden, Schoorl en Den Helder (zie Figuur 10.18). Deze radarposten worden gebruikt voor de scheepvaartverkeersbegeleiding voor respectievelijk de Rotterdamse en de Amsterdamse haven en door de Kustwacht. Het maximale bereik van deze walradarposten is circa 50 km. Windenergiegebied IJmuiden Ver ligt op circa 70 kilometer vanaf de dichtstbijzijnde walradarpost.

Daarnaast zijn diverse platforms op zee uitgerust met een stand alone radarsysteem. Deze radars zijn niet geïntegreerd in een walradarketen en worden niet meegenomen in de beoordeling in dit MER. Schepen zijn ook uitgerust met radarsystemen ten behoeve van de navigatie. Deze worden wel beoordeeld.

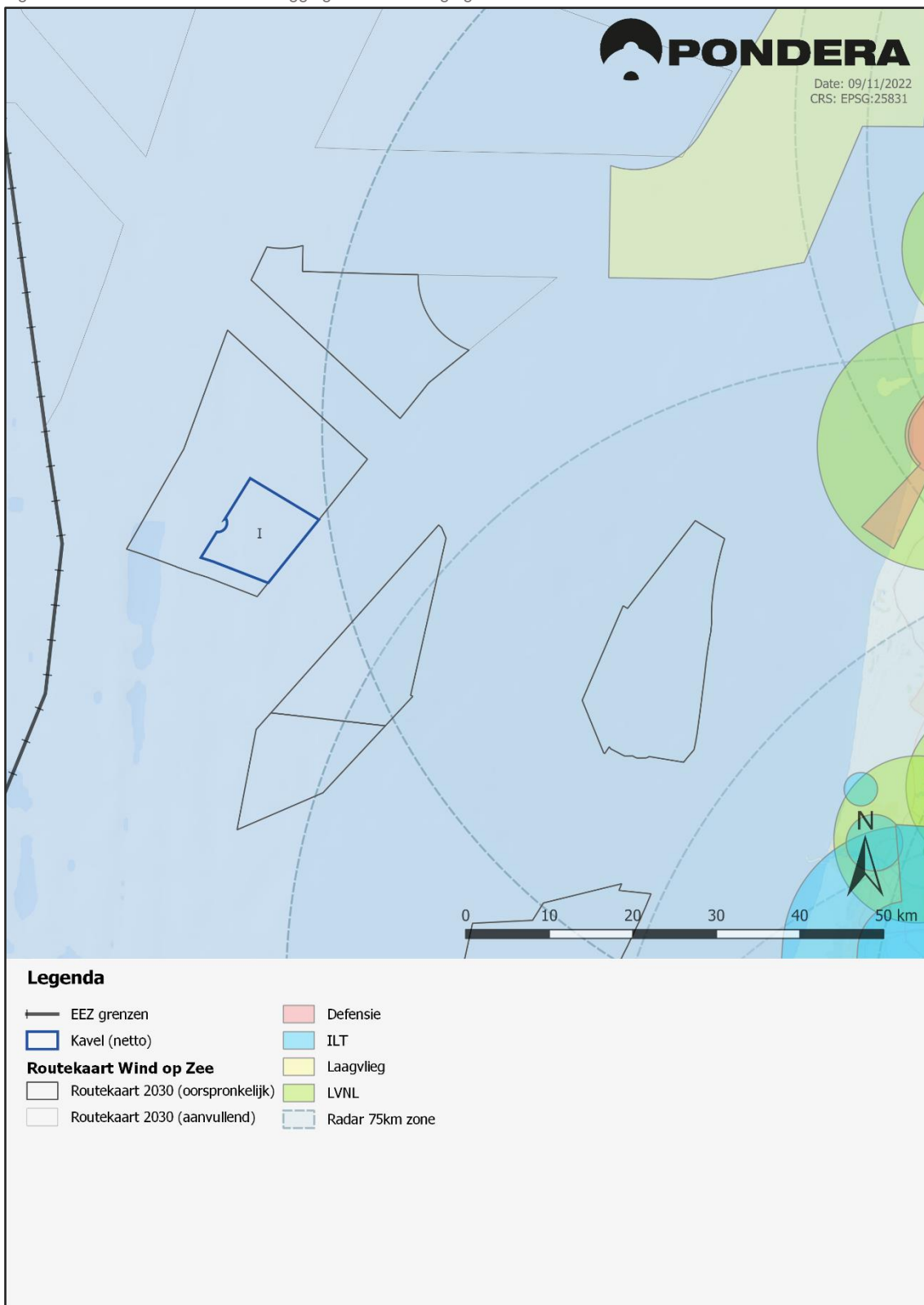
Luchtvaartradar

Verspreid in Nederland staan luchtvaartradarsystemen die ingezet worden bij de luchtverkeersbegeleiding en verdediging van het luchtruim. Rondom deze radarsystemen geldt tot op 75 kilometer afstand een zone met hoogtebeperkingen voor obstakels. De dichtstbijzijnde radar voor de luchtverkeersbegeleiding en -verdediging ligt in Den Helder (de Kooy) op circa 76 kilometer afstand vanaf windenergiegebied IJmuiden Ver (zie Figuur 10.19). Luchtvaartuigen zijn ook uitgerust met radarsystemen ten behoeve van de navigatie. LVNL heeft bevestigd dat de plannen voor de vier windparken (kavel I tot en met kavel IV) geen negatieve invloed hebben op de correcte werking van de communicatie- en surveillanceapparatuur in beheer van LVNL.

Figuur 10.18 Walradarsystemen, het verkeersscheidingssstelsel en de ligging van windenergiegebied IJmuiden Ver.



Figuur 10.19 Luchtvaartradar en de ligging van windenergiegebied IJmuiden Ver.



10.9.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud

Scheepvaart- en walradar

Er treden geen negatieve effecten op voor de werking van de scheepvaartradar tijdens de aanleg- of verwijderingsfase, omdat er voldoende gebruikelijke mitigerende maatregelen zijn. De hoekpunten van het windpark zullen zichtbaar gemaakt worden op het Automatic Identification System (AIS) door de Kustwacht. Hierbij worden virtuele Aid to Navigation (AtoN) berichten uitgezonden. Indien nodig wordt er gedurende de installatieperiode een mistwaarschuwing gegeven door de op dat moment aanwezige wacht- en installatieschepen. Als zij een schip op hun radar en/of AIS zien naderen, dan wordt dit schip opgeroepen en gewaarschuwd. Zo nodig wordt ook de Kustwacht geïnformeerd. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Luchtvaartradar

Er treden geen negatieve effecten op voor de werking van de luchtvaartradar tijdens de aanleg- of verwijderingsfase, aangezien het windenergiegebied buiten de zone van 75 kilometer rondom radarsystemen ligt. Tijdens de aanlegfase van het windpark zullen de gebieden waar constructiewerkzaamheden plaatsvinden, moeten worden gemarkeerd conform de IALA-richtlijn voor maritieme navigatiesystemen (IALA Maritime Buoyage System (MBS)). De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Effecten tijdens de exploitatie

Scheeps- en walradar

Het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt buiten het bereik van de walradarketen en zal hier geen effecten op hebben. Ten aanzien van scheepsradar is het echter aannemelijk dat er effecten op het radarbeeld kunnen ontstaan door windparken. De meest voorkomende effecten zijn dubbele reflecties en het afnemen van de kwaliteit van het radarbeeld. Het bereik, de nauwkeurigheid van het beeld en daarmee de betrouwbaarheid van de radar kunnen daardoor beperkt worden. Hieronder en in hoofdstuk 8 wordt hier verder op in gegaan.

Een windpark kan op verschillende manieren invloed hebben op radarsystemen:

- schaduweffecten: wanneer zich tussen de walradarpost en het te detecteren object (bijvoorbeeld een schip) een windturbine bevindt, ontstaat een schaduwkegel achter de windturbine waardoor het te detecteren object niet of minder op de radar verschijnt;
- valse schaduw door dubbele reflectie: als een windturbine zich nabij de radarpost bevindt, kan een te detecteren object tweemaal worden weergegeven op het radarscherm. De echte weergave komt direct vanaf het te detecteren object, de valse weergave ontstaat door weerkaatsing van echogolven van het te detecteren object vanaf een windturbine in de buurt;
- zijlus-effecten: bij radar treden naast de hoofd- ook zijlussen op. Wanneer windturbines zich in de buurt van de radar bevinden kunnen reflecties ontstaan met deze zijlussen.

Een experiment op de simulator van MARIN¹⁰⁰ heeft geleerd dat de ARPA (Automatic Radar Plotting Aid)-functie van de scheepsradar af en toe de echo van een schip achter het windpark uit het beeld verliest. Dit leidt niet tot gevaarlijke situaties, omdat schepen aan de andere kant van een windpark geen potentieel gevaar vormen. Het wordt pas gevaarlijk wanneer de echo wordt verloren op het moment dat beide

¹⁰⁰ MARIN, Veiligheidsstudie offshore windpark West Rijn; Nieuwe VSS bij Rotterdam, 2006, Rapport Nr. 20232.621 IAS

schepen op dezelfde hoek van het windpark afstevenen. In deze situatie is echter de kans op het verlies van een echo kleiner, omdat het aantal windturbines dat tussen beide schepen in ligt, kleiner wordt naarmate het hoekpunt van het windpark wordt genaderd. Ook de obstakelvrije veiligheidszone van 500 meter rondom het windpark zorgt ervoor dat schepen elkaar bij het naderen van het hoekpunt visueel eerder zien. Voor grotere routegebonden schepen is de afstand tot het windpark groter dan 500 meter en zijn de risico's nog lager.

Onderzoeken gebaseerd op het Engelse offshore windpark 'North Hoyle' komen tot een aantal conclusies met betrekking tot verschillende radar-, navigatie- en communicatieactiviteiten¹⁰¹:

- Global Positioning Systems (GPS): geen bewijs van verstoring van basisontvangst of positionele nauwkeurigheid;
- magnetisch gestuurde kompassen: geen bewijs van kompasafwijking;
- helikopterradar en communicatiesystemen: radiocommunicatie van zee naar een helikopter (en vice versa), communicatie tussen schepen en VHF-communicatie werken correct zonder verstoring. De radardetectie neemt af wanneer schepen binnen 100 meter van een turbine komen. Daar dient rekening mee gehouden te worden tijdens SAR operaties. Reddingsacties bij beperkt zicht vanuit de lucht bleken moeilijk uit te voeren binnen een windpark. Het traceren van een helikopter rond het windpark is moeilijk, vanaf zowel schepen alsook vanaf de radar aan wal;
- het automatische identificatiesysteem (AIS): geconstateerd werd dat dit systeem geheel operationeel blijft op de schepen binnen het windpark;
- het bereik van kleine en grote scheeps- en walradars wordt beperkt. De turbines produceren schaduwgebieden, waardoor andere turbines en schepen niet ontdekt kunnen worden. Slechte weersomstandigheden versterken deze resultaten waarschijnlijk.

Uit deze resultaten blijkt dat met name aandacht aan radarstraalpaden geschonken moet worden. Voor windenergiegebied IJmuiden Ver zijn radarzichtbeperkingen echter beperkt. Het windpark ligt dermate ver uit de kust dat er geen significante invloed meer is op radarsystemen, aanloopgebieden en –routes, inclusief VTS-gebieden.

Voor windpark OWEZ is onderzocht dat het schaduweffect verminderd zou kunnen worden, als de waarnemingen van de sensoren te IJmuiden en te Zandvoort worden gecombineerd. Dit geldt ook wanneer er een extra sensor geplaatst zou worden achter de windturbines¹⁰². Deze sensor zou mogelijk ook op land kunnen worden geplaatst. Om dubbele schijndoelen te onderdrukken is de meest voor de hand liggende oplossing om grotere afstand tussen schip en windturbines te houden. Een afstand van 1.400 meter is hiervoor voldoende. Op grotere afstand zal het ontvangend vermogen als gevolg van het optreden van een dubbel schijndoel lager zijn, dan dat als gevolg van een gewoon schijndoel. Daardoor is de gewone zijlusonderdrukking voldoende om de dubbele schijndoelen te onderdrukken. De afstand tussen windparken en de scheepvaartroutes (route gebonden scheepvaart) is minimaal 1,24 NM (circa 2,3 kilometer).

In het onderzoek van Howard en Brown komt naar voren dat de hoogte van turbines radarresponsies veroorzaakt en zijluseffecten en dubbele of meervoudige reflecties kunnen veroorzaken. Turbines kunnen

¹⁰¹ Results of the electromagnetic investigations and assessments of marine radar, communications and positioning systems undertaken at the North Hoyle wind farm by QinetiQ and the Maritime and Coastguard Agency, Martin Howard and Colin Brown, 15 November 2004.

¹⁰² TNO-FEL, 1999

van zijlussen worden onderscheiden, door bijvoorbeeld met een verlaagde ontvangstversterking (gain) de resolutie te vergroten. Een bijkomend effect hierbij is echter dat ontvangstsignalen van kleine schepen en boeien ook gereduceerd worden en wellicht niet meer te detecteren zijn binnen of nabij het windpark. Dit is een gebruikelijk verschijnsel. Reddingsboten die binnen of nabij het windpark varen, kunnen met een radar van 9 GHz probleemloos een klein object (boot) binnen het windpark detecteren. Met een VTS-radarsysteem is dit afregelen per radarsensor echter niet mogelijk door de eindgebruiker.

Op basis van vijf experimenten door Radio Holland¹⁰³ bij de bestaande windparken Prinses Amalia en OWEZ kan gesteld worden dat de aanwezigheid van deze windparken niet of nauwelijks leidt tot nadelige effecten op de detectie van schepen in de buurt van die windparken vanaf de wal. De veiligheidszone van 500 meter rondom windparken zorgt ervoor dat schepen elkaar bij het naderen van het hoekpunt eerder visueel zien, omdat in de veiligheidszone geen obstakels staan. Daarnaast liggen de (internationale) scheepvaartroutes minimaal op 1,24 NM (circa 2,3 kilometer) afstand van de windparken, waardoor er nabij hoekpunten voldoende ruimte is om naderende schepen tijdig te signaleren.

De scheepvaartbegeleiding (VTS) heeft met AIS een ondersteunende sensor voor de opbouw van het verkeersbeeld en is niet meer alleen afhankelijk van de radarwaarnemingen. Voor de positiebepaling van schepen geeft een radarpositie de "ware" aanwezigheid van een object weer (verstoringen daargelaten) en geeft AIS een aanvullend of bevestigend beeld. De werking van AIS berust echter op een ander principe, waardoor nooit alleen op AIS-informatie vertrouwd kan worden voor de opbouw van het verkeersbeeld. Een belangrijke reden hiervoor is dat AIS relatief eenvoudig gemanipuleerd kan worden door verstoring van buitenaf (spoofing/jamming) of door (bewust) menselijk handelen (uitschakelen van AIS of het bewust uitzenden van andere posities). De overheid draagt zorg dat er in windparken volledige AIS dekking is door het plaatsen van AIS base stations op de TenneT platforms en zo nodig op de transition piece van een windturbine. Wel kan het zijn dat niet alle schepen met AIS worden waargenomen.

Het windenergiegebied IJmuiden Ver, en daarmee ook de kavel, vallen geheel buiten de dekking van de walradarketen en de VTS-gebieden voor de aanloop hiervan en zullen hier dus geen effect op hebben. De effecten op de scheeps- en walradar zijn – met inachtneming van de hierboven beschreven maatregelen – erg beperkt. De effecten ten opzichte van scheeps- en walradar worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Luchtvaartradar

Een windpark kan effect hebben op luchtvaartuigen door de verstoring van communicatie- en radarapparatuur. In principe vindt luchtverkeer op voldoende hoogte boven een windpark plaats om hier geen hinder van te ondervinden.

Tijdens reddingsoefeningen in het Engelse windpark North-Hoyle is gebleken dat radiocommunicatie van zee naar helikopter (en vice versa) en VHF-communicatie (Very High Frequency radiosignalen) correct werkten. In droge weersomstandigheden waren turbines, schepen en mensen duidelijk herkenbaar door het thermische beeldsysteem van de helikopter¹⁰⁴. Door mist en neerslag werden deze wel beperkt. Uit

¹⁰³ Radio Holland, Onderzoek naar radarverstoring door Prinses Amaliawindpark en Offshore Windpark Egmond aan Zee, Resultaten van de veldexperimenten in 2010 bij kalme zee, 2012

¹⁰⁴ Brown, C. Offshore Wind Farm Helicopter Search and Rescue Trials Undertaken at the North Hoyle Wind Farm; Report of helicopter SAR trials undertaken with Royal Air Force 'C' Flight 22 Squadron on March 22nd 2005. Maritime and Coastguard Agency, 2005.

ervaringen met Deense windparken blijkt dat windturbines die zich binnen 30 kilometer van de luctvaartradar bevinden geen problemen opleveren voor luchtverkeersbegeleiding als gevolg van radarbeïnvloeding.¹⁰⁵

Op basis van bovenstaande bevindingen en gezien de afstand van de kavel tot de dichtstbijzijnde luctvaartradar, worden de effecten hierop als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

10.10 Kabels en leidingen

10.10.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

De kabels en leidingen die op de Noordzeebodem liggen vervullen een belangrijke functie. Telecomkabels dragen bij aan een kwalitatief hoogwaardige digitale connectiviteit. Elektrakabels en leidingen maken deel uit van de benodigde hoofdinfrastructuur van een betrouwbare, betaalbare en veilige energievoorziening. In het Programma Noordzee 2022 – 2027 zijn deze als activiteiten van nationaal belang aangewezen. Hierin worden ook onderhouds- en veiligheidszones aangewezen aan weerszijden van deze kabels en leidingen. Deze zone zorgt voor voldoende fysieke ruimte, wanneer werkschepen onderhoud uitvoeren. Tabel 10.6 geeft de gebruikte onderhouds- en veiligheidszones weer.

Na gebruik mogen bestaande pijpleidingen in voorkomend geval achtergelaten worden op de zeebodem, zolang dit schoon en veilig gebeurt. Er is een methode ontwikkeld om te bepalen of uit gebruik geraakte leidingen moeten worden verwijderd. De leidende criteria zijn daarbij: hinder voor ander gebruik, veiligheid, milieueffecten en kosten. Als de kabels en leidingen mogen blijven liggen moeten de eigenaren deze zelf reinigen en daarna jaarlijks inspecteren. In de praktijk blijven veel kabels en leidingen liggen. Per geval wordt ook beoordeeld of ze geschikt zijn voor toekomstig hergebruik voor CO₂- of H₂-transport.

Bij de aanleg van windparken wordt, ten opzichte van toekomstige en in gebruik zijnde elektriciteitskabels en leidingen, een zone van 500 meter aan weerszijden aangehouden. Ten opzichte van telecomkabels is dat in principe 750 meter. Echter, met het oog op efficiënt ruimtegebruik, kunnen kleinere onderhoudszones aangehouden worden. Dit is doorgaans het geval in windenergiegebieden. Voor telecomkabels is daarom ook een zone van 500 meter aan weerszijden aangehouden in dit MER, zie ook Tabel 10.6. Voor verlaten kabels en leidingen wordt, in overeenstemming met de eigenaar, een zone van 150 meter aan weerszijden aangehouden in dit MER. Ook rondom de parkbekabeling van een windpark gelden deze onderhouds- en veiligheidszones. Deze bedragen 250 meter aan weerszijden.

Tabel 10.6 MER-uitgangspunt voor de aan te houden onderhouds- en veiligheidszone rondom kabels en leidingen.

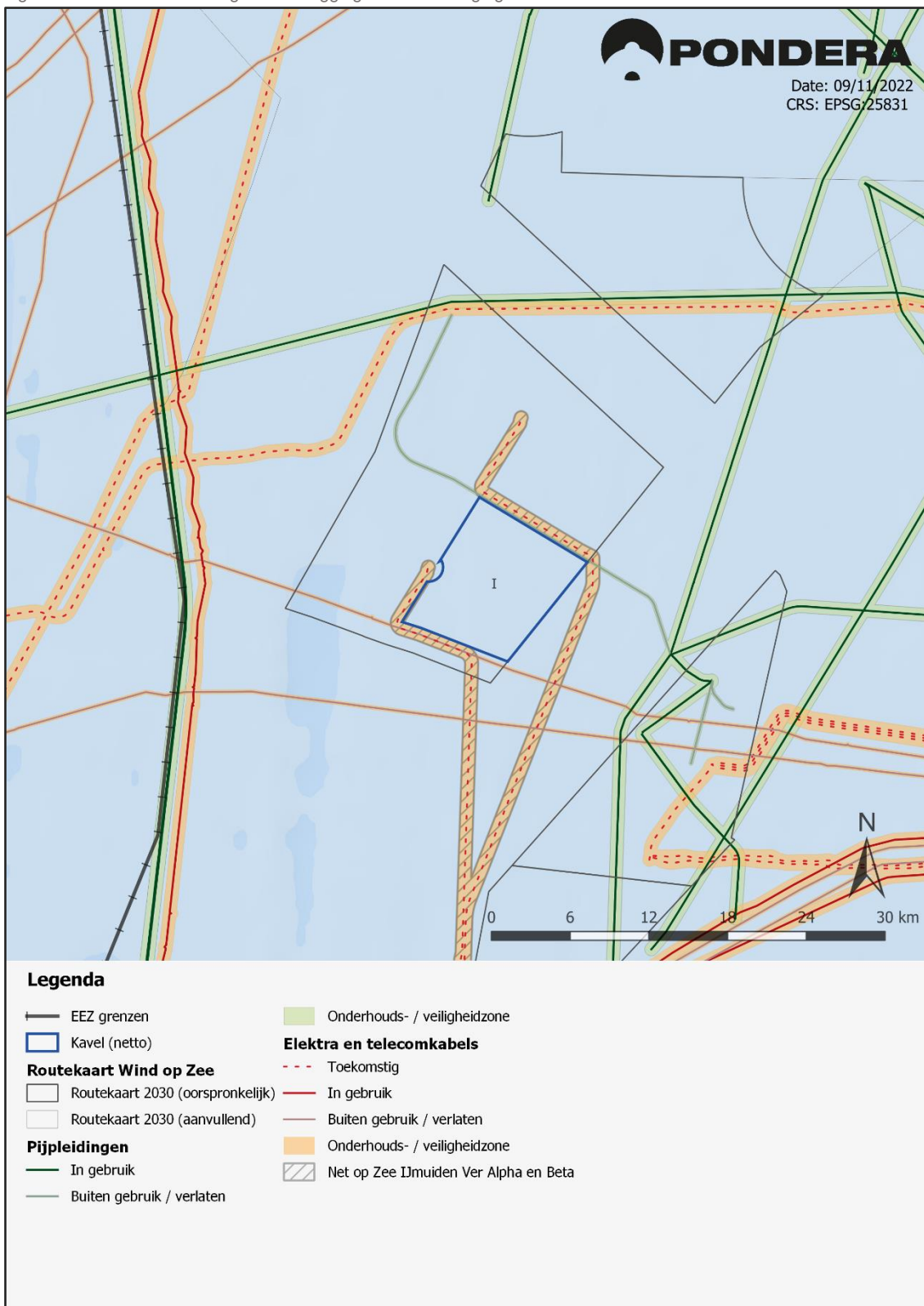
Soort	Status	Toekomstig (m)	In gebruik (m)*	Verlaten / buiten gebruik (m)*
Elektrakabel		500	500	150
Telecomkabel		500	500	150
Pijpleiding		500	500	150
Parkbekabeling		n.v.t.	250	n.v.t.

* In overleg met de eigenaar is het mogelijk tot een andere afstand overeen te komen.

¹⁰⁵ Spaven consulting. Wind turbines and radar: operational experience and mitigation measures. Report to a consortium of wind energy companies, december 2001.

De kabels van het net op zee voor IJmuiden Ver Alpha en Beta verzorgen de aansluiting van de windparken in IJmuiden Ver op het landelijke elektriciteitsnet, zie Figuur 10.20. De weergegeven kabeltracés en de onderhoudszones daaromheen zijn niet definitief. Ze zullen geen belemmering voor de windparken vormen, of vice versa.

Figuur 10.20 Kabels en leidingen en de ligging van windenergiegebied IJmuiden Ver.



10.10.2 Effectbeschrijving

Binnen kavel I liggen geen kabels of leidingen. Aan de noordzijde grenzen de kavels met de onderhoudszone (150 meter aan weerszijden) van een verlaten gaspijpleiding van Wintershall. Deze loopt vanaf het nu verlaten platform P2-NE, naar platform P6-A. Zuidelijk van de kavelgrens ligt, op een afstand van 500 meter, een verlaten telecomkabel van Cable and Wireless. De onderhoudszone rondom deze kabel blijft daarmee buiten de kavel. De effecten op aanwezige kabels en leidingen worden voor beide alternatieven van kavel I beoordeeld als neutraal (effectbeoordeling: 0).

10.11 Telecommunicatie

10.11.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Het transport van spraak, data en radio- en tv-signalen verloopt, naast via telecom- of glasvezelkabels, ook via zogenaamde straalpaden. Hierbij worden signalen overgedragen met een gerichte straal door de lucht. Op de Noordzee worden straalpaden gebruikt voor de communicatie tussen offshore platforms onderling en tussen platforms en de kust. Straalpaden op de Noordzee zijn niet beschermd en er bestaat geen verplichting om bij ruimtelijke projecten rekening te houden met straalpaden. De eigenaar van een straalverbinding is zelf verantwoordelijk voor een goede verbinding.

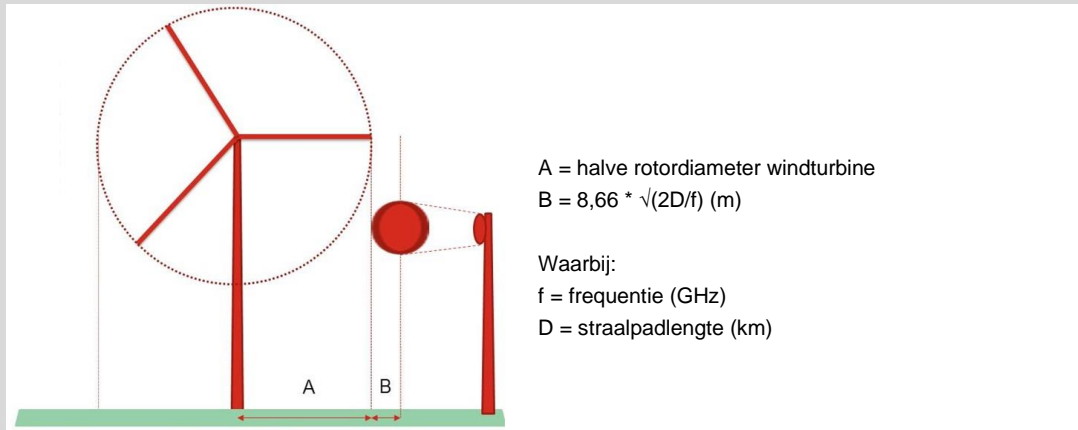
De routes van deze straalpaden worden zo gekozen dat er zo min mogelijk installaties in of nabij een straalpad staan, omdat die de signaaloverdracht kunnen verstoren of verzwakken. Een windturbine die in een straalpad staat, kan mogelijk negatieve effecten hebben op de telecommunicatie. Om te beoordelen of, en zo ja, welke, effecten er mogelijk optreden, wordt het 'toetsingscriterium straalverbindingen en windturbines' van Agentschap Telecom gebruikt¹⁰⁶.

Deze methode gaat ervan uit dat er geen effect van windturbines op de straalpaden bestaat, wanneer de windturbine op een afstand van een halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone (zie Kader 10.2) verwijderd is van het straalpad. Doorgaans bedraagt de tweede fresnelzone een afstand van tientallen meters. Binnen deze afstand kan mogelijk een effect optreden, al is dat effect niet automatisch onaanvaardbaar. Met de eigenaar van de straalverbinding moet dan gezocht worden naar een mitigerende maatregel, bijvoorbeeld door een tussenzender te plaatsen. De mogelijke komst van een mobiel datanetwerk (4G/5G) op zee zal hierbij nieuwe mogelijkheden bieden en/of de rol van straalverbindingen volledig kunnen overnemen.

¹⁰⁶ Agentschap Telecom: toetsingscriterium straalverbindingen en windturbines'. Opgesteld in december 2017, gebaseerd op de ervaringen bij de ontwikkeling van windpark Wieringermeer.

Kader 10.2 Straalpad Fresnelzone¹⁰⁶

De aanbevolen afstand tussen een windturbine en een straalpad dient minimaal een halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone te bedragen. De tweede fresnelzone wordt berekend op basis van de formule in het onderstaande figuur.



De aanbevolen afstand verschilt dus per straalpad. Voor een goede werking van de verbinding mag de mast van de windturbine (uitgaande van een maximale mastdiameter van 6 m) zich niet in het straalpad bevinden. Tevens is de hoogte van het straalpad relevant, aangezien het straalpad ook onder de rotorhoogte kan liggen. In dit geval heeft de windturbine geen effect op de werking van het straalpad.

De afstand van een halve rotordiameter (A) plus de tweede fresnelzone (B) kan berekend worden volgens de formule hierboven. De hoogte van het straalpad is bepaald op basis van de hoogste zendmast (worst case).

10.11.2 Effectbeschrijving

Er zijn geen straalpaden aanwezig in en om windenergiegebied IJmuiden Ver. Er zijn daarom ook geen effecten op telecommunicatie waarmee ze als neutraal beoordeeld worden (effectbeoordeling: 0). Voor de effecten op telecomkabels wordt verwezen naar paragraaf 10.10.

10.12 Militaire activiteiten en NGE

10.12.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Militaire activiteiten

Defensie heeft op de Noordzee verschillende gebieden tot zijn beschikking voor test- en trainingsdoeleinden. Hiervoor zijn speciale gebieden aangewezen, zoals munitiestortlocaties, schietterreinen, (laag)vlieggebieden of oefenterreinen. Geen van deze gebieden ligt in de directe omgeving van windenergiegebied IJmuiden Ver waardoor effecten op voorhand zijn uit te sluiten (zie Figuur 10.21).

Niet gesprongen explosieven

Op de Noordzee hebben tijdens de Eerste en Tweede Wereldoorlog veel militaire activiteiten plaatsgevonden, waarbij verschillende soorten explosieven zijn gebruikt. Als gevolg hiervan zijn er over de gehele Noordzeebodem een onbekend aantal niet-gesprongen explosieven (NGE) achter gebleven,

waarvan niet bekend is waar deze liggen. Bij de bouw van een windpark bestaat de kans dat er onbedoeld contact met een NGE ontstaat. Wanneer een hierdoor een NGE onverwacht tot ontploffing komt vormt dat een ontoelaatbaar veiligheidsrisico.

Om het risico van NGE'en in kaart te brengen is het windenergiegebied IJmuiden Ver onderzocht.¹⁰⁷ Er is gekeken naar de historische oorlogs-gerelateerde gebeurtenissen in het gebied en op basis daarvan is risicoanalyse gemaakt. Daarin is duidelijk geworden dat er binnen IJmuiden Ver veelvoudig luchtaanvallen hebben plaatsgevonden en dat er in beide Wereldoorlogen mijnenvelden in en rond het gebied zijn gelegd. Het hele windenergiegebied IJmuiden Ver moet daarom als verdacht worden beschouwd. Het soort NGE dat mogelijk achtergebleven is, waarvan het minstens aannemelijk is dat deze aanwezig is, staat in Tabel 10.7. De locatie van historische oorlogsactiviteiten of munitietreffingen is in Figuur 10.21 weergegeven.

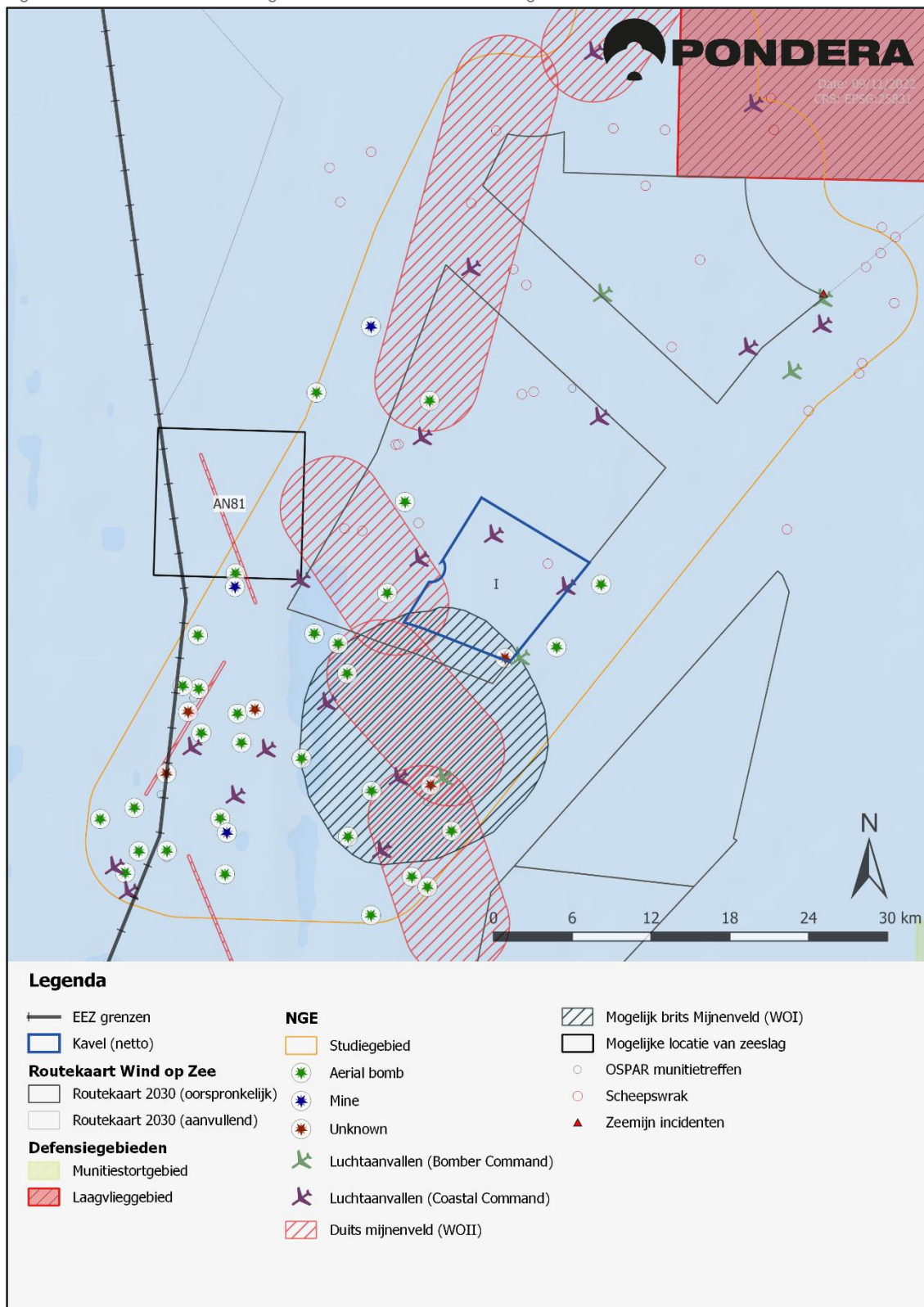
Tabel 10.7 NGE-soorten in en rondom windenergiegebied IJmuiden Ver, waarvan de aanwezigheid op zijn minst aannemelijk is.¹⁰⁷

NGE-soort	Waarschijnlijkheid van aanwezigheid	Opmerkingen uit het onderzoek
Geschutmunitie	Aannemelijk	Duitse schepen, varende binnen het onderzoeksgebied, hebben in ten minste twee gevallen met luchtafweergeschut gevuld op geallieerde vliegtuigen. De inzet van luchtafweergeschut kan hebben geleid tot het achterblijven van NGE van geschutmunitie binnen het onderzoeksgebied. Verder is bekend dat binnen het onderzoeksgebied een scheepsgevecht heeft plaatsgevonden, en hebben er verschillende luchtaanvallen plaatsgevonden waarbij 20 mm boordkanonnen zijn ingezet. Derhalve is het aannemelijk dat NGE van geschutmunitie binnen het onderzoeksgebied is achtergebleven. Een deel van het onderzoeksgebied overlapt met een militair oefenterrein waarbinnen oefeningen met onder andere geschutmunitie werden uitgevoerd.
Torpedo's	Aannemelijk	Gedurende zowel de Eerste als de Tweede Wereldoorlog waren onderzeeërs actief binnen het onderzoeksgebied. Ten minste twee torpedoaanvallen zijn uitgevoerd binnen het onderzoeksgebied. Verder zijn er door geallieerde vliegtuigen veelvoudig aanvallen op Duitse onderzeeërs en ander vaartuigen die waren uitgerust met <i>torpedo's uitgevoerd binnen het onderzoeksgebied. Het tot zinken brengen van dergelijke schepen kan leiden tot de aanwezigheid van NGE van torpedo's binnen het onderzoeksgebied. De combinatie van de aanwezigheid van met torpedo's uitgeruste vaartuigen, aanvallen op dit soort vaartuigen en aanvallen uitgevoerd door dit soort vaartuigen heeft tot de conclusie geleid dat de aanwezigheid van NGE van torpedo's binnen het onderzoeksgebied aannemelijk is.</i>
Zeemijnen (WO 1)	Aannemelijk	Duits kaartmateriaal geeft een vermoedelijk Geallieerd mijnenveld binnen het onderzoeksgebied weer. Verder is bekend dat er verschillende mijnongelukken hebben plaatsgevonden binnen het onderzoeksgebied. Er is weinig informatie bekend is over het ruimen van mijnen binnen het onderzoeksgebied. De aanwezigheid van mijnen en het plaatsvinden van mijnincidenten binnen het onderzoeksgebied heeft tot de conclusie geleid dat de aanwezigheid van NGE van Britse mijnen, gelegd in de Eerste Wereldoorlog, aannemelijk is.
Zeemijnen (WO 2)	Waarschijnlijk	Het onderzoeksgebied bevindt zich tussen de Britse kust en de door Duitsers bezette Nederlandse kust. Gedurende de Tweede Wereldoorlog zijn er Duitse mijnenvelden (met mijnen en mijnenvoegobstakels) in het onderzoeksgebied aangelegd. Daarnaast hebben verschillende mijnongelukken, ook buiten de bekende

¹⁰⁷ REASeuro, UXO Desk Top Study Wind Farm Zone IJmuiden Ver, April 2020.

		<p>mijnenvelden, plaatsgevonden. De aanwezigheid van mijnen en het plaatsvinden van mijnincidenten binnen het onderzoeksgebied heeft tot de conclusie geleid dat de aanwezigheid van NGE van Duitse <i>mijnen en 'Sprengboje', gelegd in de Tweede Wereldoorlog</i>, waarschijnlijk is.</p>
Sub- en afwerpmunitie	Waarschijnlijk	<p>Uit het bronnenmateriaal is gebleken dat gedurende de Tweede Wereldoorlog verschillende geallieerde luchtaanvallen hebben plaatsgevonden binnen het onderzoeksgebied. Daarnaast vonden noodafwerpen van geallieerde vliegtuigen vaak plaats boven de Noordzee. Ten minste twee noodafwerpen hebben binnen het onderzoeksgebied plaatsgevonden. De grote hoeveelheid luchtaanvallen en het veelvoudig plaatsvinden van noodafwerpen boven de Noordzee (en boven het onderzoeksgebied) heeft tot de conclusie geleid dat de aanwezigheid van NGE van sub- en afwerpmunitie binnen het onderzoeksgebied waarschijnlijk is.</p>

Figuur 10.21 Locatie van defensiegebieden en van NGE verdachte gebieden. ¹⁰⁷



10.12.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Militaire activiteiten

Er zijn geen effecten op militaire activiteiten, omdat de daarvoor gebruikte gebieden op grote afstand van het windenergiegebied IJmuiden Ver liggen.

Niet-gesprongen explosieven (NGE)

De mogelijke aanwezigheid van NGE'en in het windenergiegebied zorgt voor een risico voor de werkzaamheden die gepaard gaan met de aanleg, het onderhoud en de verwijdering van een windpark. Aangezien mogelijke detonaties op schepen, personeel en omgeving een ontoelaatbaar risico zijn, zijn mitigerende maatregelen nodig, zodat deze risico's tot aanvaardbare proporties worden teruggebracht.

Met goed NGE-risicomanagement kan het risiconiveau tot een aanvaardbaar niveau worden teruggebracht. In de voorbereidingsfase wordt aanbevolen om een uitgebreid geofysisch (bathymetrisch) onderzoek uit te voeren ter voorbereiding op een specifiek op NGE gerichte detectie. In de uitvoeringsfase wordt aanbevolen de NGE-risicoanalyse te herijken op basis van het ontwerp van het windenergiegebied.

Voor de overige risico's dient een gedetailleerde risicoanalyse te worden uitgevoerd. Op basis hiervan dient een NGE-onderzoeksstrategie te worden ontwikkeld. Rekening moet worden gehouden met het opsporen en ruimen van NGE'en in een nader te bepalen deel van het windenergiegebied. NGE'en dienen doorgegeven te worden aan de Kustwacht en zij laat deze opruimen door de Explosieven Opruimingsdienst Defensie. Door deze maatregelen kan er geconcludeerd worden dat de mogelijke aanwezigheid van NGE'en geen belemmering hoeft te vormen voor de realisatie van een windpark in de kavel.

De effecten voor militaire activiteiten worden voor de kavel als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De effecten voor NGE worden voor de kavel als negatief beoordeeld (effectbeoordeling: -). De reden hiervoor is de waarschijnlijke aanwezigheid van NGE'en en de noodzaak om hier rekening mee te houden. De mogelijke inrichting (alternatief 1 of alternatief 2) van het windpark heeft hier geen invloed op.

10.13 Recreatie en toerisme

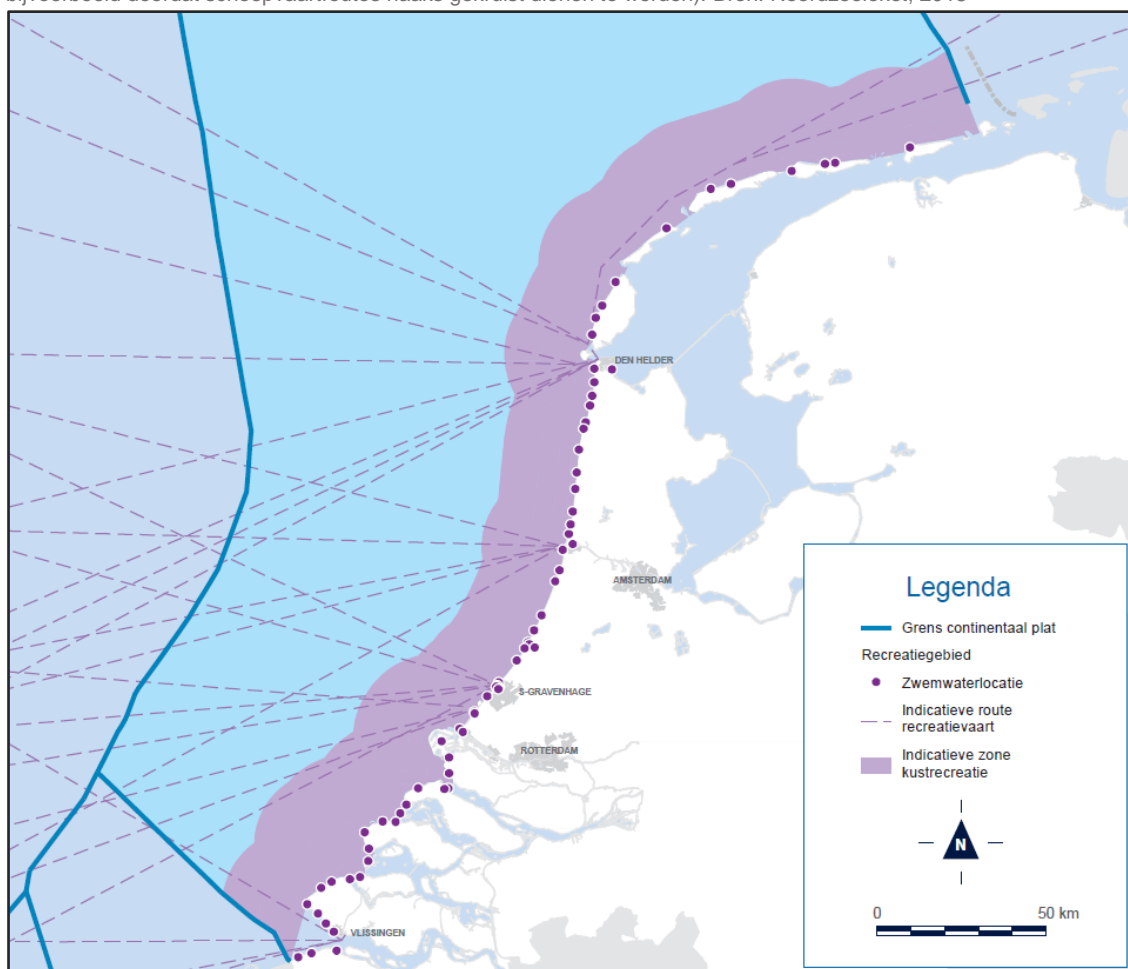
10.13.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Vanaf de kustbadplaatsen zijn windturbines in windenergiegebied IJmuiden Ver niet zichtbaar. Effecten op kustrecreatie kunnen daarom op voorhand worden uitgesloten. De recreatievaart en sportvisserij vanaf boten op de Noordzee kunnen wel effecten ondervinden. De recreatievaart, maar ook de grotere chartervaart, maakt voornamelijk gebruik van een 10 à 20 km brede zone langs de kust. Vanuit onder andere de havens bij Den Helder, IJmuiden, Scheveningen en Hoek van Holland worden er ook oversteken gemaakt naar Engeland met passagiersschepen.

De recreatievaart mag niet van de grote scheepvaarroutes gebruik maken. Voor het oversteken van een scheepvaarroute (verkeersscheidingsstelsel) gelden speciale regels die aanvaringen moeten voorkomen. Het is verplicht de verkeersbaan zo haaks mogelijk over te steken (zonder correctie voor wind en stroom). Dit verkort de vaartijd door het stelsel en het maakt de bedoeling van het kruisende vaartuig duidelijk.

Het gebied van windenergiegebied IJmuiden Ver wordt gebruikt door recreatieve passagiersschepen tussen Nederland en Engeland (zie Figuur 10.22). De windparken zelf zijn, met uitzondering van bestemmingsvaart, niet toegankelijk. In de verkaveling van windenergiegebied IJmuiden Ver is hier rekening mee gehouden door het reserveren van ruimte voor een toekomstige clearway. Deze beoogde passage voor de scheepvaart ligt langs de noordelijke grens van de kavels III en IV en is afgestemd op huidige vaarroutes. Hierdoor is het mogelijk om het windenergiegebied IJmuiden Ver veilig en ongehinderd te passeren. Ook visserijsschepen mogen hiervan gebruik maken.

Figuur 10.22 Indicatieve routes recreatievaart Noordzee (de exacte vaarbewegingen zijn veelal niet in één rechte lijn, bijvoorbeeld doordat scheepvaarroutes haaks gekruist dienen te worden). Bron: Noordzeeloket, 2018



10.13.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Kustrecreatie

Er zijn geen effecten op kustrecreatie, omdat de daarvoor gebruikte gebieden op grote afstand van het windenergiegebied IJmuiden Ver liggen.

Recreatievaart

Voor recreatievaart is het verboden om te varen binnen het windpark, inclusief een veiligheidszone van 500 meter daaromheen. Het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt ver buiten de gebieden die doorgaans voor recreatievaart worden gebruikt, maar kan wel hinder veroorzaken voor passagiersschepen tussen Nederland en Engeland. Desondanks bestaat de kans dat een windpark in kavel I in beperkte mate resulteert in omvaren voor de recreatievaart. Het toewijzen van een clearway, zoals voorgenomen in het Noordzee Akkoord, zal de noodzaak tot omvaren voor een groot deel kunnen mitigeren. De effecten op recreatievaart worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting (alternatief 1 of alternatief 2) van het windpark heeft hier geen invloed op.

Omdat er meer obstakels op zee worden geplaatst waar recreatievaartuigen tegenaan kunnen varen (namelijk de turbines), zal de kans op aanvaringen voor recreatievaart en sportvissers licht toenemen. Dat effect wordt verder in hoofdstuk 8 Scheepvaartveiligheid beschreven.

Het windpark kan een aantrekkende werking hebben op recreanten met boten. Dit kan gevaar opleveren wanneer recreanten, in strijd met de regels, te dicht bij de windturbines komen en in aanvaring komen met een windturbine. Dit risico is ten opzichte van het veel grotere vrachttransport (zie hoofdstuk 8 Scheepvaartveiligheid) beperkt van omvang, gezien de lagere massa en de grotere wendbaarheid van recreatievaartuigen.

10.14 Cultuurhistorie en archeologie

10.14.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Verspreid over de Noordzee kunnen cultuurhistorische en archeologisch waardevolle objecten op of in de bodem voorkomen. Deze mogelijke archeologische waarden kunnen bijvoorbeeld scheeps- of vliegtuigwrakken zijn. Vaak moet er nog vastgesteld worden of deze objecten daadwerkelijk als archeologische waarden gezien moeten worden en is de locatie ervan niet precies bekend. Tijdens de installatie van windturbines, funderingen en kabels mogen archeologische waarden niet aangetast worden. Wanneer vissers of andere Noordzee gebruikers contact maken met mogelijke archeologische waarden, wordt dit gerapporteerd en opgenomen in een database van Rijkswaterstaat. Het object krijgt daarbij een NCN-nummer toegewezen.

Conform de Erfgoedwet (2016) is het verplicht om archeologisch onderzoek uit te voeren, waarin de aanwezigheid van mogelijke archeologische waarden wordt onderzocht. De eerste stap is het archeologische bureauonderzoek, dat tot doel heeft de archeologische verwachting voor het gebied te bepalen. De resultaten hiervan, en die van het geofysische vervolgonderzoek in het veld, worden hieronder gepresenteerd voor zover zij relevant zijn voor dit MER. Figuur 10.24 geeft de resultaten hiervan weer.

Archeologisch bureauonderzoek

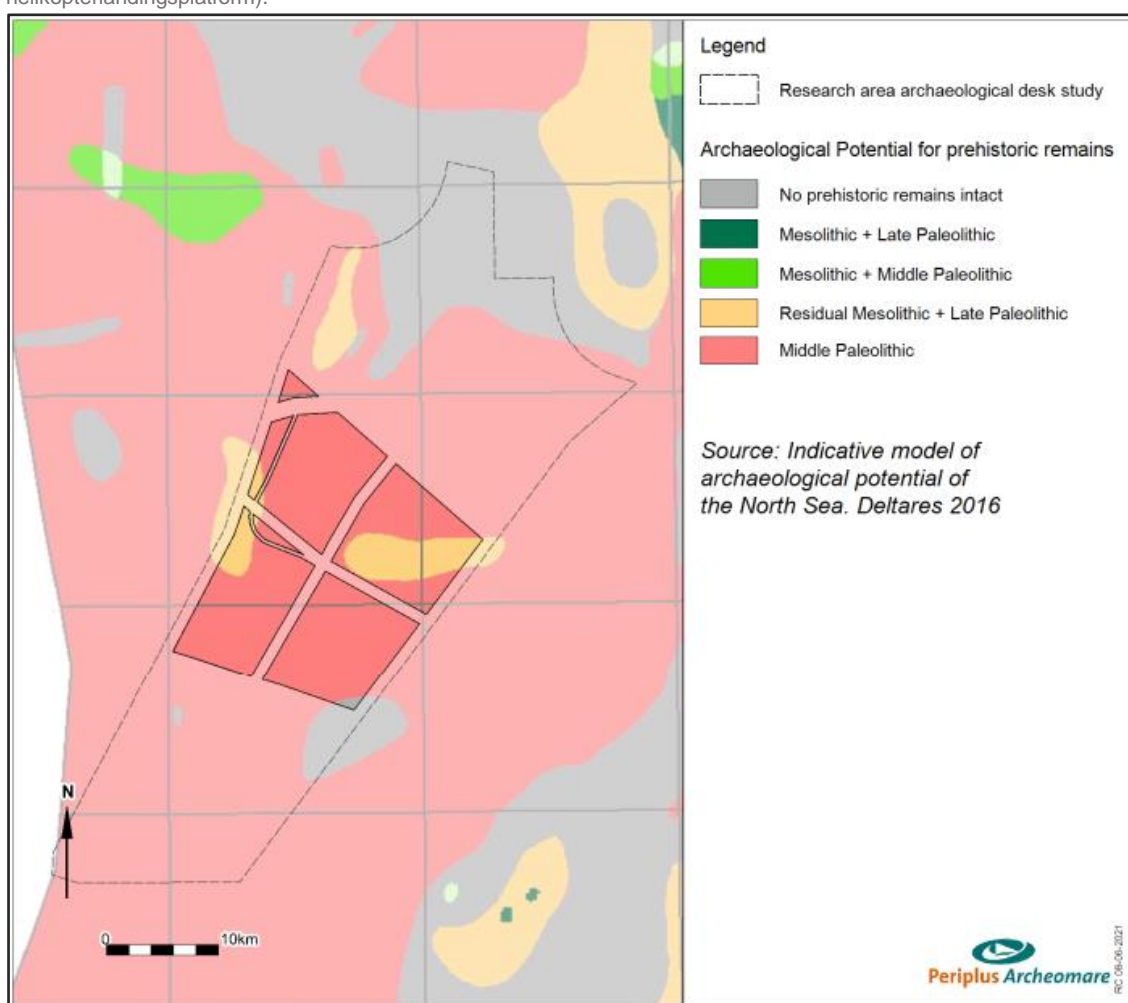
Het windenergiegebied IJmuiden Ver heeft een hoge archeologische verwachting voor de aanwezigheid van (resten van) scheepswrakken en gevechtsvliegtuigen uit de Tweede Wereldoorlog. Het is ook waarschijnlijk dat er plaatselijk goed bewaarde prehistorische landschappen liggen, met hieraan gerelateerde resten van paleolithische en vroeg-mesolithische kampplaatsen.

Er zijn in totaal 37 contacten met mogelijke archeologische waarden gerapporteerd in de directe omgeving van het windenergiegebied IJmuiden Ver. Bij 8 daarvan is vastgesteld dat het object geen archeologische

waarde kent. De overige 29 contacten zijn mogelijk wel van archeologische waarde. Daarnaast zijn er in de Tweede Wereldoorlog veel vliegtuigen in de Noordzee neergestort. Vele honderden daarvan zijn nog niet gelokaliseerd en het is aannemelijk dat deze ook binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver aanwezig zijn.

Figuur 10.23 laat de gebieden zien waar mogelijk prehistorische resten met archeologische waarden verwacht kunnen worden. Het betreffen mogelijke resten uit het late paleolithische en mesolithische tijdperk, waarvan ze naar verwachting voorkomen in de volgende bodemstructuren: de Boxtel Formatie, het Bruine Bank Laagpakket en Stuwallen.

Figuur 10.23 Gebieden met archeologische verwachtingen van prehistorische resten (excl. vrij te houden zone helikopterlandingsplatform).¹⁰⁸



Geofysisch veldonderzoek

Als aanvulling op het archeologische bureauonderzoek is er een geofysisch veldonderzoek uitgevoerd naar de archeologische waarden in windenergiegebied IJmuiden Ver.¹⁰⁸ Hierbij hebben

¹⁰⁸ Periplus Archeomare, IJmuiden Ver Wind Farm Zone – an archaeological assessment of geophysical survey data, July 2021.

onderzoeksschepen een grote hoeveelheid geofysische data van het gebied verzameld met verschillende sensoren (side scan sonar, magnetometer, multibeam echosounder en subbottom profiler). Er is ook gekeken naar de ligging van prehistorische landschappen waar mogelijk archeologische waarden in aanwezig kunnen zijn.

De resultaten geven een aantal concrete aandachtspunten waarmee rekening gehouden moet worden tijdens de aanleg van een windpark in het gebied. Zo bevestigen de onderzoeksdata de locatie van 4 bekende NCN-wrakken die als archeologische waarden gezien moeten worden. Daarnaast zijn er 4 nieuwe, potentieel waardevolle objecten aangetroffen die niet in het bureauonderzoek naar voren kwamen. Er zijn ook 261 magnetische objecten aangetroffen die mogelijk van archeologische waarde zijn. Het onderzoek adviseert om binnen een zone van 100 meter rondom deze locaties geen bodemverstorende werkzaamheden uit te voeren.

Er bestaat altijd een kans dat archeologische waarden pas worden ontdekt tijdens de aanleg van een windpark als deze dieper in de bodem liggen. Het onderzoek adviseert om de werkzaamheden onder passieve archeologische begeleiding uit te voeren, waarbij er ten alle tijden een archeoloog opgeroepen kan worden. Daarmee kan vertraging in de aanleg voorkomen worden en worden voldaan aan de Erfgoedwet.

10.14.2 Effectbeschrijving

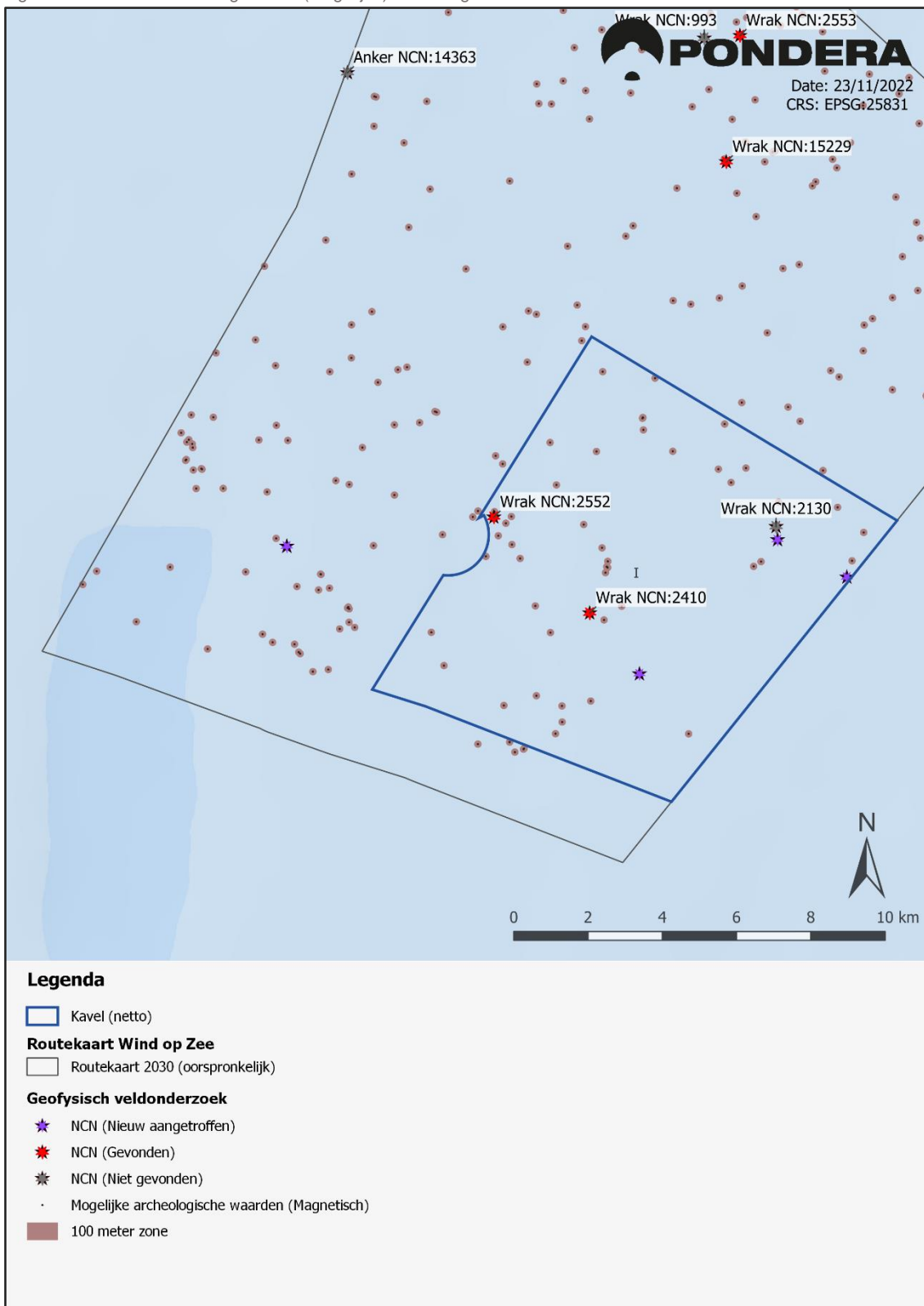
Binnen de kavel zijn verschillende objecten aangetroffen die als (mogelijke) archeologische waarden beschouwd moeten worden (Figuur 10.24). De kans bestaat dat er tijdens de aanleg van het windpark en de parkbekabeling archeologische waarden worden aangetast. Deze kans is, naast aanwezigheid van archeologische waarden, afhankelijk van de diepte van de funderingen en de oppervlakte van de funderingen en de erosiebescherming.

Diepe archeologische waarden kunnen worden aangetast door de oppervlakte van de funderingen die diep de bodem in gaan. De totaaloppervlakte van de funderingen dat diep de bodem in gaat bedraagt minimaal 1.421 m² voor een tripod fundering (15 MW), tot 35.343 m² voor een suction bucket fundering (20 MW) (zie Tabel 10.1). Ten opzichte van de gehele kaveloppervlakte is dit zeer gering. Daarom is de kans dat er tijdens het aanbrengen van de funderingen diepe archeologische resten worden aangetast ook zeer gering.

Ondiepe archeologische resten kunnen door de totaaloppervlakte aan funderingen en erosiebescherming en door het ingraven van de parkbekabeling, worden aangetast. Het toepassen van gravity based funderingen en suction bucket funderingen (20 MW) heeft met 884.000 m² de grootste totaaloppervlakte aan funderingen en erosiebescherming (zie Tabel 10.1). Ook deze oppervlakte is, ten opzichte van de gehele kaveloppervlakte, zeer gering. Bovendien zijn de locaties van ondiepe archeologische waarden bekend.

In een zone van 100 meter rondom (mogelijke) archeologische waarden mogen geen bodemberoerende activiteiten plaatsvinden. Daaronder valt dus ook het plaatsen van windturbines. In overleg met Rijkswaterstaat is het wellicht mogelijk om deze zones voor specifieke situaties te verkleinen. Daarbij bestaat de kans dat deze objecten met mogelijke archeologische waarden niet-gesprongen explosieven (NGE'en) kunnen zijn.

Figuur 10.24 Locatie van aangetroffen (mogelijke) archeologische waarden.¹⁰⁸



Wanneer de zone van 100 meter niet vermeden kan worden, is aanvullend onderzoek nodig om de aard en waarde van het object te bepalen. Als dit aantoont dat het object niet als archeologische waarde wordt beschouwd en dat het niet om een NGE gaat, kan de 100 meter zone op die locatie vrijgegeven worden. Het kan nodig zijn om het object te ruimen. Het risico van NGE'en wordt in paragraaf 10.12 beschreven.

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.

De effecten op cultuurhistorie en archeologie worden voor de kavel licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). De reden hiervoor is de aanwezigheid van (mogelijke) archeologische waarden en de noodzaak om hier rekening mee te houden. Hoewel er verschillen zijn in effecten tussen beide alternatieven (veel en weinig erosiebescherming), worden beide alternatieven gezien de geringe absolute omvang van de effecten niet onderscheidend beoordeeld.

10.15 Bestaande windparken

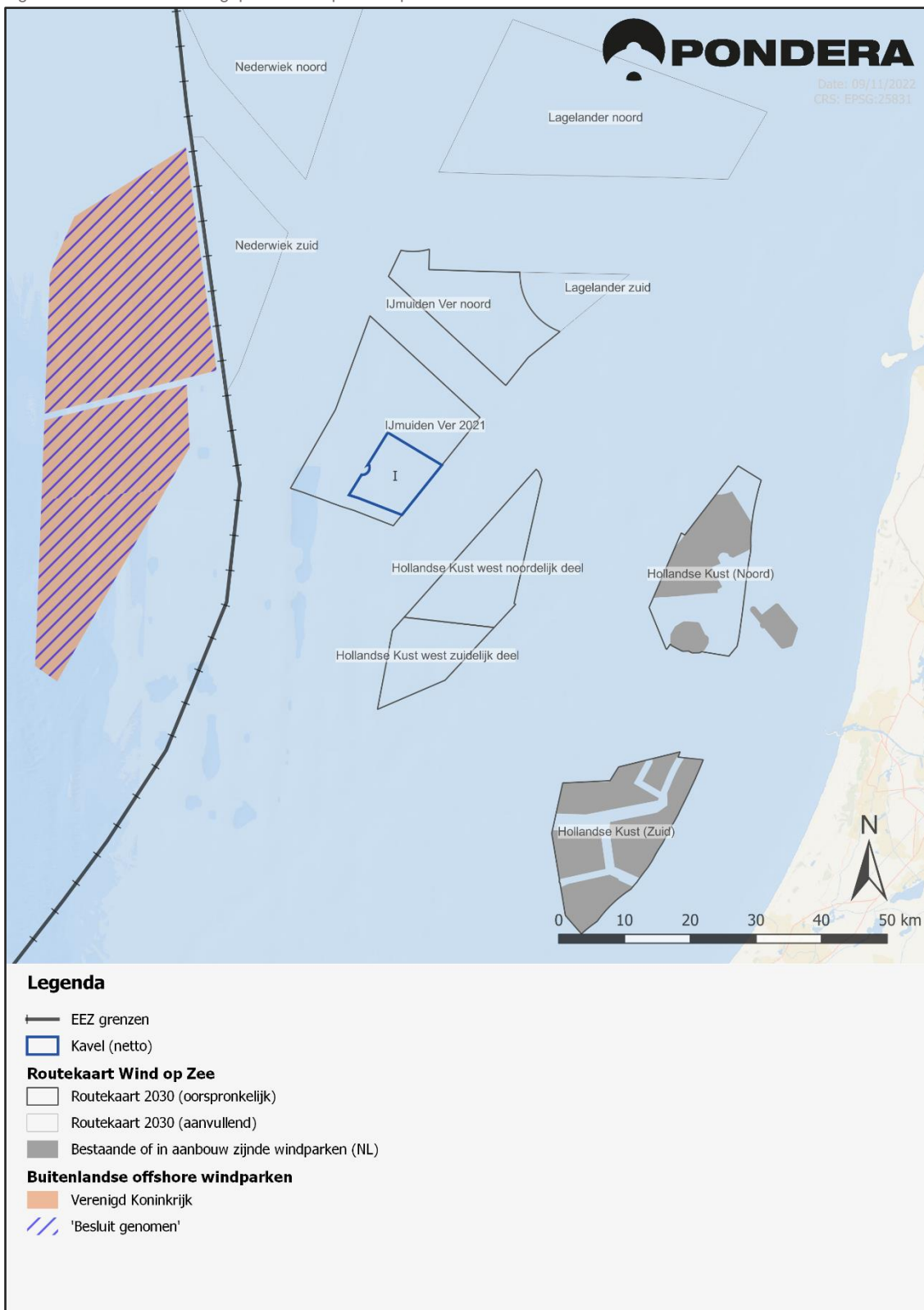
10.15.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Figuur 10.25 laat de bestaande en geplande windparken in de omgeving van windenergiegebied IJmuiden Ver zien. IJmuiden Ver zal in totaal ruimte bieden aan zes windparken van elk 1GW. Deze windparken zullen elkaar onderling beïnvloeden door windafvang. De vier zuidelijke kavels, waar Kavel I er één van is, liggen op korte afstand van elkaar en zullen onderling zorgen voor merkbare windafvang.

De windenergiegebieden Hollandse Kust (west), Nederwiek Zuid en Lagelander Zuid liggen alle binnen een afstand van circa 10 tot 15 kilometer vanaf IJmuiden Ver. Buiten het windenergiegebied bevinden zich over de Britse grens verschillende geplande windparken. Deze locaties liggen op een afstand van circa 15 tot 20 kilometer vanaf windenergiegebied IJmuiden Ver en zullen naar verwachting ook merkbare windafvangeffecten hebben.

De windafvangeffecten op de elektriciteitsopbrengst van bestaande Nederlandse en buitenlandse windparken wordt beschreven in hoofdstuk 11 - Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies.

Figuur 10.25 Bestaande en geplande windparken op de Noordzee.



10.15.2 Effectbeschrijving

Door de relatief korte afstand tot andere geplande windparken zullen er naar verwachting windafvangeffecten plaats vinden welke de opbrengsten negatief kunnen beïnvloeden. Alhoewel er bij de inrichting van windparken enigszins rekening kan worden gehouden met de aanwezigheid van andere windparken en turbines, zullen de windparken op de Noordzee impact hebben op elkaar. In hoofdstuk 11 wordt hier verder op ingegaan bij de cumulatieve effecten. Dit effect wordt beoordeeld als licht negatief (effectbeoordeling: 0/-). De mogelijke inrichting (alternatief 1 of alternatief 2) van het windpark heeft hier enige invloed op, maar niet voldoende voor een onderscheidende beoordeling.

10.16 Effectbeoordeling

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat er effecten optreden op overige gebruiksfuncties. De meeste effecten worden neutraal beoordeeld, omdat deze gering van omvang zijn of op voorhand uit te sluiten. Dit komt mede, doordat er bij de locatiekeuze van de windenergiegebieden al rekening is gehouden met deze gebruiksfuncties. Hieronder volgt een korte beschrijving van de effectbeoordeling per onderwerp. De effectbeoordelingen voor de indelingsalternatieven zijn daarbij niet onderscheidend (alternatief 1 met 67 x 15 MW met tripod funderingen, alternatief 2 met 50 x 20 MW met gravity based of suction bucket funderingen).

Tabel 10.8 laat voor elk onderwerp de effectbeoordeling voor kavel I zien. Uit de beoordeling blijkt dat de indelingsalternatieven niet zorgen voor een verschil in effectbeoordeling. Ten aanzien van de meeste gebruiksfuncties is sprake van geringe effecten en is de effectbeoordeling neutraal. Dit is het geval voor de effecten op mijnbouw, luchtvaart (met uitzondering van helikopterverkeer), zand-, grind- en schelpenwinning, baggerstort, scheeps-, wal- en luchtvaartradar, kabels en leidingen, telecommunicatie, militaire activiteiten, en recreatie en toerisme.

De effecten op de visserij als geheel worden licht negatief beoordeeld. De gebiedssluiting van de kavel is gering in vergelijking met het voor vissers beschikbare areaal. Wel is het mogelijk dat individuele vissers grotere effecten ondervinden dan anderen, wanneer zij vaak gebruik maken van visbestekken binnen de kavel. De effecten voor cultuurhistorie en archeologie zijn ook licht negatief beoordeeld, door de aanwezigheid van (mogelijke) archeologische waarden waar rekening mee gehouden moet worden. Ook is er een licht negatief effect op bestaande windparken door de nabijheid van HKW, waarop beperkte windafvang plaats kan vinden.

Ten aanzien van helikopterverkeer (luchtvaart) en NGE is de beoordeling negatief. De reden hiervoor is dat de kavel door een Helikopter Main Route doorkruist wordt. De komst van een windpark beperkt de minimale vlieghoogte en maakt het noodzakelijk deze te verhogen. Binnen de kavels is de aanwezigheid van NGE'en daarnaast zeer aannemenlijk, waardoor er noodzakelijke maatregelen getroffen moeten worden. Hiermee kunnen de effecten goed gemitigeerd worden.

Tabel 10.8 Effectbeoordeling van de onderzochte onderwerpen van het milieuaspect overige gebruiksfuncties.

Onderwerp	Beoordelingscriterium	Alternatief 1 67 x 15 MW	Alternatief 2 50 x 20MW
Visserij	Beperkingen visserij	0/-	0/-
Mijnbouw	Beperkingen olie- en gaswinning	0	0
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0	0
	Interferentie helikopterterverkeer	-	-
	Interferentie Kustwacht	0	0
	Interferentie militaire luchtvaart	0	0
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	0	0
Baggerstort	Beperkingen baggerstortlocaties	0	0
Scheeps-, wal- en luchtvaarradar	Interferentie radar	0	0
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0	0
Telecommunicatie	Verstoring straalpaden	0	0
	Interferentie militaire activiteiten	0	0
Militaire activiteiten en NGE	Aanwezigheid niet gesprongen explosieven	-	-
	Beperkingen recreatievaart	0	0
Recreatie en toerisme	Beperkingen kustrecreatie	0	0
	Aantasting archeologische resten	0/-	0/-
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0/-	0/-

10.17 Cumulatie

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat de meeste effecten op de overige gebruiksfuncties als neutraal beoordeeld zijn. Er worden wel (licht) negatieve effecten verwacht ten aanzien van de visserij, helikopterterverkeer (luchtvaart), niet gesprongen explosieven (NGE), cultuurhistorie en archeologie en bestaande windparken. In cumulatie kunnen deze effecten sterker worden en ook optreden voor de andere onderwerpen die op zichzelf als neutraal zijn beoordeeld.

In deze paragraaf wordt toegelicht welke effecten, in cumulatie met andere bestaande en middels kavelbesluit vergunde windparken, te verwachten zijn. Deze cumulatieve effecten zijn te verwachten voor de visserij en in mindere mate voor archeologie, NGE en recreatievaart. De cumulatieve effecten van bestaande windparken op de elektriciteitsopbrengst worden in hoofdstuk 11 onderzocht.

Visserij

Bij de komst van meer windparken op zee neemt het totale ruimtebeslag toe. Hierdoor wordt een groter gebied gesloten voor de visserij. In totaal bedragen alle aangewezen windenergiegebieden uit de originele

en aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 circa 8% van het NCP.¹⁰⁹ Het gebied dat daardoor verloren gaat voor de visserij betreft gemiddeld gunstige visgronden, waardoor in cumulatie sprake is van beperkte negatieve effecten voor de visserij. Omdat de demersale visserij doorgaans gebruik maakt van kleinere schepen, die minder ver en lang op zee kunnen uitvaren, zal de cumulatieve gebiedssluiting door windparken op het NCP daar meer effect op hebben dan op de pelagische visserij. Bij de locatiekeuze van toekomstige windenergiegebieden worden naar verwachting doorvaartpassages gerealiseerd. Visserijsschepen tot 46 meter mogen hier van gebruik maken waarmee de noodzaak tot omvaren beperkt wordt.

Het toekomstige cumulatieve effect van deze gebiedssluiting voor de visserij wordt mede bepaald door de toekomstige ontwikkelingen in de ecologie van de Noordzee en de beleidsmatige en sociaaleconomische context. De mogelijkheid dat er in de toekomst meer natuurgebieden worden gesloten voor de visserij, en de mogelijke sluiting van Britse wateren na 2025, vergroten dit effect. Het relatieve belang van de visgronden binnen de geplande windenergiegebieden op het NCP zal voor de Nederlandse demersale visserij dan ook toenemen naarmate andere gebieden worden afgesloten en uitwijkmogelijkheden voor de visserij verder worden beperkt.

Archeologie en NGE

Met een groter aantal turbines op de Noordzee wordt ook de kans groter dat archeologische resten worden aangetast of NGE'en worden getroffen. De realisatie van de kavels binnen windenergiegebied IJmuiden Ver vergroot deze kans, al zijn er goede mitigerende maatregelen voor beschikbaar.

Recreatievaart

Voor de recreatievaart zijn de cumulatieve effecten beperkt, omdat deze tot 24 meter wordt toegelaten binnen bepaalde windparken (Prinses Amalia Windpark en Offshore Windpark Egmond aan Zee) en er in sommige andere windparken passagemogelijkheden zijn. Daarbij maakt de recreatievaart met name gebruik maakt van de 10 à 20 km brede zone langs de kust, waardoor gebiedssluitingen verder op zee een beperkt effect hebben.

10.18 Mitigerende maatregelen

Een mogelijke maatregel die de effecten voor de visserijsector kan verzachten is de mogelijkheid voor passieve visserij binnen toekomstige windparken. Echter, onderzoeken laten vooralsnog zien dat voor de betrokken partijen in zijn geheel, de baten momenteel niet op lijken te wegen tegen de kosten.

Door de komst van een windpark in kavel I wordt de separatie-eis van de Helicopter Main Route (HMR) KY650 overschreden. De tiphoogte van turbines binnen de te onderzoeken bandbreedte bedraagt minimaal 261 meter en maximaal 305 meter. Om te voldoen aan een separatie-eis moet de minimale vlieghoogte met minimaal 111 meter en maximaal 155 meter worden verhoogd. Mitigerende maatregelen voor de interferentie op het helikopterverkeer, zoals het verplaatsen van de HMR of het aanpassen (verhogen) van de minimale vlieghoogte, zijn daarom nodig.

Ten aanzien van NGE is veldonderzoek nodig om de veiligheid te garanderen. De locatie van een windturbine en de ligging van pakbekabeling kan hier vervolgens op worden aangepast (micro-siting). Als

¹⁰⁹ Waarvan: 0,60% Borssele, 0,62% Hollandse Kust (zuid), 0,51% Hollandse Kust (noord), 0,59% Hollandse kust (west), 0,27% Ten noorden van de Wadden (totaal), 0,81% IJmuiden Ver, 0,42% IJmuiden Ver Noord, 0,99% Doordewind, 1,48% Lagelander, 1,66% Nederwiek.

dat niet mogelijk is moet het explosief worden geruimd. Zie voor de aanbevelingen het uitgevoerde bureauonderzoek van REASeuro¹⁰⁷. De negatieve effecten kunnen hiermee volledig gemitigeerd worden waardoor de effectbeoordeling neutraal wordt (effectbeoordeling: 0). Ten aanzien van archeologische waarden kan aantasting ook voorkomen worden door micro-siting.

10.19 Leemten in kennis

Het is nog niet volledig bekend hoe de luchtveerkeersveiligheid van het helikopterverkeer van en naar het helikopterlandingsplatform op de TenneT platforms binnen IJmuiden Ver onderzocht of gewaarborgd worden. Het uitgangspunt is dat de hiervoor vrij gehouden ruimte, die in overeenstemming met TenneT is vastgesteld, voldoende is

Buiten de reeds genoemde onderwerpen waarop nader onderzoek plaatsvindt, zijn er voor het milieuaspect overige gebruiksfuncties geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de effectbeschrijving in dit MER.

Buiten de reeds genoemde onderwerpen waarop nader onderzoek plaatsvindt, zijn er voor het milieuaspect overige gebruiksfuncties geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de effectbeschrijving in dit MER.

11 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

11.1 Inleiding

De reden voor het bouwen van windparken op zee is de hernieuwbare elektriciteit die zij opwekken en de uitstoot van schadelijke (broeikasgassen) die daardoor vermeden wordt. Hoe hoger de elektriciteitsopbrengst, hoe beter. In tegenstelling tot de meeste andere hoofdstukken, is het onderzochte milieueffect in dit hoofdstuk dan ook positief van aard.

De hoeveelheid vermeden emissies houdt direct verband met de hoeveelheid opgewekte elektriciteit van een windpark. Hoe meer hernieuwbare elektriciteit een windpark opwekt, hoe minder niet-hernieuwbare elektriciteit door conventionele (fossiele) energiecentrales opgewekt hoeft te worden. En, hoe minder elektriciteit deze energiecentrales opwekken, hoe minder schadelijke (broeikasgas) emissies zij uitstoten.

De belangrijkste beperkende factor in de elektriciteitsopbrengst van windparken op zee is de maximale capaciteit van de aansluiting op het landelijke elektriciteitsnet. Deze bepaalt immers hoeveel van de opgewekte elektriciteit er daadwerkelijk getransporteerd en gebruikt kan worden. Voor de kavels in windenergiegebied IJmuiden Ver is de aansluitcapaciteit vastgesteld op ca. 1 Gigawatt (GW). Het totaal opgestelde vermogen van de windparken binnen deze kavels zal daar dan ook mee overeenkomen.

Daarnaast is de elektriciteitsopbrengst afhankelijk van het aantal turbines en hun maximale vermogen, het windklimaat, maar ook de opstelling en onderlinge tussenafstand van de turbines. Wanneer veel turbines erg dicht op elkaar staan zorgt dit bijvoorbeeld voor een hogere “windafvang”. Windturbines die verderop in de wind staan, kunnen daardoor minder elektriciteit opwekken.

Ondanks de complexe samenhang tussen deze verschillende factoren, kan er nog vóór de bouw van een windpark op zee een goede indicatie van de elektriciteitsopbrengst, en de daardoor vermeden emissies, worden gegeven. Voor dit MER zijn er opbrengstberekeringen voor twee situaties uitgevoerd. De eerste doorgerekende situatie betreft de huidige situatie inclusief een windpark in Kavel I, de tweede betreft een cumulatiesituatie waarbij additioneel nabijgelegen windparken zijn meegenomen waarover nog geen definitief besluit is genomen.

Hierna wordt voor kavel I van windenergiegebied IJmuiden Ver beschreven voor welk alternatief er is gekozen binnen de bandbreedte, volgens welk beoordelingskader dit alternatief onderzocht wordt, en ten opzichte van welk nulalternatief de beoordeling plaatsvindt. Vervolgens worden de effecten beschreven en beoordeeld, en wordt stilgestaan bij cumulatie-effecten en eventuele mitigerende maatregelen en leemten in kennis.

11.2 Te beschouwen bandbreedte en alternatieven

De fysieke omvang van een windpark bepaalt voor een belangrijk deel de negatieve milieueffecten die door het windpark optreden. In de te beschouwen bandbreedte voor dit MER staan dan ook met name onderwerpen die hierop betrekking hebben, zoals het maximaal aantal turbines per kavel of de maximale rotordiameter. Hoewel deze onderwerpen ook invloed hebben op de elektriciteitsopbrengst, hangt deze met name af van het totaal opgesteld vermogen van ca. 1 GW per kavel.

In eerdere MER's is gebleken dat het voor de elektriciteitsopbrengst niet significant is of er 1GW aan opgesteld vermogen wordt gehaald met een hoger aantal kleinere turbines (67 x 15 MW = 1.005MW), of met een kleiner aantal grotere turbines (50 x 20 MW = 1.000 MW). Daarom wordt er in dit hoofdstuk één enkel alternatief binnen de bandbreedte van dit MER onderzocht. De kenmerken van het alternatief staan in Tabel 11.1 en zijn gebruikt als invoer voor het rekenmodel van de opbrengstberekening.

Er is gekozen voor een alternatief met het maximaal mogelijke aantal turbines met een nominaal vermogen van 15 MW per turbine. Op het moment van schrijven is er nog vrijwel geen praktijkervaring of gebruiksdata van 15 MW turbines. Daarom is er in de berekeningen gebruik gemaakt van de turbinekenmerken die door de IEA zijn opgesteld voor een 15 MW referentie(onderzoeks-)turbine met een rotordiameter van 240 meter en een ashoogte van 150 meter (Offshore reference-15.000 IEA).

Tabel 11.1 Onderzocht alternatief voor Elektriciteitsopbrengst en Vermeden emissies

Onderwerp	Bandbreedte MER	Alternatief 15 MW
Aantal turbines	Maximaal 67	67
Windturbintype (referentie)	n.v.t.	Offshore reference-15.000 (IEA)
Nominaal vermogen van windturbine	Minimaal 15 MW	15 MW
Rotordiameter	236 – 280 m	240 m
Tiplaagte	Minimaal 25 m	30 m
Tiphoogte	Maximaal 305 m	270 m
Ashoogte	n.v.t.	150 m

Voor de ontwikkeling van windenergie geldt dat het maximale nominale vermogen van de nieuwste generatie windturbines steeds verder toeneemt. De vermogensdichtheid van het rotoroppervlak geeft een relatie tussen rotordiameter en het nominaal vermogen van een turbine. Tabel 11.2 laat deze relatie zien voor verschillende afmetingen en vermogens en biedt een houvast voor mogelijke afmetingen die toekomstige turbines met een nominaal vermogen tot 20 MW kunnen hebben.

De gekozen referentieturbine, met een nominaal vermogen van 15 MW en een rotordiameter van 240 meter heeft een vermogensdichtheid van ca. 330 tot 340 W/m². Een 20 MW turbine met een vergelijkbare vermogensdichtheid zal dan een rotordiameter van circa 278 tot 274 meter kennen.

Tabel 11.2 Relatie tussen rotordiameter, nominaal vermogen, en de vermogensdichtheid van het rotoroppervlak.
Rotordiameters buiten de bandbreedte van dit MER zijn grijs gearceerd. Bron: ECN.

Nominaal vermogen van turbine	15 MW	16 MW	17 MW	18 MW	19 MW	20 MW
Vermogensdichtheid rotoroppervlak (W/m²)						
250	276	285	289	297	305	313
260	271	280	289	297	305	313
270	266	275	283	291	299	307
280	261	270	278	286	294	302
290	257	265	273	281	289	296
300	252	261	269	276	284	291
310	248	256	264	272	279	287
320	244	252	260	268	275	282
330	241	248	256	264	271	278
340	237	245	252	260	267	274
350	234	241	249	256	263	270
360	230	238	245	252	259	266
370	227	235	242	249	256	262
380	224	232	239	246	252	259
390	221	229	236	242	249	256
400	219	226	233	239	246	252
410	216	223	230	236	243	249
420	213	220	227	234	240	246
430	211	218	224	231	237	243
440	208	215	222	228	234	241
450	206	213	219	226	232	238
460	204	210	217	223	229	235
470	202	208	215	221	227	233
480	199	206	212	219	224	230
490	197	204	210	216	222	228
500	195	202	208	214	220	226
510	194	200	206	212	218	223
520	192	198	204	210	216	221

11.3 Beoordelingskader

De beoordelingscriteria die gebruikt worden om de effecten op de elektriciteitsopbrengst en de vermeden emissies te beoordelen staan in Tabel 11.3 en zijn kwantitatief van aard.

Tabel 11.3 Overzicht deelaspecten en beoordelingscriteria voor Elektriciteitsopbrengst en Vermeden emissies

Deelaspecten	Beoordelingscriteria
Elektriciteitsopbrengst	Elektriciteitsopbrengst [MWh per jaar]
Vermeden emissies	CO ₂ -emissie reductie [ton per jaar]
	SO ₂ -emissie reductie [ton per jaar]
	NO _x -emissie reductie [ton per jaar]

11.4 Berekende situaties

Een windpark in Kavel I van windenergiegebied IJmuiden Ver kan door ‘windafvang’ negatieve effecten hebben op de opbrengst van andere windparken op zee. Op diezelfde wijze kan een windpark in Kavel I dit ook ondervinden van andere parken. Het wel of niet meenemen van deze windparken in de opbrengstberekeringen kan de berekende elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies beïnvloeden.

In de berekeningen wordt daarom rekening gehouden met twee scenario's. De huidige situatie omvat alle windparken die gerealiseerd of in aanbouw zijn, of waarvoor een definitief kavelbesluit is genomen. Omdat het effect van windparken die verder liggen dan 50 kilometer minimaal is, worden die niet in de berekening meegenomen. Van alle Nederlandse windparken binnen 50 kilometer zijn op het moment van schrijven enkel voor het noordelijke deel van Hollandse kust (west) definitieve kavelbesluiten genomen.

De cumulatiesituatie omvat alle windparken uit de Routekaart 2030, en de ontwikkelingen in het buitenland. Ook voor de cumulatiesituatie geldt dat windparken verder dan 50 kilometer niet zijn meegenomen.

In de huidige situatie zijn, naast het windpark in Kavel I, windparken in twee gebieden meegenomen:

- het noordelijke deel van windenergiegebied Hollandse kust (west) met een opgesteld vermogen van 1,42 GW
- het Engels windenergiegebied Wind Farm East Anglia 3 met een opgesteld vermogen van 1,4 GW¹¹⁰.

In de cumulatiesituatie zijn, naast de windparken uit de huidige situatie, ook de windparken in de volgende windenergiegebieden meegenomen:

- de overige drie kavels binnen windenergiegebied IJmuiden Ver met een gezamenlijk opgesteld vermogen van 3 GW,
- twee kavels binnen windenergiegebied IJmuiden Ver noord met een gezamenlijk opgesteld vermogen van 2 GW,
- een kavel binnen het zuidelijke deel van windenergiegebied Hollandse kust (west) met een opgesteld vermogen van 760 MW,
- het windenergiegebied Nederwiek Zuid met een opgesteld vermogen van 2 GW, en

¹¹⁰ WF East Anglia 3 heeft de status “Consented”. Bron: <https://www.thecrownestate.co.uk/en-gb/wat-we-do/asset-map/>, geraadpleegd 13-04-2022

- twee Britse windenergiegebieden binnen Norfolk Vanguard East en Norfolk Boreas met een opgesteld vermogen van 3,6 GW (twee keer 1,8 GW).

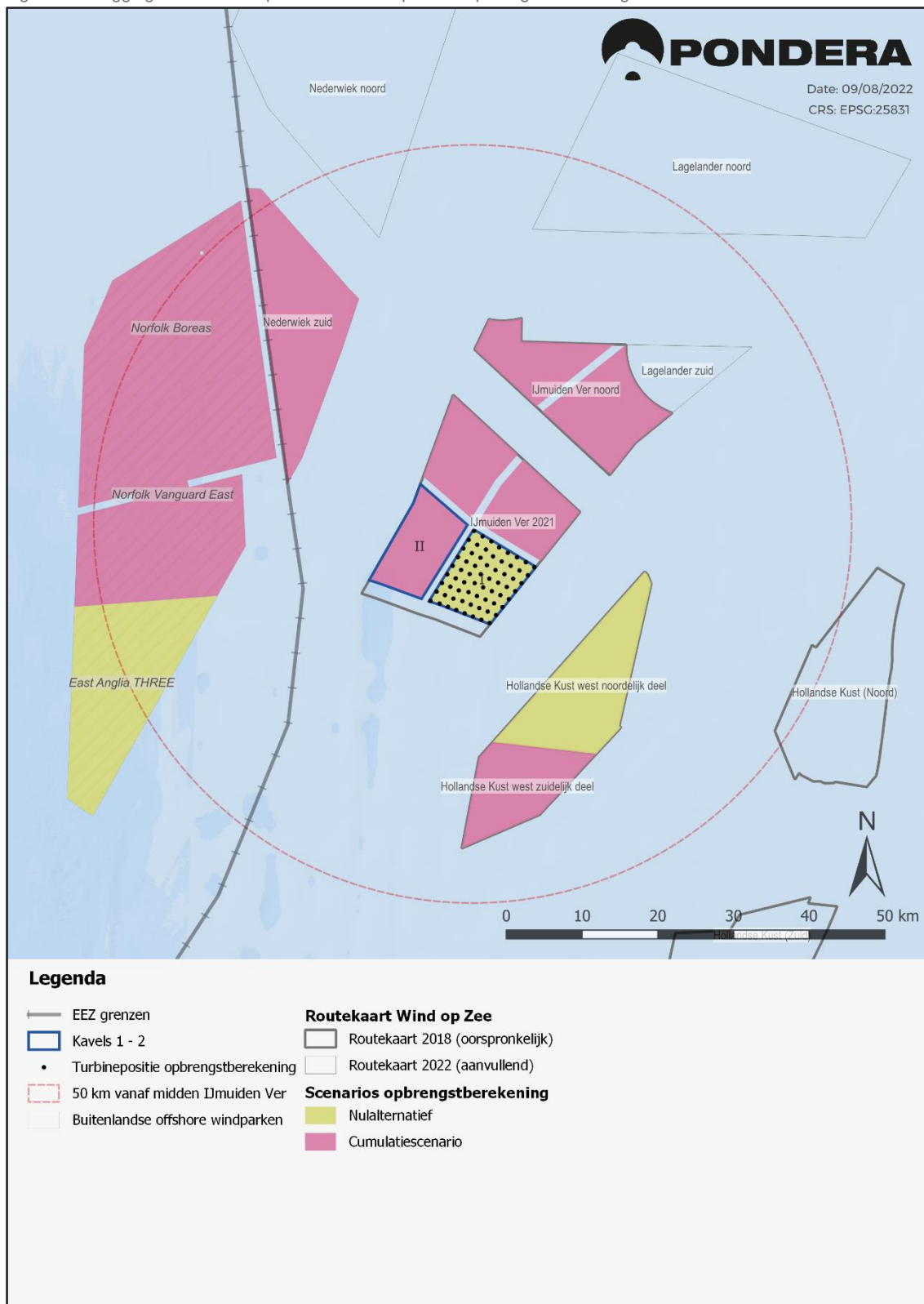
In Tabel 11.4 is aangegeven welke windparken in de opbrengstberekeringen zijn meegenomen voor de huidige situatie, inclusief een windpark in Kavel I. Ook is er aangegeven welke windparken er daarnaast zijn meegenomen in de opbrengstberekening van de cumulatiesituatie (zie ook 11.7 Cumulatie).

Tabel 11.4 Kavels van windenergiegebieden op zee die onderdeel zijn van het nulalternatief of het cumulatiescenario

Windenergiegebied, kavel(s)	Land	Opgesteld vermogen	Meegenomen in
IJmuiden Ver Kavel I	NL	1 GW	Huidige situatie + cumulatiesituatie
Wind Farm East Anglia 3	GB	1,4 GW	Huidige situatie + cumulatiesituatie
Hollandse Kust (west) kavel VI - VII	NL	1,42 GW	Huidige situatie + cumulatiesituatie
Hollandse Kust (west) kavel VIII ¹¹¹	NL	0,76 GW	Cumulatiesituatie
IJmuiden Ver Kavel II-III-IV	NL	3 GW	Cumulatiesituatie
IJmuiden Ver Noord kavel V-VI	NL	2 GW	Cumulatiesituatie
Nederwiek Zuid	NL	2 GW	Cumulatiesituatie
Norfolk Vanguard East	GB	1,8 GW	Cumulatiesituatie
Norfolk Boreas	GB	1,8 GW	Cumulatiesituatie

¹¹¹ De tenderdatum voor dit windenergiegebied is indicatief.

Figuur 11.1 Ligging Offshore windparken en turbineposities opbrengstberekening



11.5 Effectbeschrijving

Het vermogen van een windturbine wordt uitgedrukt in megawatt (MW). De netto elektriciteitsopbrengst van een windturbine wordt uitgedrukt in MWh of kWh en hangt hoofdzakelijk af van een aantal factoren:

- De locatie van de turbine: op open zee waait het harder dan op land;
- Het rotoroppervlak: hoe langer de bladen, des te groter het rotoroppervlak en hoe meer wind wordt omgezet in elektriciteit;
- Oriëntatie van de opstelling ten opzichte van de overheersende windrichting (zuidwesten) en onderlinge afstand tussen de windturbines bepalen de mate waarin de ene windturbine wind afvangt voor de andere (zogeffect);
- De hoogte van de windturbine: op grotere hoogte waait het harder en is de windstroom minder turbulent.

De afstand tussen de turbines en de oriëntatie van het windpark zijn bepalende factoren voor de 'windafvang'. Dit zogenaamde zogeffect (of wake-effect) is het effect waarbij het windveld van een turbine wordt verstoord door de aanwezigheid van andere turbines. Door zogeffecten neemt de opbrengst van een windpark af. Zogeffecten worden kleiner naarmate de afstand tussen windturbines groter wordt. De te verwachten energieopbrengst is tevens afhankelijk van de bedrijfszekerheid van de windturbines en hangt mede af van weersomstandigheden en seizoenen (het windklimaat).

11.5.1 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

Om de vergelijking tussen hernieuwbare en conventionele (fossiele) energiebronnen te maken voor wat betreft reductie van schadelijke (broeikasgas) emissies, wordt de substitutiemethode van RVO gebruikt zoals beschreven in het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie – Herziening 2015. Met deze methode wordt elke bijdrage van een hernieuwbare energiebron teruggerekend naar de theoretische energie-inhoud van de te vervangen conventionele energiebron. Dit is het vermeden verbruik van fossiele primaire energie.

Deze substitutiemethode maakt het mogelijk de verschillende energiebronnen (en ook warmte, elektriciteit en gas) op gelijke basis met elkaar te vergelijken en sluit aan bij de gedachte dat het verbruik van hernieuwbare energie vooral als gewenst wordt gezien vanwege het vermijden van het verbruik van fossiele primaire energie en de gerelateerde broeikasgasemissies. De reductie van CO₂, NO_x en SO₂ wordt bepaald aan de hand van de elektriciteitsopbrengst en emissiefactoren per hoeveelheid geproduceerde energie. De in dit hoofdstuk gebruikte kentallen en toelichting zijn weergegeven in Tabel 11.5.

Tabel 11.5 Kentallen substitutiemethode vermeden emissies

Kentallen	Waarde	Toelichting
Elektriciteitsverbruik per woning	2.730 kWh per jaar	Woning is gedefinieerd als BAG-object met woonfunctie. (CBS, referentiejaar 2021).
Rendement elektriciteitscentrales	46,9 %	Elektrisch rendement op primaire fossiele energie (Lower Heating Value). (CBS, referentiejaar 2019).
Emissiefactor CO2	64,0 kg/GJ	Uitstoot per GJ geproduceerde primaire energie door centrale, stationaire energiebronnen. (CBS, referentiejaar 2019).
Emissiefactor NOx	0,03 kg/GJ	Uitstoot per GJ geproduceerde primaire energie door centrale, stationaire energiebronnen. (CBS, referentiejaar 2019).
Emissiefactor SO2	0,02 kg/GJ	Uitstoot per GJ geproduceerde primaire energie door centrale, stationaire energiebronnen. (CBS, referentiejaar 2019).

In Tabel 11.6 is de energieopbrengst van het onderzochte alternatief weergegeven. Ook de emissiereductie van CO₂, NO_x en SO₂ zijn berekend en zijn uitgedrukt in ton per jaar. De energieopbrengstwaarden zijn berekend met het rekenmodel WindPro en zijn hier nadrukkelijk ter indicatie opgenomen, aangezien de opbrengst afhankelijk is van het daadwerkelijk te bouwen windturbintype en de uitgangspunten als parkeffecten en windsnelheid.

Bij de bepaling van de energieopbrengst wordt onderscheid gemaakt tussen bruto-, park- en netto energieopbrengst. De bruto energieopbrengst is de opbrengst zonder (omgeving gerelateerde) opbrengstverliezen. De park energieopbrengst neemt alleen de verliezen door zogeffecten mee. In bijlage 10 zijn de berekeningen van de bruto- en park energieopbrengst uit WindPro opgenomen. Naast zogeffecten leiden andere factoren ook tot opbrengstverliezen. Op basis van expert judgement zijn verliespercentages ingeschat. Dit zijn schattingen op basis van ervaring bij andere windparken. De netto energieopbrengst houdt rekening met al deze verliespercentages.

Tabel 11.6 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies op basis van de gekozen referentieturbine (daadwerkelijke turbinekeuze vindt later plaats door de vergunninghouder).

Onderwerp	Resultaat Alternatief 15 MW
Gemiddelde windsnelheid op ashoogte	10,1 m/s
Bruto elektriciteitsopbrengst	5.465.640 MWh/j
Zogverlies	12,8 %
Park elektriciteitsopbrengst	4.766.665 MWh/j
Beschikbaarheidsverliezen	5,2 %
Prestatieverliezen	2,0 %
Elektraverliezen	3,6 %
Omgevingsverliezen	2,5 %
Curtaiment-verliezen	0 %
Totale verliezen t.o.v. bruto opbrengst ¹¹²	23,8 %
Netto elektriciteitsopbrengst	4.163.872 MWh/j

¹¹² Het totale verliespercentage is niet gelijk aan de som, maar aan het product van individuele verliezen. Dit komt doordat de verliezen onderling afhankelijk zijn. Het totale verliespercentage wordt gevonden met de volgende formule: Totale verliezen = 1 - (1 - P1) * (1 - P2) * ... * (1 - Px) met Px = individueel opbrengstverlies X uitgedrukt in %.

CO ₂ -reductie	2.022.006 ton/j
NO _x -reductie	1.081 ton/j
SO ₂ -reductie	630 ton/j

11.5.2 Benodigde energie voor productie, bouw, onderhoud en verwijdering

Het bouwen, onderhouden en verwijderen van een windpark kost energie en heeft daarmee een impact op het milieu. Al binnen één jaar tijd heeft een windpark méér energie opgewekt dan er wordt gebruikt in zijn hele levenscyclus. Deze energetische terugverdientijd van windturbines en windparken wordt door al een ruime tijd door verschillende (wetenschappelijke) bronnen bevestigd.^{113,114,115}

Ter indicatie, Siemens Gamesa Renewable Energy heeft voor offshore windpark met 8 MW turbines een levenscyclusbeoordeling (Life Cycle Assessment – LCA) uit gevoerd volgens internationale standaarden.¹¹⁶ Daarbij wordt bekeken welke energie en materialen er gedurende de hele levenscyclus van het windpark nodig zijn, en welke milieu-impact die hebben. Daaruit blijkt een energetische terugverdientijd van circa 7 maanden. Tijdens de hele levenscyclus produceert het windpark ruim 40 keer meer energie dan het gebruikt. Zolang in de levenscyclus ook fossiele brandstoffen worden gebruikt heeft windenergie een kleine, indirecte CO₂ uitstoot.

De CO₂ uitstoot over de hele levenscyclus van het hierboven onderzochte windpark bedraagt 6 gram per kWh. Voor kolencentrales ligt dit circa tussen de 700 en 1.700 gCO₂eq/kWh, en voor gascentrales tussen de 300 en 900 gCO₂eq/kWh.¹¹⁷ Van de totale milieu-impact van het onderzochte windpark, uitgedrukt in gram CO₂-equivalent per kWh, is 71% afkomstig van het winnen van grondstoffen en de verwerking ervan tot de juiste materialen, met name staalproductie (44%). Het bouwen van de componenten heeft hierin een bijdrage van 6%, en de installatie en exploitatie 23%. De ontmanteling van het windpark kan deze milieu-impact met bijna 20% reduceren wanneer de gebruikte materialen gerecycled worden. Voor een verdere reductie zijn afspraken tussen alle partijen in de waardeketen nodig.

11.5.3 Bijdrage aan Nederlandse doelstelling voor duurzame energie

Het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik bedroeg 11,5% in 2020¹¹⁸. De Rijksoverheid wil het percentage duurzame energie laten groeien. De Rijksoverheid heeft zich tot doel gesteld in 2023 16% van de verbruikte energie duurzaam op te wekken.

¹¹³ Karl R. Haapala and Preedanood Prempreeda, Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind Turbines. In: Int. J. Sustainable Manufacturing, Vol. 3, No. 2, 2014, <http://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2014/06/turbines.pdf>

¹¹⁴ Karl R. Haapala and Preedanood Prempreeda, Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind Turbines. In: Int. J. Sustainable Manufacturing, Vol. 3, No. 2, 2014, <http://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2014/06/turbines.pdf>

¹¹⁵ Banou, A., Laurent, A., & Olsen, S. I. (2016). Life cycle assessment of onshore and offshore wind energy - from theory to application. Applied Energy, 180, 327-337. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.058>

¹¹⁶ Simens Gamesa Renewable Energy, A clean energy solution – from cradle to grave, Environmental Product Declaration SG 8.0-167 DD.

¹¹⁷ IPCC 2014, Chapter 7 – Energy Systems. Bron: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter7.pdf Geraadpleegd 10-08-2022.

¹¹⁸ Hernieuwbare energie; verbruik naar energiebron, techniek en toepassing. Bron: <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/84917NED>. Geraadpleegd 13-04-2022

Voor het berekenen van de bijdrage van het windpark aan een duurzame energieproductie is uitgegaan van het verbruik in 2020. Toen bedroeg het landelijke energieverbruik 1.994 PJ (waarvan ca. één vijfde elektriciteit) Dit is gelijk aan 540 TWh en wordt ook wel het totaal bruto energetisch eindverbruik genoemd. Kavel I in windenergiegebied IJmuiden Ver levert met een energieproductie van 4.195 GWh (Alternatief 15 MW) een extra bijdrage van 0,77 %-punt aan een duurzame energieproductie (t.o.v. van 2020) en komt overeen met het elektriciteitsverbruik van circa 1.525.000 huishoudens¹¹⁹.

11.6 Effectbeoordeling

De effecten op de deelaspecten elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie worden zeer positief beoordeeld (effectbeoordeling: ++), zie Tabel 11.7.

Tabel 11.7 Overzicht effectbeoordeling elektriciteitsopbrengst en emissiereductie zonder mitigatie

Deelaspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling Alternatief 15 MW
Elektriciteitsopbrengst	Elektriciteitsopbrengst	++
Vermeden emissies	CO ₂ -emissie reductie	++
	SO ₂ -emissie reductie	++
	NO _x -emissie reductie	++

11.7 Cumulatie

Bij de verdere invulling van windenergiegebieden op de Nederlandse en Britse Noordzee zal de productie van duurzame energie verder toenemen. In cumulatie treden dan ook meer positieve effecten op ten aanzien van de elektriciteitsopbrengst en de vermeden emissies.

Echter, door de toename aan windparken in elkaars nabijheid nemen onderlinge zogeffecten toe. Hierdoor kunnen de elektriciteitsopbrengst, en daarmee de positieve effecten, verminderen. Om deze effecten te kunnen duiden is er een tweede opbrengstberekening uitgevoerd. Die berekening gaat niet uit van de huidige situatie, maar van de cumulatiesituatie. In Tabel 11.4 is opgenomen welke Nederlandse en Britse windparken onder dit scenario vallen.

De resultaten in Tabel 11.8 laten, ten opzichte van de huidige situatie, een toename in zogverlies zien voor kavel I van windenergiegebied IJmuiden Ver. Door de toename van die zogeffecten is ook de elektriciteitsopbrengst en hoeveelheid vermeden emissies kleiner. Het aantal vollasturen per jaar neemt af van 4.143 tot 3.770 dankzij de 'windafvang' van andere windparken. De zogverliezen zijn met 7,8 procentpunt toegenomen van 12,8% tot 20,6%, en de Netto elektriciteitsopbrengst neemt af met 9% van 4.164 GWh/j tot 3.789 GWh/j. De hoeveelheid vermeden emissie neemt hierdoor ook af met 9%.

Onzekerheid berekening zogverliezen

¹¹⁹ Dit is niet hetzelfde als dat de elektriciteit ook daadwerkelijk naar zoveel huishoudens toegaat en wordt gebruikt door huishouders. Dit geeft een indicatie van de omvang van de opwek, maar de elektriciteit zal het openbare elektriciteitsnetwerk voeden en worden afgenomen door in potentie alle elektriciteitsgebruikers die op het openbare elektriciteitsnetwerk zijn aangesloten.

Voor de berekening van de zogverliezen is gebruikt gemaakt van de beschikbare wake-modellen binnen windPRO. Deze zijn met name geschikt voor het modelleren van zogverlies (wakes) binnen kleinere windparken, en minder geschikt voor de cumulatieve opbrengstberekening zoals hierboven. Hoewel deze modellen zich blijven verbeteren, neemt de complexiteit van de berekeningen snel toe naarmate er een groter gebied wordt gemodelleerd waarin de opeenstapeling van wake-effecten minder goed kan worden gemodelleerd.

De praktijk leert dat de wake-verliezen in deze gevallen vaak worden onderschat, zowel in lengte van de wake als in intensiteit. De genoemde resultaten zijn gebaseerd op het PARK-2 model. Dit model is gevalideerd op basis van productiedata van bestaande windparken en heeft daardoor een empirische grondslag. Om de onzekerheid binnen de wake-modellering te tonen is een tweede model (Ainslie) gebruikt. Dit leidt tot een verschil van 2,07% op windparkniveau.

Binnen de windenergie-sector vindt veel en grootschalig onderzoek plaats om de offshore gebieden beter te kunnen modelleren en de onderliggende, vaak complexe, fysische processen beter te begrijpen. Dit toont aan dat er nog geen consensus bestaat welke methodiek het meest nauwkeurig en geschikt is. Voor het huidige MER is het doel om de verschillen aan te tonen tussen scenario's. De gebruikte modellen zijn hiervoor voldoende geschikt.

Tabel 11.8 Cumulatiescenario: elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies op basis van de gekozen referentieturbine (daadwerkelijke turbinekeuze vindt later plaats door de vergunninghouder).

Onderwerp	Resultaat Alternatief 15 MW Cumulatie
Gemiddelde windsnelheid op ashoogte	10,1 m/s
Bruto elektriciteitsopbrengst	5.465.640 MWh/j
Zogverlies	20,6 %
Park elektriciteitsopbrengst	4.336.913 MWh/j
Beschikbaarheidsverliezen	5,2 %
Prestatieverliezen	2,0 %
Elektraverliezen	3,6 %
Omgevingsverliezen	2,5 %
Curtaiment-verliezen	0 %
Totale verliezen t.o.v. bruto opbrengst ¹²⁰	30,7 %
Netto elektriciteitsopbrengst	3.788.801 MWh/j
CO ₂ -reductie	1.839.868 ton/j
NO _x -reductie	984 ton/j
SO ₂ -reductie	573 ton/j

¹²⁰ Het totale verliespercentage is niet gelijk aan de som, maar aan het product van individuele verliezen. Dit komt doordat de verliezen onderling afhankelijk zijn. Het totale verliespercentage wordt gevonden met de volgende formule: Totale verliezen = $1 - (1 - P_1) * (1 - P_2) * \dots * (1 - P_x)$ met P_x = individueel opbrengstverlies X uitgedrukt in %.

11.8 Mitigerende maatregelen

Het milieuaspect elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies kent enkel positieve milieu effecten. Daarom bestaan er geen mitigerende maatregelen. Wel is het mogelijk dat mitigerende maatregelen ten behoeve van andere milieuaspecten leiden tot een lagere opbrengst, bijvoorbeeld door stilstandvoorzieningen. Naar verwachting is het effect van deze maatregelen op de elektriciteitsopbrengst echter gering in verhouding tot de totale opbrengst van het windpark.

11.9 Leemten in kennis

Het milieuaspect elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies kent significante leemten in kennis. Naar verwachting geven de opbrengstberekeringen in dit hoofdstuk een goede indicatie van de werkelijk te behalen opbrengst. Met een windmeetcampagne kan een meer accurate benadering van het windklimaat worden gesimuleerd die leidt betrouwbaardere resultaten, echter zijn deze niet beschikbaar op het moment van schrijven en zal deze naar verwachting door de uiteindelijke vergunninghouder worden uitgevoerd. Ook zijn er momenteel geen gegevens van daadwerkelijk in productie zijnde 15 MW offshore turbines beschikbaar. Er in de berekeningen gebruik gemaakt van de turbinekenmerken die door de IEA zijn opgesteld voor een fictieve, 15 MW onderzoeks-turbine (Offshore reference-15.000 IEA). Het gebruik hiervan leidt naar verwachting niet tot significant andere resultaten.

12 Conclusie

12.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een conclusie van dit MER. In paragraaf 12.2 is kort het wettelijk kader aangegeven waaraan de bevindingen van de effectbeoordeling in de voorgaande hoofdstukken getoetst zijn. Paragraaf 12.3 geeft een overzicht van de milieubeoordeling. Paragraaf 12.4 gaat in op de cumulatie van effecten, en paragraaf 12.5 licht de effecten toe die landgrensoverschrijdend zijn. Paragraaf 12.6 geeft mogelijke mitigerende maatregelen weer. In paragraaf 12.7 is het voorkeursalternatief beschreven. Het voorkeursalternatief bestaat in dit MER uit een bandbreedte die gehanteerd wordt in het kavelbesluit inclusief te nemen mitigerende maatregelen. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een paragraaf over leemten in kennis en informatie (12.8) en een paragraaf over monitoring en evaluatie (12.9).

12.2 Toetsing aan wettelijk kader

Enige sterfte van vogels, vleermuizen en vissen en afname van populaties zeezoogdieren zijn niet op voorhand uit te sluiten. De toets die ingevolge de Wet natuurbescherming (Wnb) dient te worden uitgevoerd, wordt conform de Wet windenergie op zee geïntegreerd in het kavelbesluit. Het bevoegd gezag beschikt middels artikel 7 Wet windenergie op zee over een vrijstellingsbevoegdheid in het kader van de soortenbescherming van de Wnb. Ten behoeve van de toetsing aan de Wnb voor de gebiedsbescherming is een Passende Beoordeling uitgevoerd. Uit deze Passende Beoordeling blijkt dat significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden uitgesloten kunnen worden.

Kader 12.1 Stikstof

In de Passende Beoordeling is ook ingegaan op het effect van stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden als gevolg van de aanleg, exploitatie en verwijdering van een windpark. Hieronder volgt een korte samenvatting. De AERIUS-calculator¹ kan de verspreiding van stikstofemissies door de lucht simuleren, en daarmee berekenen welke deposities hierdoor verwacht worden ter plaatse van stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden. De AERIUS-calculator (versie 2022) laat enkel resultaten zien op maximaal 25 km van de emissiebron. Dit is gedaan op basis van een kabinetsbesluit (kamerbrief 9 juli 2021 (kenmerk DGS / 21173346) omdat effecten op grotere afstanden conform wetenschappelijke rapportages met de huidige rekeninzichten niet tot individuele projecten zijn toe te wijzen. Binnen deze afstand van 25 km van relevante emissiebronnen (buiten het heersende verkeersbeeld) zijn geen Natura 2000-gebieden gelegen waarbinnen stikstofgevoelige habitattypen zijn gelegen. Daarmee kan geconcludeerd worden dat er geen significant negatieve effecten als gevolg van stikstofdepositie worden verwacht tijdens de aanlegfase van IJmuiden Ver kavel I.

Om toch ook een beeld te geven wat de depositie is verder dan 25 km van de relevante emissiebronnen, zijn resultaten uit AERIUS gebruikt om de depositie te extrapoleren. Op basis van de worst-case aanname van een voorzichtige procentuele afname naar mate de afstand tot de emissiebron groter wordt, is de depositiewaarde ter hoogte van de haven van IJmuiden en omliggende Natura 2000-gebieden 0,00 mol/ha/jaar. Op basis van de resultaten van deze extrapolatie is ook niet te verwachten dat de aanlegfase tot significant negatieve effecten leidt voor stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden.

Voor de exploitatiefase kan een depositie nagestreefd worden van (afgerond) 0,00 mol NO_x/ha/jaar.

De stikstofdeposities in Duitsland en België door de aanleg en het onderhoud van kavel I zijn (veel) lager dan de daar gehanteerde drempelwaarden.

Dat betekent concreet dat, binnen de kaders van de Wet natuurbescherming, kavel I op het gebied van stikstof uitvoerbaar is.

Overige wet- en regelgeving is waar relevant besproken in de diverse aspectenhoofdstukken en waar nodig vertaald naar concrete normen. Bijvoorbeeld in het hoofdstuk onderwaterleven is de normstelling beschreven om een maat voor aanvaardbare populatiereductie te bepalen voor bruinvissen. Het planologische beschermingsregime ten aanzien van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), nu genaamd Natuurnetwerk Nederland, is van toepassing op de gehele Noordzee (EEZ). In paragraaf 2.3 van bijlage 4 is aangegeven hoe de werking van het beschermingsregime voor het Natuurnetwerk Nederland (NNN) in het Nederlandse Noordzeegebied eruitziet.

12.3 Effecten binnen de bandbreedte

In de voorgaande hoofdstukken zijn de alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie beschouwd en beoordeeld. In deze paragraaf worden de effecten binnen de alternatieven samengevat zonder uitvoering van mitigerende maatregelen voor kavel I. De alternatieven bestaan in dit MER uit de uitersten per aspect die binnen de bandbreedte mogelijk zijn. Het gaat er in dit MER niet om een keuze voor één van beide alternatieven te maken, maar om na te gaan wat de effecten zijn die kunnen optreden bij windparken die binnen de bandbreedte aangelegd worden.

De volgende tabellen geven de beoordelingen van de alternatieven voor kavel I weer per aspect naar de verschillende beoordelingscriteria. Hierbij is uitgegaan van een 7 puntenschaal (inclusief marginale effecten: 0/- en 0/+) zoals gehanteerd in de hoofdstukken met de effectbeschrijving en -beoordeling. De tabellen worden vervolgens per aspect besproken. Omdat er in dit hoofdstuk een samenvatting van de effectbeoordeling van de voorgaande hoofdstukken wordt gegeven, is de omschrijving van de beoordelingscriteria vereenvoudigd.

In dit MER is een bandbreedte beoordeeld op milieueffecten. Voor zover mogelijk in het kader van het MER is onderzocht wat de maximale bandbreedte is, waarbinnen de effecten zich kunnen voordoen. In dit licht is per aspect onderzocht wat de worst case en de best case situatie is. Deze kunnen per aspect verschillend zijn.

12.3.1 Morfologie en hydrodynamica

Voor het aspect morfologie en hydrodynamica zijn de twee alternatieven onderzocht waarvan verwacht wordt dat de milieueffecten het meest uiteen zullen lopen. Dit zijn de alternatieven waarbij het plaatsen van de fundering en het aanbrengen van de bodembescherming leidt tot de minste respectievelijk de meeste bodemberoering. Hieronder staan deze twee alternatieven beschreven. De effectbeoordeling staat in Tabel 12.1.

- Alternatief 1 (minste bodemberoering, **best case**): een 15 MW-turbine op een monopile fundering met een doorsnede van 10 meter. Erosiebescherming (stortstenen): drie maal de diameter van de voet.
- Alternatief 2 (meeste bodemberoering, **worst case**): een 20 MW-turbine op een gravity based fundering met een doorsnede van 50 meter ter plaatse van de zeebodem. Erosiebescherming (stortstenen): drie maal de diameter van de voet.

Tabel 12.1 Effectbeoordeling morfologie en hydrologie kavel I

Aspect (gedurende aanleg, onderhoud en exploitatie)	Alternatief 1 (15 MW)	Alternatief 2 (20 MW)
Golven	0	0
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0	0/-
Waterdiepte en bodemvormen	0	0
Bodemsamenstelling	0	0
Troebelheid en waterkwaliteit	0	0
Stratificatie	0	0
Sedimenttransport	0	0
Kustverdediging	0	0

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik, de verwijdering en het onderhoud van het geplande windpark en de kabels zijn zeer beperkt van omvang. Daarnaast zijn de effecten tijdens de aanleg en verwijdering tijdelijk van aard. De veranderingen, voor zover deze optreden, zijn zeer gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied.

Door de relatief geringe afmetingen van de funderingspalen, de relatief grote onderlinge afstand tussen de windturbines en het aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving van de funderingspalen en het parkbekabelingtracé en is van tijdelijke aard. Alleen bij een gravity-based fundering (de worst case, alternatief 2) zijn de effecten door de grotere dimensies van de fundering iets groter en scoort daarmee licht negatief.

Wat betreft het verschil tussen 1 of 3 meter diep ingraven van de kabels is dat blootspoeling van de kabel eerder optreedt wanneer 1 meter diep wordt ingegraven, met als gevolg dat er een grotere kans is dat de kabel opnieuw op diepte gebracht moet worden. Echter heeft het leggen van een kabel op 3 meter diepte meer effect als het gaat om het bodemverstoorde oppervlak door de trencher en zal er verhoging van de troebelheid optreden door opgewoeld sediment wanneer 3 in plaats van 1 meter wordt ingegraven. Dit valt echter nog steeds ruimschoots binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek van de Noordzee.

12.3.2 Vogels en vleermuizen

Alternatief 1 (67 x 15MW turbines) leidt tot enkele tientallen vogelslachtoffers méér dan Alternatief 2 (50 x 20 MW-turbines). Dit verschil in aantal vogelslachtoffers is dusdanig gering dat het niet in de score tot uitdrukking komt. Op basis van de huidige kennis wordt verwacht dat Alternatief 1, met meer en kleinere turbines, een groter aantal vleermuisslachtoffers oplevert (naar schatting 67) dan Alternatief 2 (naar schatting 50). Alternatief 2 is daarom het meest milieuvriendelijke alternatief bezien vanuit vogels en vleermuizen, voornamelijk door het geringere aantal aanvaringslachtoffers dan bij het andere alternatief met meer turbines. De complete effectbeoordeling is samengevat in Tabel 12.2.

Tabel 12.2 Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven voor het windpark in IJmuiden Ver op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	67 * 15 MW ø 236 m	50 * 20 MW ø 280 m
<u>Aanlegfase vogels</u>		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
<u>Gebruiksfase vogels</u>		
Lokale zeevogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
Broedende (kolonie) vogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0/-	0/-
- indirecte effecten	0/-	0/-
Trekvogels		

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	67 * 15 MW ø 236 m	50 * 20 MW ø 280 m
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
<u>Verwijderingsfase vogels</u>		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
<u>Vleermuizen</u>		
- aanvaringen	--/-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0/-	0/-

Er is ook ingegaan op het verwachte effect van tweebladige in plaats van driebladige turbines. Als er rekening wordt gehouden met het feit dat een vogel in aanraking kan komen met een wiek minder per turbine, maar de draaisnelheid gemiddeld wel wat hoger ligt van de bladen (circa 1,33x), dan treden naar verwachting minder slachtoffers op bij tweebladige turbines dan bij driebladige turbines.

12.3.3 Onderwaterleven

De effecten op bodemdieren en vissen zijn klein van omvang. Een uitzondering geldt voor Sabellaria-banken. Dit is een kritische habitat die mogelijk in het plangebied aanwezig is. Deze rifvormende soort, die een rifbreedte van enkele meters kan bereiken en hiermee een habitat creëert voor andere soorten, kan door de aanleg van een turbine worden vernietigd. Bij het worst case alternatief waarbij 17 turbines meer worden geplaatst dan bij de best case zal dat effect groter zijn. Daarbij beslaat een gravity based fundering een groter oppervlakte dan een monopile fundering.

Voor zeezoogdieren treden tijdens de aanleg van het windpark effecten op voor zowel bruinvissen als zeehonden vanwege het onderwatergeluid dat ontstaat door hei-activiteiten. Tijdens het heien kunnen dieren verstoord worden, doordat zij zich binnen de geluidscontour bevinden waarbinnen een verandering van het gedrag optreedt. Uit de analyse blijkt dat, bij toepassing van een geluidnorm van 160 dB re 1 μ Pa²s of 164 dB re 1 μ Pa²s op 750 meter van de geluidsbron, deze verstoring noch bij zeehonden noch bij bruinvissen tot effecten op de populatie zal leiden, waardoor de effecten niet tot een verslechtering van de Staat van Instandhouding (Svi) leiden.

Tabel 12.3 Effectbeoordeling IJmuiden Ver onderwaterleven

Type	Fase	Effectbeoordeling	Alternatief 1	Alternatief 2
			67 x 15MW	50 x 20MW
Benthos	Alle	Verstoring	0	0
		Aantasting	-	-

Type	Fase	Effectbeoordeling	Alternatief 1	Alternatief 2
			67 x 15MW	50 x 20MW
		Habitatverlies	0	0
Vissen	Aanleg	Geluidstrillingen door heien	n.v.t.	0/-
		Bodemberoering: vertroebeling	0	0
		Bodemberoering: habitatdestructie	0/-	0/-
	Gebruik	Uitsluitel van visserij	0/+	0/+
		EMV door kabels	0/-	0/-
		Kunstmatig hard substraat	0/+	0/+
	Verwijdering	Verlies nieuw habitat	0	0
Zeezoogdieren	Aanleg	Verstoord oppervlak (km2)	0/-	0/-
		Aantal aangetaste dieren	0/-	0/-
		Aantal verstoorde dieren	0/-	0/-
		Tijdsduur van de verstoring	0/-	0/-
		Populatie-effecten	0/-	0/-

12.3.4 Scheepvaart en veiligheid

Tabel 12.4 Beoordeling scheepvaartveiligheid

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving met windturbines	-
	Gevolgschade van aanvaring en aandrijving	0/-
Scheepvaart	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0

Voor Kavel I van windpark IJmuiden Ver zijn berekeningen uitgevoerd om de aanvaar- en aandrijfkansen met de windturbines te bepalen. Uit deze berekeningen blijkt dat de totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor kavel I 0,0211 is. Dat komt neer op één aanvaring per 47 jaar.

Voor Kavel I is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar door een aanvaring of -drijving met een windturbine 0,000997 (beoordeling 0/-). Dat cijfer gaat uit van een gondel en mast die op het dek van het schip vallen.

Er zijn weinig tot geen situaties waarbij Kavel I de zichtlijnen voor kruisende schepen beïnvloedt (beoordeling 0).

Cumulatie

Er is ook gekeken naar de cumulatieve effecten op de scheepvaartveiligheid van alle windparken op zee. Vanuit het meest recente onderzoek (waarbij aangenomen is dat er geen doorvaart in de windparken zal

plaatsvinden) is de totale verwachte aanvaring -en aandrijffrequentie (met een turbine) voor het scenario RK2030 0,987 per jaar (eens in de 1,0 jaar). Dit is het scenario uit de oorspronkelijke routekaart (t/m IJmuiden Ver I-IV) plus de versnellingsopgave, maar zonder de toekomstige routekaart 2040. Daarom is de beoordeling wat betreft kans op aanvaringen en aandrijvingen negatief (-).

12.3.5 Landschap

Voor beide kavels geldt dat de worst case turbines niet zichtbaar zullen zijn op ooghoogte. Op een hoogte van 20 meter (aan de kust) zijn de turbines theoretisch gezien zichtbaar. De meteorologische omstandigheden zullen echter vrijwel altijd de turbines aan het zicht onttrekken. Het windpark zal theoretisch minder dan 1% van de tijd (minder dan 1 dag per zomer, en op die dag minder dan 7 minuten lang) zichtbaar zijn. Zichtbaarheid wordt als neutraal beoordeeld, zie Tabel 12.5

Tabel 12.5 Beoordeling landschap

Beoordelingscriterium	Beoordeling
Zichtbaarheid in percentage van de tijd	0

12.3.6 Overige gebruiksfuncties

De meeste effecten op de overige gebruiksfuncties worden neutraal beoordeeld omdat ze gering van omvang zijn, of op voorhand uit te sluiten, Tabel 12.6. Dit komt deels doordat bij de locatiekeuze reeds rekening is gehouden met de aanwezige gebruiksfuncties. Dat geldt voor mijnbouw, luchtvaart (met uitzondering van helikopterverkeer), zand-, grind- en schelpenwinning, baggerstort, scheeps-, wal- en luchtvaartradar, kabels en leidingen, telecommunicatie, militaire activiteiten, en recreatie en toerisme.

Tabel 12.6 Effectbeoordeling van de onderzochte onderwerp van het milieuaspect overige gebruiksfuncties.

Onderwerp	Beoordelingscriterium	Alternatief 1 67 x 15 MW	Alternatief 2 50 x 20MW
Visserij	Beperkingen visserij	0/-	0/-
Mijnbouw	Beperkingen olie- en gaswinning	0	0
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0	0
	Interferentie helikopterverkeer	-	-
	Interferentie Kustwacht	0	0
	Interferentie militaire luchtvaart	0	0
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	0	0
Baggerstort	Beperkingen baggerstortlocaties	0	0
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	Interferentie radar	0	0
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0	0
Telecommunicatie	Verstoring straalpaden	0	0
Militaire activiteiten en NGE	Interferentie Militaire activiteiten	0	0
	Aanwezigheid niet gesprongen explosieven	-	-
	Beperkingen recreatievaart	0	0

Recreatie en toerisme	Beperkingen kustrecreatie	0	0
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0/-	0/-
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0/-	0/-

De effecten op de visserij als geheel worden licht negatief beoordeeld. De gebiedssluiting van de kavel is gering in vergelijking met het voor vissers beschikbare areaal, maar het gebied komt wel bij het areaal dat al niet meer bevisbaar is (zoals andere windparken). Wel is het mogelijk dat individuele vissers grotere effecten ondervinden dan anderen wanneer zij vaak gebruik maken van visbestekken binnen de kavel. De effecten voor cultuurhistorie en archeologie zijn ook licht negatief beoordeeld door de aanwezigheid van (mogelijke) archeologische waarden waar rekening mee gehouden moet worden. Ook is er een licht negatief effect op bestaande windparken door de nabijheid van HKW, waarop beperkte windafvang plaats kan vinden.

Voor helikopterverkeer (Luchtvaart) en NGE is de beoordeling negatief. De reden hiervoor is dat de kavel door een Helikopter Main Route doorkruist wordt. De komst van een windpark beperkt de minimale vlieghoogte en maakt het noodzakelijk deze te verhogen. Binnen de kavels is de aanwezigheid van NGE daarnaast zeer aannemenlijk waardoor er noodzakelijke maatregelen getroffen moeten worden. Hiermee kunnen de effecten goed gemitigeerd worden.

12.3.7 Elektriciteitsopbrengst

Tabel 12.7 Overzicht effectbeoordelingen Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies zonder mitigatie

Deelaspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling Alternatief 15 MW
Elektriciteitsopbrengst	Elektriciteitsopbrengst	++
Vermeden emissies	CO ₂ -emissie reductie	++
	SO ₂ -emissie reductie	++
	NO _x -emissie reductie	++

Voor het alternatief met 15 MW turbine is een netto elektriciteitsopbrengst berekend van 4.164 GWh/jaar. Andere alternatieven met andere windturbintypes zullen ongeveer eenzelfde elektriciteitsopbrengst kunnen verzorgen. In voorgaande MERs voor de kavels bleek steeds dat een opstelling met een ander aantal turbines en vermogen per turbine maar een opgesteld totaal vermogen dat ongeveer hetzelfde was (1 GW), tot min of meer dezelfde elektriciteitsopbrengst leidde.

De genoemde elektriciteitsproductie staat gelijk aan 0,78% van het landelijk energetisch eindverbruik van 1.994 PJ (in 2020, conform totaal bruto energetisch eindverbruik, bron: CBS). Kavel I in IJmuiden Ver kan circa 1.542.000 huishoudens van elektriciteit voorzien¹²¹.

¹²¹ Dit is niet hetzelfde als dat de elektriciteit ook daadwerkelijk naar zoveel huishoudens toegaat en wordt gebruikt door huishouders. Het geeft een indicatie van de omvang van de opwek, maar de elektriciteit zal het openbare elektriciteitsnetwerk voeden en worden afgenomen door in potentie alle elektriciteitsgebruikers die op het openbare elektriciteitsnetwerk zijn aangesloten.

De bijdrage van het windpark aan de reductie van CO₂, NO_x en SO₂ is evenredig met de netto energieopbrengst. De reductie is berekend aan de hand van het gemiddelde gebruik van brandstoffen bij elektriciteitscentrales (dat is voornamelijk gas).¹²²

Waarschijnlijk zullen turbines met een hoog vermogen én een relatief grote rotor de meeste elektriciteitsopbrengst genereren. De toekomstige windparkontwikkelaar is vrij om een optimum te bepalen waarbij uiteraard ook de kostprijs een rol zal spelen.

12.4 Cumulatie

In Tabel 12.8 is kort aangegeven welke cumulatieve effecten optreden en welke gevolgen dit heeft voor het te nemen kavelbesluit. In de eerste kolom wordt het aspect aangegeven, in de tweede kolom welke effecten in cumulatie relevant kunnen zijn en in de derde kolom wordt aangegeven welke gevolgen dit heeft voor het te nemen kavelbesluit.

Tabel 12.8 Relevante cumulatieve effecten en gevolgen

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen kavelbesluit
Morfologie en hydrodynamica	Op het schaalniveau van het windenergiegebied IJmuiden Ver zal het effect op morfologie en hydrodynamica neutraal zijn. Uit recente studies is echter gebleken dat zeer grootschalige ontwikkeling van windenergie op de Noordzee mogelijk effect kan hebben op (het mengen van) en de waterbeweging en morfologie. In welke mate de effecten ten aanzien van deze aspecten optreden en welke doorwerking dit heeft op overige geologische en ecologische processen is echter hoogst onzeker.	Geen gevolgen
Vogels en vleermuizen	<p><u>Vogels</u> Significant negatieve effecten in cumulatie kunnen voor alle vogelsoorten uitgesloten worden. Ook voor jan-van-gent en zilvermeeuw wordt de acceptable level of impact (ALI) voor beide alternatieven niet overschreden, terwijl dit binnen KEC 4.0 wel het geval was. Ook op basis van nieuwe ALI-normen kunnen significant negatieve effecten in cumulatie uitgesloten worden, met uitzondering voor alk en zeekoet in het internationale scenario (alle windparken in de zuidelijke Noordzee t/m 2027), in het nationale scenario (alle windparken in het Nederlandse deel van de Noordzee t/m 2027) ook voor alk en zeekoet.</p> <p><u>Vleermuizen</u> Over vleermuizen is veel minder informatie beschikbaar dan over vogels. Dat vleermuizen over de Noordzee vliegen staat vast, maar hun aantallen, de populatiegroottes waarvan deze dieren afkomstig zijn en hun gedrag op zee zijn niet goed bekend. Volgens de gebruikte</p>	<p><u>Vogels</u> Er lopen verschillende onderzoeken naar mogelijke mitigerende maatregelen om de effecten te verminderen. Met die maatregelen kan mogelijk het aantal slachtoffers worden gereduceerd.</p> <p><u>Vleermuizen</u> Gebaseerd op huidige kennis, en dan vooral het ontbreken van goede informatie over het voorkomen van vleermuizen op de Noordzee enerzijds en het ontbreken van betrouwbare schattingen van populatiegroottes anderzijds, is het niet met zekerheid uit te sluiten dat in het worst case-scenario negatieve effecten op de staat van instandhouding van ruige dwergvleermuis optreden, ook na het toepassen van een stilstandvoorziening als mitigatiemaatregel.</p>

¹²² Vanwege de oorlog in Oekraïne worden er op het moment van schrijven meer kolen gebruikt voor de elektriciteitsopwekking. De berekeningen in dit hoofdstuk houden geen rekening met deze toename.

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen kavelbesluit
	<p>rekenmethode komt het aantal slachtoffers onder ruige dwergvleermuizen met 4.109 dieren ruim boven de PBR van 1.905 dieren. Daarom is niet met zekerheid uit te sluiten dat negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding van ruige dwergvleermuis optreden. Voor de overige vleermuissoorten zijn effecten op de staat van instandhouding wel uit te sluiten.</p>	
Onderwaterleven	<p><u>Benthos en vissen</u> De toename van het aantal windturbines en funderingen zou kunnen leiden tot verandering in stroming, stratificatie of primaire productie van bodemdieren. Ook is het mogelijk dat de kolonisatie door exoten faciliteert. Er is echter niet genoeg informatie beschikbaar om deze effecten te kunnen inschatten.</p> <p><u>Zeezoogdieren</u> Bij toepassing van een geluidnorm van 160 dB re 1μPa²s of 164 dB re 1 μPa²s op 750 meter van de geluidsbron, zal verstoring noch bij zeehonden noch bij bruinvissen leiden tot significante cumulatieve effecten.</p>	<p>Wanneer de in dit MER beschreven geluidsnormen wordt gehanteerd, kunnen effecten op de GSI van zeezoogdieren worden uitgesloten.</p>
Scheepvaart en veiligheid	<p>Er is ook gekeken naar de cumulatieve effecten op de scheepvaartveiligheid van alle windparken op zee. Vanuit het meest recente onderzoek (waarbij aangenomen is dat er geen doorvaart in de windparken zal plaatsvinden) is de totale verwachte aanvaring -en aandrijffrequentie (met een turbine) voor het scenario RK2030 0,987 per jaar (eens in de 1,0 jaar). Dit is het scenario uit de oorspronkelijke routekaart (t/m IJmuiden Ver I-IV) plus de versnellingsopgave, maar zonder de toekomstige routekaart 2040. Daarom is de beoordeling wat betreft kans op aanvaringen en aandrijvingen negatief (-).</p>	<p>Geen gevolgen.</p>
Landschap	<p>Het windkavel IJmuiden Ver ligt op grote afstand van de kust, en is alleen daardoor op jaarbasis minder dan 24 uur zichtbaar. Hetzelfde geldt voor het nabijgelegen windenergiegebieden zoals Hollandse Kust (west) en Nederwiek. Er wordt daarom geen significante bijdrage aan de cumulatieve effecten verwacht en zijn er geen mitigerende maatregelen noodzakelijk.</p>	<p>Geen gevolgen.</p>
Overige gebruiksfuncties	<p><u>Visserij</u> Bij de komst van meer windparken op zee neemt het totale ruimtebeslag toe. Hierdoor wordt een groter gebied gesloten voor de visserij. Het toekomstig cumulatieve effect van deze gebiedssluiting voor de visserij wordt mede bepaald door de toekomstige ontwikkelingen in de ecologie van de Noordzee en de beleidsmatige en sociaaleconomische context. De mogelijkheid dat er in de toekomst meer natuurgebieden worden gesloten voor de</p>	<p>Geen gevolgen</p>

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen kavelbesluit
	<p>visserij, en de mogelijke sluiting van Britse wateren na 2025 vergroten dit effect.</p> <p><u>Archeologie</u> Met een groter aantal turbines op de Noordzee wordt ook de kans groter dat archeologisch resten worden aangetast, of NGE worden getroffen. De realisatie van de kavels binnen van windenergiegebied IJmuiden Ver vergroot deze kans, al zijn er goede mitigerende maatregelen voor beschikbaar.</p> <p><u>Recreatievaart</u> Voor de recreatievaart zijn de cumulatieve effecten beperkt omdat deze tot 24 meter wordt toegelaten binnen bepaalde windparken, en er voor windparken waar dit niet is toegestaan doorvaart passages worden aangewezen waar schepen tot 46 meter gebruik van kunnen maken. Daarbij maakt de recreatievaart met name gebruik maakt van de 10 à 20 km brede zone langs de kust, waardoor gebiedssluitingen verder op zee een beperkt effect hebben.</p>	
Elektriciteitsopbrengst	<p>Door de toename van windparken op de Noordzee nemen de mogelijke zog-effecten toe. Voor kavel I en II van windenergiegebied IJmuiden Ver neemt het aantal vollasturen af van 4.190 tot 3.926. De zogverliezen nemen met 5.5 procentpunt toe van 12.1% tot 17.6%. Daardoor neemt de netto elektriciteitsopbrengst en de hoeveelheid vermeden emissies af met 6.3% van 4.211 GWh/j tot 3.946 GWh/j.</p>	Geen gevolgen.

12.5 Grensoverschrijdende effecten

Voor de aspecten vleermuizen en vogels én onderwaterleven zijn grensoverschrijdende effecten mogelijk te verwachten.

12.5.1 Vogels en vleermuizen

Broedvogels

Windenergiegebied IJmuiden Ver ligt buiten bereik van broedkolonies gelegen in buitenlandse Natura 2000-gebieden.

Niet-broedvogels

Met de aanname dat zeevogels buiten het broedseizoen zich nomadisch verplaatsen over de gehele Noordzee, kunnen individuen op de (zuidelijke) Noordzee als één populatie worden gezien. De verwachting is daarom dat individuen die gebruik maken van Natura 2000-gebieden, en dus de 'populatie' van zo'n Natura 2000-gebied, vergelijkbare impact ondervinden als de Noordzee-populatie als geheel.

In dit hoofdstuk en de Passende Beoordeling is geconcludeerd dat significante effecten op populaties binnen Natura 2000-gebieden ook in cumulatie zijn uitgesloten. Dit geldt ook voor buitenlandse Natura 2000-gebieden.

12.5.2 Onderwaterleven

Vissen

Voor vissen geldt dat de effecten van heien marginaal zijn en bovendien sterk locatie gebonden. Het heien zal daarom geen grensoverschrijdende effecten tot gevolg hebben. Operationeel geluid van een windmolen heeft geen aantoonbaar effect op de visgemeenschap en daarmee dus ook geen grensoverschrijdende effecten.

Zeezoogdieren

De berekeningen die zijn gedaan wat betreft de effecten op zeezoogdieren gelden voor de populatie binnen het NCP. Er zijn geen berekeningen gedaan voor andere populaties. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen voor bruinvissen of zeehonden in Nederland of het buitenland. Er is daarom geen sprake van grensoverschrijdende effecten of directe externe werking.

12.6 Mitigerende maatregelen

Na toetsing blijkt dat bij de meeste aspecten kan worden voldaan aan de voorwaarden uit het wettelijk kader. Voor het beperken van cumulatieve effecten op vogels en vleermuizen en bruinvissen en het kunnen verzekeren dat geen verslechtering optreedt van de staat van instandhouding zijn wel mitigerende maatregelen noodzakelijk (voor vogels en bruinvissen vanuit de wet en voor vleermuizen en migrerende zangvogels vanuit voorzorgsbeginsel). Het optreden van (resterende) negatieve effecten door aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark kan echter niet worden uitgesloten. Deze mogelijke resterende effecten kunnen worden gemitigeerd door de volgende maatregelen, zie Tabel 12.9. Het zijn dus maatregelen die aanvullend genomen kunnen worden. Besluitvorming over welke mitigerende maatregelen genomen worden vindt plaats in het kavelbesluit.

Tabel 12.9 Mogelijke mitigerende maatregelen

Aspect	Effect	Mogelijke mitigerende maatregelen
Vogels en vleermuizen	Verstoring	Bouwen in juni t/m september als er weinig verstoringgevoelige soorten aanwezig zijn. Minimale verlichting op schepen toepassen, met een 'vogelvriendelijke' kleur
	Verstoring en slachtoffers	Inrichtingsmaatregelen toepassen, zoals het aanleggen van corridors of het gebruik van een alternatieve vorm van het windpark (ruit, vierkant, etc.). Over de effectiviteit en precieze invulling is echter nog niet veel bekend. Vergroot detectiekans van het windpark voor vogels door reflectors, lasers en geluid (afhankelijk van vogelsoorten en daarmee gebonden aan diverse beperkingen). Stilzetten bij bepaalde weersomstandigheden in combinatie met gesignaleerde trekpieken. Het verhogen van de cut-in windspeed op momenten dat er veel vleermuizen te verwachten zijn.

Aspect	Effect	Mogelijke mitigerende maatregelen
		<p>Installeer een zo klein mogelijk aantal grote turbines in plaats van meer kleinere.</p> <p>Installeer windturbines met hoge tiplaagtes in plaats van lage tiplaagtes.</p> <p>Installeer tweebbladige in plaats van driebladige turbines.</p> <p>Door slim plannen van onderhoudswerkzaamheden, wanneer turbines stil worden gezet, kunnen slachtoffers worden voorkomen (denk aan periodes met verhoogde vogelactiviteit)</p>
	Verstoring	Slopen in een periode dat er weinig verstoringsgevoelige soorten aanwezig zijn.
Onderwaterleven	Verstoring en habitatdestructie	<p><u>Benthos</u> Gebruik een zo klein mogelijke fundering.</p> <p><u>Zeezoogdieren</u> Gebruik geluiddempende maatregelen (heimantels, bellenschermen, Acoustic Deterrent Devices (ADDs), e.d.).</p> <p>Kies voor de meest ondiepe locaties in het plangebied.</p> <p>Voer heiwerkzaamheden uit wanneer de dichtheid van het aantal zeezoogdieren laag is (herfst).</p> <p>Kies voor een klein aantal, relatief grote turbines in plaats van meerdere kleinere.</p> <p>Gebruik alternatieve funderingstechnieken, zoals trillen, schroeven of blue piling.</p> <p>Gebruik andere funderingen, zoals tripods, jackets of suction buckets.</p>
	Verstoring en habitatdestructie	<p><u>Benthos</u> Verwijder de windturbinezulen en bestortingen niet, zodat de zich ontwikkelde gemeenschap blijft bestaan.</p> <p>Gebruik biologisch afbreekbare betonstructuren</p>
Scheepvaart en veiligheid	Aanvaringsrisico en scheepvaartbewegingen	<p>Gebruik maken van het Automatic Identification System (AIS) en VHF-antenne in het park</p> <p>Vessel Traffic Management (VTM)</p> <p>Aanvullende markering en identificatie windturbines</p> <p>Inzetten van een Emergency Towing Vessel</p> <p>Extra SAR-capaciteit</p> <p>ETV uitrusten met bestrijdingsmiddelen tegen olie-verontreiniging</p> <p>Fysieke barrière bij windparken om aandrijving te voorkomen</p>
Morfologie en hydrodynamica	n.v.t.	n.v.t.
Landschap	n.v.t.	n.v.t.
Overige gebruiksfuncties	Beperking visserijgebieden	Er zijn mogelijkheden voor het visserijvriendelijk inrichten van windenergiegebieden. Voor de betrokken partijen in zijn geheel lijken de baten echter niet op te wegen tegen de kosten.
	Separatie-eis HMR KY650	Verplaats de HMR of verhoog de minimale vliegroute

Aspect	Effect	Mogelijke mitigerende maatregelen
	Niet-gesprongen explosieven	Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen.
	Aantasting archeologische waarden	De locatie van een windturbine of kabel wijzigen om zo een (mogelijk) archeologisch object te ontwijken.
	Mogelijke versterking van bestaande straalpaden	Rekening houden met halve rotor + 2° fresnel-zone rondom straalpad bij plaatsing van de windturbines.
Elektriciteitsopbrengst	n.v.t.	n.v.t.

12.7 Overwegingen voorkeursalternatief

12.7.1 Inleiding

In deze paragraaf worden enkele overwegingen meegegeven ten behoeve van keuze van het voorkeursalternatief, welke mogelijk wordt gemaakt in het kavelbesluit. Het gaat dan om de bandbreedte die is beschouwd in dit MER en de te nemen mitigerende maatregelen.

12.7.2 Overwegingen bandbreedte

Er zijn geen aspecten in dit MER die de beschouwde bandbreedte inperken.

12.7.3 Overwegingen te nemen mitigerende maatregelen

Een aantal maatregelen is nodig om effecten op stikstofgevoelige habitattypen, cumulatieve effecten op vogels, vleermuizen en bruinvissen te beperken en om de gunstige staat van instandhouding te kunnen garanderen. Het gaat om bijvoorbeeld een stilstandvoorziening bij vogel- en vleermuistrek en het voldoen aan een geluidsnorm voor onderwatergeluid bij het heien. In Tabel 12.9 staan de mogelijke maatregelen die in dit MER zijn genoemd, waarmee effecten kunnen worden gemitigeerd. De keuze wordt in het kavelbesluit toegelicht.

12.7.4 Conclusie

Het kavelbesluit kan de voorkeursbandbreedte van de kavel op de beschouwde locatie mogelijk maken. Wel dient de toepassing van (ten minste) de noodzakelijke maatregelen in het kader van vogels, vleermuizen en bruinvissen geborgd te worden.

12.8 Leemten in kennis

12.8.1 Inleiding

Hoewel er de laatste jaren flink wordt gebouwd aan nieuwe windparken op zee, heeft de ontwikkeling van windparken op zee toch een relatief korte geschiedenis. Er zijn monitoringsevaluaties bekend van onder andere parken op zee in Engeland, Denemarken, Duitsland en Nederland. Het gaat om resultaten van relatief korte monitoringsperiodes. Beter inzicht in de exacte aard en omvang van de effecten met (empirisch) onderzoek kan pas op de lange termijn worden geboden. Wel bieden huidige ontwikkeling en onderzoeksprogramma's handvatten voor een effectvoorspelling, zoals in dit MER met een worst-case-aanpak gepresenteerd wordt. Tijdens (het vooronderzoek van) de effectvoorspelling voor het voorliggende MER zijn verschillende leemten in kennis geconstateerd die het inzicht in de aard en omvang van de effecten van een windpark in kavel I beperken. Er blijven kennisleemten bestaan over de effecten, onder

meer over de cumulatieve effecten van meerdere windparken onderling en in cumulatie met andere activiteiten op de Noordzee.

De leemten in kennis die bestaan, zijn niet alleen toe te schrijven aan het recente verleden van windenergie op zee. In brede zin dient veel kennis over diersoorten en hun dichtheden, diversiteit en gedrag nog aangevuld te worden. In deze paragraaf worden leemten in kennis toegelicht die relevant zijn in het kader van dit MER. Achtereenvolgens worden de leemten in kennis beschreven ten aanzien van de effectinschatting op vogels, onderwaterleven, morfologie en hydrodynamica, scheepvaart, landschap, overige gebruiksfuncties en elektriciteitsopbrengst.

12.8.2 Vogels en vleermuizen

Er zijn leemtes in kennis over aanvaringsrisico's, barrièrewerking en verstoring door windparken op zee (zowel overdag als 's nachts). Met name soort-specifieke kennis ontbreekt. Validatie van modellen om aanvaringslachtoffers te voorspellen op zee ontbreekt. Ook over verstoringseffecten en verstoringafstanden van zeevogels zijn nog leemtes in kennis, evenals in hoeverre vogels kunnen wennen aan windparken. Op basis van literatuur is aangenomen dat 10% van de verstoorde vogels sterft. Het is niet bekend in hoeverre deze aanname overeenkomt met de werkelijkheid, maar wel kan worden gesteld dat 10% aan de veilige kant is (worst-case aanname).

Voor vleermuizen geldt dat er leemtes in kennis zijn ten aanzien van de basiskennis over populatieomvang en soort-specifieke verspreiding. Onbekend is het relatieve belang van de Noordzee voor verschillende soorten vleermuizen en hun veranderingen in gedrag door de aanwezigheid windparken.

12.8.3 Onderwaterleven

Benthos

Kennisleemten bestaan ten aanzien van het kunnen voorspellen van de gevolgen van de abiotische veranderingen (vooral sedimentverandering in de omgeving van het windpark) op benthos. Ook de gevolgen van elektromagnetische velden langs de kabels zijn nog niet goed bekend. Daarnaast staat het onderzoek naar de effecten van zeebodenvibraties vanwege heiwerkzaamheden nog in de kinderschoenen (Roberts & Elliot 2017). Verder onderzoek is nodig om aan te tonen of deze effecten omkeerbaar zijn, en of deze effecten door kunnen werken op gemeenschaps- en populatieniveau.

Over indirecte effecten op plankton en benthos in beschermde gebieden door de aanleg van een windpark zijn modelstudies ontwikkeld (Boon et al. 2018; Zijl et al. 2021). De modelresultaten zijn op dit moment nog niet geschikt om voorspellingen te doen over van wat er in de toekomst zal gebeuren. Positief dan wel negatieve effecten zijn nog niet uit te sluiten.

Naarmate er meer (of grotere) windparken op zee komen, zal dit resulteren in een groter areaal aan beschikbaar hard substraat oppervlak door turbinezuilen, beschermende bestortingen en verhoging van het aantal scheepvaartbewegingen. Dit kan de kolonisatie door exotische marine fauna die geassocieerd is met harde substraten van dit deel van de Noordzee faciliteren/versnellen. In hoeverre dit daadwerkelijk optreedt is tot op heden nooit onderzocht.

Vissen

Een belangrijke leemte in kennis betreft de invloed van menselijke geluidsbronnen op in of in de nabijheid van de bodem levende vissen en ongewervelde dieren (Hawkins et al. 2021). Het is waarschijnlijk er

vissen en bepaalde ongewervelden zijn die dit kunnen waarnemen. Of dit ook tot effecten op het gedrag en de fitness leidt, is onbekend. Voor vissen is al het nodige onderzoek uitgevoerd naar de effecten van onderwatergeluid op vissen (Bolle et al, 2012, Debusschere et al. 2014, Popper et al. 2014). Hieruit blijkt dat vissen veel minder gevoelig zijn voor onderwatergeluid dan zeezoogdieren en dat sommige soorten (met zwemblaas) gevoeliger zijn dan andere soorten.

Ook worden in de kavelbesluiten enkel geluidsnormen genoemd voor de constructiefase (vooral vanwege het heien van de funderingen), maar niet voor de operationele fase van het windpark. Dit maakt het mogelijk dat windparkontwikkelaars de tipsnelheid van rotors onbegrensd kunnen verhogen, wat hogere geluidsniveaus in de operationele fase, ook waarschijnlijk onder water, met zich meebrengt. Omdat het momenteel niet goed bekend is of het geluid van windturbines een rol speelt in de verstoring van vissen, is niet te zeggen of een onbegrensd tipsnelheid en de daarmee gepaard gaande geluidsniveaus tot verhoogde verstoring onder vissen leiden. Vooralsnog is niet bekend of een onbegrensd tipsnelheid en de daarmee gepaard gaande operationele geluidsniveaus tot verhoogde verstoring onder vissen leiden. Gericht onderzoek naar het effect van verschillende operationele geluidsniveaus op het gedrag van vissen zal dit moeten aantonen.

Zeezoogdieren

Onzekerheden in de procedure voor het bepalen van populatie-effecten

Elke stap van de procedure die is doorlopen bij het bepalen van de effecten op populaties met de daarbij behorende parameters kent een bepaalde mate van onzekerheid. Het kan daarbij gaan om onzekerheden door een min of meer bekende variatie, of het tempo van technische ontwikkelingen, maar ook door het feit dat over een bepaalde parameter weinig of vrijwel niets bekend is (dit is een kennisleemte). Hieronder volgt een overzicht.

Kwantificering van brongeluid en geluidpropagatie

Onlangs dat in de beschrijving van de fysica van de afstraling en propagatie van geluid significante verbeteringen zijn aangebracht in het Aquarius 4 model (de Jong e.a., 2018), blijft de kwantitatieve voorspelling van de SELS_{ss} onzeker. Dit geldt met name voor de hoogfrequente component van het geluid, maar deze is niet van belang voor de ongewogen breedband SELSS. De resultaten van de modellering met Aquarius 4 kwamen goed overeen met de ongewogen breedband SELSS die tijdens de constructie van het Gemini windpark is gemeten. Om (nog) meer vertrouwen in de voorspelde geluidsniveaus te krijgen, vooral vanwege de akoestische eigenschappen van de zeebodem, is het nodig dat het model voor meer scenario's wordt gevalideerd (verschillende hamerconfiguraties en omgevingsvariabelen). Bovendien worden in het Aquarius 4 model de effecten van mitigerende maatregelen, zoals heimantels en bellenschermen, nog niet expliciet berekend, maar als een correctie achteraf meegenomen.

Dosis-responsrelatie voor verstoring/gedragsverandering

In de berekeningen voor bruinvissen is vooralsnog geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als gevolg van de frequentie. Het is aannemelijk dat het toepassen van een met de frequentiegevoeligheid van het gehoor van de bruinvissen gewogen SEL-waarde een betere voorspelling geeft van de gedragsreactie. De ten tijde van het opstellen van het KEC 4.0 beschikbare gegevens lieten het echter niet toe duidelijke conclusies te trekken over de noodzaak daartoe.

Tougaard et al. (2015) hebben er al enige tijd geleden op gewezen dat frequentieweging met een filter dat is gebaseerd op de inverse van het audiogram geschikt zou zijn voor het bepalen van effecten. De US National Marine Fisheries Service onderschrijft dit en heeft frequentieweging al geïmplementeerd in hun

technische handleiding voor het bepalen van effecten op het gehoor van zeezoogdieren (NMFS 2016). Voor gedragseffecten en verstoring zijn er echter nog onvoldoende gegevens beschikbaar om frequentieweging te implementeren. Als het gaat om projecten waar het heigeluid wordt gemitigeerd door gebruik van bellenschermen zou de toepassing van frequentieweging bij het bepalen van gedragsverstoring bij bruinvissen tot kleinere voorspelde verstoringsoppervlakken kunnen leiden, omdat het geluid in de voor bruinvissen relevante frequenties beter wordt gedempt (Dähne et al., 2017).

Kwantificeren van het aantal verstoorde dieren

Voor bruinvissen is in het KEC 4.0 gebruik gemaakt van de kaart van Gilles et al. (2020), die een schatting geeft van de gemiddelde zomerdichtheid van bruinvissen op de Zuidelijke Noordzee in de periode 2016-2019. Het betekent dat in de berekeningen geen rekening is gehouden met seizoens-afhankelijke verschillen in de verspreiding. Verder is nog vrijwel niets bekend over eventuele seizoens-afhankelijke migratiepatronen, locatietrouw en mogelijke sekse- en leeftijd-specifieke variatie hierin.

In de Deense wateren is relatief veel zenderonderzoek gedaan, waardoor voor individuele dieren meer informatie beschikbaar is gekomen (e.g. Sveegaard 2011; Nielsen et al., 2018). Voor het zuidelijke deel van de Noordzee zal deze leemte echter niet op korte termijn worden opgevuld, ondanks dat de Nederlandse overheid een pilot is gestart om levend gestrande bruinvissen, na rehabilitatie, voorzien van een zender in zee terug te zetten (zie Vrooman et al., 2022 voor overzicht van de huidige kennis over het zenderen van bruinvissen). Hierdoor blijft het lastig een nauwkeurigere schatting te maken van het aantal dieren die in verschillende tijden van het jaar worden beïnvloed.

Voor zeehonden is wel rekening gehouden met seizoens-afhankelijke verschillen in de verspreiding, maar niet met de effecten van een waarschijnlijk grotere plaats-trouw van zeehonden dan bruinvissen. Daardoor zou het kunnen zijn dat het gedeelte van de zeehond-populaties dat regelmatig verblijft in de zoekgebieden een grotere kans heeft om gedurende meerdere dagen verstoord te worden dan nu in de berekeningen is aangenomen. Daar staat tegenover dat dit voor de meeste zoekgebieden slechts een klein gedeelte van de populatie betreft en dat de rest van de populatie in dat geval minder kans op verstoring ondervindt. In bijlage D van Heinis & de Jong et al. (2022) wordt voor zeehonden ingegaan op de mogelijke effecten van dierbeweging op de uitkomsten van het Interim PCoD model.

Doorvertalen van effecten op individuele bruinvissen naar populatie-effecten (iPCoD)

De omvang van de gevoelige deelpopulatie van bruinvissen (vulnerable subpopulation) is een van de parameters in het interim Population Consequences of Disturbance (iPCoD) model. In de berekeningen voor het KEC 4.0, die aan de basis hebben gelegen voor de berekeningen in dit rapport, is voor bruinvissen uitgegaan van een vulnerable subpopulation die gelijk is aan de totale omvang van de Noordzeepopulatie (afgeleid uit Gilles et al., 2020). De belangrijkste redenen hiervoor zijn 1) dat er geen duidelijke aanwijzingen zijn dat er binnen de Noordzeepopulatie van bruinvissen deelpopulaties zijn die aan een kleiner deelgebied zijn gebonden en 2) uit een recente publicatie blijkt dat de home range van bruinvissen behoorlijk groot kan zijn (Nielsen et al., 2018).

Voor het KEC 1.0 is de gevoeligheid van de modelresultaten voor drie verschillende grootten van de vulnerable subpopulation onderzocht (Heinis & de Jong et al., 2015). Uit deze analyses bleek dat de omvang van de vulnerable subpopulation een rol begint te spelen bij een (berekende) populatiereductie van ongeveer de helft van de omvang van de vulnerable subpopulation. Het totale effect wordt beperkt tot ongeveer 80% van de vulnerable subpopulation. Dit betekent ook dat bij hogere waarden berekende

populatiereductie toeneemt met de gekozen omvang van de vulnerable subpopulation. Een keuze voor een relatieve grote vulnerable subpopulation reduceert daarom het risico dat effecten worden onderschat.

Doorvertalen van bruinvisverstoring naar effecten op vital rates

Doorvertaling van bruinvisverstoring naar effecten op vital rates. Het iPCoD model is in 2018 grondig geüpdatet en verbeterd. Bij het bepalen van de relatie tussen verstoring en vital rates is voor bruinvissen gebruik gemaakt van een door de Universiteit van Amsterdam samen met de Universiteit van St. Andrews ontwikkeld state-of-the-art energiebudget model. Uit de modelberekeningen blijkt duidelijk dat bruinvissen in veel gevallen voor een (tijdelijk) verlies van foerageermogelijkheden kunnen compenseren.

Het is echter nog niet duidelijk of en zo ja, waarom de gebieden waar de grootste dichtheid wordt gezien ook de meest geschikte gebieden zijn. Hebben bruinvissen die uit een dergelijk geschikt gebied worden verdreven ook werkelijk minder kans te overleven en hoe hangen seizoensvariaties in het voorkomen samen met variaties in het voorkomen van voedsel?

Aannames in iPCoD-model over populatieontwikkeling en demografische parameters

In het Interim PCoD model is ervan uitgegaan dat de bruinvispopulatie stabiel is en dat de populatieontwikkeling niet afhangt van de dichtheid. Voor de modeluitkomsten betekent dit dat na een eenmaal aangebracht effect op de populatie, oftewel een afname door de activiteiten, de populatie hiervan na het beëindigen van de activiteiten niet herstelt. Dit is waarschijnlijk niet realistisch.

Voor een meer realistische inschatting van de populatieontwikkeling in de jaren van de verstoring, maar vooral na het beëindigen ervan is meer kennis nodig over dichtheidsafhankelijke effecten op populatieontwikkeling. Is de carrying capacity bereikt en zo ja, wat zijn beperkende factoren voor populatiegroei? Speelt competitie om voedsel een rol als de dichtheid van dieren toeneemt als zij door onderwatergeluid uit een bepaald gebied worden verdreven?

Toepassen van Interim PCoD-model voor het doorvertalen van effecten op gewone en grijze zeehonden
Voor de gewone en de grijze zeehond zijn door zenderonderzoek veel gegevens over het natuurlijke gedrag in het veld beschikbaar. Het betreft zowel populatieschattingen als kennis over beweging van individuele dieren. In combinatie met experimenteel bepaalde gegevens over de energetische 'kosten' van gedragsverandering (zie bijvoorbeeld Rosen et al., 2007; Sparling & Fedak 2004; Sparling et al., 2007) zou het effect op de populatie kunnen worden ingeschat door een zogenaamd 'agent based' model (zie bijvoorbeeld Nabe-Nielsen et al., 2014) te combineren met een Dynamisch Energie Budget.

Inmiddels is door WMR, samen met SMRU/Universiteit van St. Andrews een start gemaakt met de ontwikkeling van een dergelijk model (Chudzinska et al., 2021). Het zal echter nog enkele jaren duren voordat dit model operationeel is. Voor het schatten van effecten op de gewone en grijze zeehonden op het NCP is daarom, net als voor de bruinvissen gebruik gemaakt van de 2019-update van het Interim PCoD model. Ook hier is ervan uitgegaan dat alle op het NCP voorkomende zeehonden tot de vulnerable subpopulation behoren. Verder is ervan uitgegaan dat de populatie van gewone zeehonden stabiel is en dat die van de grijze zeehonden met 1% per jaar groeit (zie Sinclair et al., 2020 voor overige demografische parameters).

Toepasbaarheid van alternatieve installatietechnieken

Uit resultaten van proefprojecten is gebleken dat met andere technieken dan heien, zoals trilhamers en blue piling een substantiële geluidsreductie is te bereiken (zie review van Verfuss et al., 2019). Hoewel dergelijke technieken veelbelovend zijn, worden ze voor windenergie op zee nog niet in de praktijk

toegepast. Dit heeft er onder andere mee te maken dat nog niet zeker is of de monopile bij toepassing van een van deze technieken net zo stevig is verankerd is als wanneer wordt geheid ('axial bearing capacity'). Ook is er onzekerheid over de toepasbaarheid van deze technieken op dieper water. Voor trilhamers geldt bovendien dat gegevens over de aard van het geproduceerde geluid (frequentie-inhoud en niveaus) nog grotendeels ontbreken.

In het SIMOX-project (Sustainable Installation of XXL Monopiles) wordt de toepasbaarheid van alternatieve funderingstechnieken onderzocht (www.grow-offshorewind.nl/). Doel van het project is om de bestaande en benodigde kennis op elkaar af te stemmen van nieuwe en innovatieve installatietechnieken en -mogelijkheden. Binnen het project wordt door de verschillende partners de nodige technische- en milieukennis verzameld, waaronder de resultaten van metingen van onderwatergeluid. Het streven is om binnen vijf jaar één of meerdere gekwalificeerde en gevalideerde installatietechnologieën voor de volgende generatie monopiles beschikbaar te hebben.

Onzekerheid over de effecten van toepassing van andere funderingstypen

In KEC 4.0 studie is ervan uitgegaan dat de turbines in alle onderzochte windparken in binnen- en buitenland op monopilefunderingen worden geplaatst. Voor de gebouwde en te bouwen windparken op het relatief ondiepe zuidelijk deel van de Noordzee is dit aannemelijk, maar niet voor windparken die op dieper water worden aangelegd, zoals veel van de windparken in het Verenigd Koninkrijk, waar vaak gebruik wordt gemaakt van jackets of tripods.

Het heien van een jacketfundering (4 palen) neemt waarschijnlijk meer tijd in beslag dan het heien van een enkele monopilefundering. Als dat meerdere dagen zijn, neemt het aantal bruinvisverstoringdagen en daarmee het berekende effect op de populatie ook toe.

Continu geluid tijdens de aanleg- en exploitatiefase

Resultaten van recent onderzoek dat voorafgaand aan de werkelijke heiwerkzaamheden al effecten op bruinvissen kunnen optreden (Graham et al., 2017, Rose et al., 2019). Voor een deel is dit het gevolg van de inzet van Acoustic Deterrent Devices (ADD), waarmee het optreden van PTS wordt voorkomen, maar bij verschillende windparken is al voorafgaand aan het aanzetten van de ADD een verminderde activiteit van bruinvissen rond de heilocatie waargenomen. Het tijdens de verschillende activiteiten geproduceerde onderwatergeluid is de meest aannemelijke verklaring hiervoor. Daarbij kan worden gedacht aan het scheepsgeluid (m.n. schroefgeluid), geluid van sonars, ankerkettingen, het neerlaten van de poten van de jack-up schepen etc.

Ook voor de mitigatie van het heigeluid is veel extra (scheeps)activiteit nodig. Al deze activiteiten leiden tot minder grote verstoringafstanden dan verstoringafstanden door (niet gemitigeerd) heigeluid. In een zeer recente studie werd gerapporteerd dat scheepsgeluid bij bruinvissen tot verstoringafstanden van ca. 4 km kan leiden (Benhemma Le Gall et al., 2021). Voor het doen van kwantitatieve uitspraken over mogelijke populatie-effecten van het aan de constructie en operatie van windparken gerelateerde geluid, zijn echter onvoldoende kwantitatieve gegevens over aantal scheepsbewegingen, geluidsniveaus en de bijbehorende drempelwaarden voor verstoring van bruinvissen beschikbaar.

De verwachting is echter dat de effecten ten opzichte van het aantal scheepsbewegingen van de reguliere scheepvaart op de zeer druk bevaren Zuidelijke Noordzee verwaarloosbaar zijn (zie ook nog niet gepubliceerde resultaten metingen Borssele windpark). Continu geluid van operationele windturbines is in

het algemeen alleen van belang wanneer het omgevingsgeluid van wind en scheepvaart heel laag is (Tougaard et al., 2020).

Verwijdering bestaande windparken en onderwatergeluid

Verschillende offshore windparken zijn aan het einde van hun levensduur en meer en meer van deze parken zullen in de komende twee of drie decennia worden ontmanteld. Er zijn nog geen voorbeelden beschikbaar van de wijze waarop ontmanteling van windparken op zee zal plaatsvinden en dus ook niet of en zo ja, hoeveel onderwatergeluid daarbij zal worden geproduceerd. Om de monopiles op een duurzame en kosteneffectieve manier te verwijderen, worden nieuwe technieken ontwikkeld. Hydraulische extractie van monopiles is een van de nieuwe methoden voor het verwijderen van de volledige monopile. Hierbij kan al het staal worden teruggewonnen en gerecycled. Deze techniek verkeert echter nog in de onderzoeksfase.

12.8.4 Scheepvaart en veiligheid

Bij draaiende windparken op zee wordt gemonitord hoeveel en welke schepen gebruik maken van de omgeving van het windpark en hoeveel en welke incidenten hierbij plaatsvinden. Met de gegevens die daaruit voortkomen zal besloten worden of het gewenst is om hier een afwegingskader en een kansmodel voor te ontwikkelen. Het gedrag en de verkeersstromen van niet-routegebonden verkeer, dat in het SAMSON model buiten windenergiegebied IJmuiden Ver is geplaatst, kan tevens gemonitord worden. Verder kunnen de scenario's en impact van aanvaringen en aandrijvingen met windturbines verder onderzocht en uitgewerkt worden.

Zo zijn in dit MER voor het bepalen van persoonlijk letsel bepaalde aannames gedaan. Het is bijvoorbeeld niet bekend wat de kans is dat de mast op dan wel van het schip af valt bij aanvaringen en aandrijvingen. Ook komt het bezwijkgedrag van windturbines uit een studie uit 2000 (Barentse, 2000), terwijl windturbines fors groter zijn geworden.

In het kader van de doorgroei van windenergie op zee is in cumulatieve zin gekeken naar scheepvaartveiligheid en wordt er nagedacht hoe geconstateerde kennisleemten en hiaten in te vullen zijn. Door MARIN is een onderzoek uitgevoerd naar de scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen door het gecombineerde effect van de autonome ontwikkeling en de uitrol van de routekaart windenergie op zee 2030¹²³. Meer recentelijk is een vergelijkbaar onderzoek gedaan waarbij ook de versnellingsopgave voor 2030 is meegenomen¹²⁴. Naar aanleiding van beide onderzoeken is besloten een monitorings- en onderzoeksprogramma op te zetten voor de scheepvaart, om kennisleemten en hiaten in te vullen. Onderdeel van die hiaten is de effectiviteit van de voorgestelde mitigerende maatregelen. Dit programma is in het voorjaar van 2021 gestart onder de naam MOSWOZ (Monitorings- en Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee).

12.8.5 Morfologie en hydrodynamica

Er is nader onderzoek nodig ten aanzien van de mogelijke effecten op stratificatieprocessen en waterbeweging van een grootschalige (internationale) ontwikkeling van windenergie op de Noordzee. In Van Duren et. al 2021 is reeds een goede aanzet gedaan voor het gecumuleerd in kaart brengen van de

¹²³ Zie <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/scheepvaart/> voor meer informatie en het onderzoek.

¹²⁴ Koldenhof, Y. SAMSON-analyse Wind op Zee; versnellingsopgave 2030 met doorkijk naar 2040, MARIN, 31797-1-MO-rev0.2, 7 maart 2022

ontwikkelingen van windparken op de Noordzee. Zij geven echter een aantal belangrijke aanbevelingen om nader onderzoek naar de gecumuleerde effecten uit te voeren. De daadwerkelijke impact op de stratificatieprocessen en waterbeweging in de Noordzee van ontwikkelingen op het Nederlands continentaal plat zijn niet eenduidig te benoemen.

12.8.6 Landschap

Voor het thema Landschap zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de effectbeschrijving.

12.8.7 Overige gebruiksfuncties

Buiten de reeds genoemde onderwerpen waarop nader onderzoek nodig is, zijn er voor het milieuaspect Overige gebruiksfuncties geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de effectbeschrijving in dit MER.

12.8.8 Elektriciteitsopbrengst

Het milieuaspect elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies kent significante leemten in kennis. Naar verwachting geven de opbrengstberekeringen in dit hoofdstuk een goede indicatie van de werkelijk te behalen opbrengst. Met een windmeetcampagne kan een meer accurate benadering van het windklimaat worden gesimuleerd die leidt betrouwbaardere resultaten, echter zijn deze niet beschikbaar op het moment van schrijven en zal deze naar verwachting door de uiteindelijke vergunninghouder worden uitgevoerd. Ook zijn er momenteel geen gegevens van daadwerkelijk in productie zijnde 15 MW offshore turbines beschikbaar. Er is in de berekeningen gebruik gemaakt van de turbinekenmerken die door de IEA zijn opgesteld voor een fictieve, 15 MW onderzoeks-turbine (Offshore reference-15.000 IEA). Het gebruik hiervan leidt naar verwachting niet tot significant andere resultaten.

12.8.9 Conclusie

De leemten in kennis leiden er niet toe dat geen goed beeld verkregen is van de effecten van een windpark in kavel I in windenergiegebied IJmuiden Ver. Wel is het bij de besluitvorming van belang inzicht te hebben in de onzekerheden die bij de effectvoorspellingen een rol hebben gespeeld. Dit inzicht is verstrekt met dit MER.

12.9 Monitoring en evaluatie

12.9.1 WOZEP

Het monitorings- en evaluatieprogramma Wozep (windenergie op zee ecologisch programma) richt zich op belangrijke ecologische vragen rond bouw en exploitatie van windparken op zee die vooral een generiek karakter hebben en niet zozeer windpark specifiek zijn.

Onder het Wozep valt zowel de dóór-ontwikkeling van het instrument KEC (update en implementatie van kennis) als het MEP (het monitoring en onderzoeksprogramma). Onder het MEP valt monitoring en onderzoek zoals dat verplicht is gesteld vanuit de Wet Milieubeheer.

Het Wozep vervangt daarmee de monitoringsverplichting per windpark. Zo wordt ook een efficiëntieslag gemaakt die bovendien bijdraagt aan een kosten efficiënte realisatie van de doelstellingen voor windenergie op zee.

Bij de evaluatie van het Wozep wordt aandacht besteed aan de doorvertaling van de nieuwe kennis enerzijds in het instrument KEC (dit kan ook betekenen het checken van aannames en/of effectberekeningen); anderzijds als doorvertaling naar beleid- en beheerconsequenties. Voorbeeld van dat laatste is het opleggen of aanpassen van mitigerende maatregelen. In het Wozep richt het onderzoek zich met name op het verkrijgen van meer inzicht in de cumulatieve ecologische effecten en brengt dit in beeld en adviseert de bevoegde gezagen hierover.

Stand van zaken

Eind 2016 is een meerjarig monitoring- en onderzoeksprogramma opgeleverd waarin globaal de onderzoekslijnen voor de periode 2017-2023 zijn geschetst. Keuze van de onderzoekslijnen wordt bepaald door een afweging op twee tijdshorizonten:

- Korte termijn (tot 2023): gericht op gebruik van de resultaten in de geplande windparken. Centraal hierin staat het onderzoek naar de aannames die in de ecologische beoordeling voor deze parken zijn gedaan. Daarnaast worden ook nut, noodzaak en effectiviteit onderzocht van de maatregelen die worden opgelegd aan de windsector om ecologische schade te beperken;
- Lange termijn (na 2023): welke kennis is nodig om verdere uitbreiding van windparken op zee op een verantwoorde manier te kunnen laten plaatsvinden, wat zijn de te verwachten effecten van het verder uitbreiden van het aantal windparken op de Noordzee, waar precies kunnen ze komen en met welke mogelijke consequenties, hoe kunnen negatieve effecten in voldoende mate worden vermeden, etc.

Voor meer informatie zie de website: <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch>.

De leemten in kennis uit dit MER bieden input voor monitoring binnen WOZEP (voor de ecologische aspecten) en voor monitoring voor de aspecten scheepvaart en morfologie en hydrologie.

12.9.2 MOSWOZ

In 2019 heeft Rijkswaterstaat de cumulatieve effecten van windparken op de scheepvaartveiligheid onderzocht. Het gaat om de windparken die tot 2030 worden gebouwd op het zuidelijke deel van de Nederlandse Noordzee. In totaal betreft het circa 850 extra windturbines over een gebied van zo'n 1.600 km².

Ondanks het vele onderzoek en de betrokkenheid van allerlei experts zijn er nog onzekerheden over de daadwerkelijke risico's en over de effectiviteit van een aantal maatregelen. Dat is de reden dat het Monitorings- en Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee (MOSWOZ) is gestart. Het programma loopt tot 2029 en houdt de komende jaren de vinger aan de pols bij ontwikkelingen rond scheepvaartveiligheid in relatie tot de uitrol van windparken op zee. De uiteindelijke doelen zijn om meer inzicht te krijgen in het effect op scheepvaartveiligheid van windparken op zee en om tijdig te kunnen inspelen op innovaties op dit gebied.

Om deze doelen te bereiken heeft MOSWOZ de genoemde kennisleemtes uitgewerkt in onderzoeksvragen en vervolgens gebundeld in verschillende thema's Binnen die thema's zal in de

komende jaren gezocht worden naar de antwoorden op onderzoeksvragen, om zo beleidsmakers en andere betrokkenen goed te kunnen ondersteunen en adviseren.

Het programma is zo ingericht dat het gebruik kan maken van voortschrijdend inzicht. Keuzes en prioriteiten worden afgestemd op de actualiteit.

Tabel 12.10 MOSWOZ Thema's

Thema	Uitleg thema
Monitoring	Gericht op actuele risico-ontwikkeling op zee als gevolg van windparken voor alle scheepvaart
Veiligheid	Gevolgen van aanvaringen en aandrijvingen windturbines
Doorvaart	Risico's doorvaart windparken versus omvaren
Vessel Traffic Monitoring	Inrichtingseisen Vessel Traffic Monitoring (VTM)
Emergency Towing Vessels	Verkennen inzet meerdere Emergency Towing Vessels (ETV's) – effectiviteit en modus operandi
Hydro-meteo	Hydro-meteo in relatie tot scheepvaartveiligheid – effecten windparken op wind, golven en zicht – verbeteren weerwaarschuwingen
Ankergebieden	Ankergebieden beter benutten
Crisisorganisatie	Verkennen impact op crisisorganisatie (vanwege complexiteit)
Buitenlandse benchmarking	Buitenlandse benchmarking windparken onder andere constructieve eisen aan windturbines, inzet van maatregelen, harmonisatie.

Voor meer informatie, zie de website: <https://www.noordzeeloket.nl/functiegebruik/windenergie/scheepvaart-moswoz/>