

719022  
27 november 2020

**MER KAVEL VI**  
**WINDENERGIEGEBIED**  
**HOLLANDSE KUST (WEST)**

Ministeries van Economische  
Zaken en Klimaat,  
Binnenlandse Zaken en  
Koninkrijkrelaties  
Infrastructuur en Waterstaat en  
Landbouw, Natuur en  
Voedselkwaliteit

Eindversie



Duurzame oplossingen in  
energie, klimaat en milieu

Postbus 919  
6800 AX Arnhem  
Telefoon (088) 766 33 72

Documenttitel	MER kavel VI Windenergiegebied Hollandse Kust (west)
Soort document	Eindversie
Datum	27 november 2020
Projectnummer	719022
Opdrachtgever	Ministeries van Economische Zaken en Klimaat, Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties Infrastructuur en Waterstaat en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Auteurs	Maarten Jaspers Faijer, Maarten Sosef, Pondera Consult Luitze Perk, WaterProof
Vrijgave	Sergej van de Bilt, Pondera Consult

## INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
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
<b>2</b>	<b>Wet- en regelgeving en beleidskader</b>	<b>7</b>
2.1	Beleid windenergie op zee	7
2.2	Overige nationale wetgeving	12
2.3	Belangrijkste internationale beleid	14
<b>3</b>	<b>Onderbouwing locatiekeuze en verkaveling Hollandse Kust (West)</b>	<b>17</b>
3.1	Locatiekeuze windenergiegebied Hollandse Kust (west)	17
3.2	Ligging en beschrijving van windenergiegebied Hollandse Kust (west)	20
3.3	Ligging kavel binnen windenergiegebied Hollandse Kust (west)	30
3.4	Keuze voor uitgifte van twee kavels (VI en VII)	35
3.5	Aansluiting op het elektriciteitsnet	36
<b>4</b>	<b>Aanpak effectbeoordeling</b>	<b>39</b>
4.1	Inleiding bandbreedte-benadering	39
4.2	Uitwerking van de bandbreedte en alternatieven	40
4.3	Milieuaspecten	46
4.4	Effectbeoordeling	51
4.5	Mitigerende maatregelen	58
<b>5</b>	<b>Morfologie en hydrologie</b>	<b>59</b>
5.1	Beoordelingskader	59
5.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	63
5.3	Effectbeschrijving	72
5.4	Effectbeoordeling	83
5.5	Cumulatie	83
5.6	Mitigerende maatregelen	84
5.7	Leemten in kennis	84

<b>6</b>	<b>Vogels en vleermuizen</b>	<b>85</b>
6.1	Inleiding	85
6.2	Te beschouwen alternatieven/bandbreedte	85
6.3	Beoordelingskader	86
6.4	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	88
6.5	Effectbeschrijving	96
6.6	Conclusie	122
6.7	Cumulatie	124
6.8	Mitigerende maatregelen	132
6.9	Leemten in kennis en informatie	137
<b>7</b>	<b>Onderwaterleven</b>	<b>139</b>
7.1	Inleiding	139
7.2	Beoordelingskader	140
7.3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	142
7.4	Effectbeschrijving	162
7.5	Effectbeoordeling	184
7.6	Mitigerende maatregelen	190
7.7	Cumulatieve effecten	191
7.8	Leemten in kennis	198
<b>8</b>	<b>Scheepvaartveiligheid</b>	<b>203</b>
8.1	Inleiding	203
8.2	Te beschouwen bandbreedte/alternatieven	203
8.3	Beoordelingskader	204
8.4	Aanpak MARIN	204
8.5	Effectbeschrijving	214
8.6	Effectbeoordeling	221
8.7	Cumulatie	222
8.8	Mitigerende maatregelen	223
8.9	Leemten in kennis	225
<b>9</b>	<b>Landschap</b>	<b>227</b>
9.1	Inleiding	227
9.2	Zichtbaarheid van windturbines	229
9.3	Effectbeoordeling	237
9.4	Cumulatie	237
9.5	Mitigerende maatregelen	238
9.6	Leemten in de kennis	238

<b>10</b>	<b>Overige gebruiksfuncties</b>	<b>239</b>
10.1	Inleiding	239
10.2	Te beschouwen bandbreedte / alternatieven	239
10.3	Beoordelingskader	241
10.4	Visserij	241
10.5	Olie- en gaswinning	267
10.6	Luchtvaart	272
10.7	Zand-, grind- en schelpenwinning	279
10.8	Baggerstort	279
10.9	Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	280
10.10	Kabels en leidingen	287
10.11	Telecommunicatie	292
10.12	Munitiestortgebieden en militaire activiteiten	298
10.13	Recreatie en toerisme	304
10.14	Cultuurhistorie en archeologie	309
10.15	Schelpdierkweek en aquacultuur	315
10.16	Bestaande windparken	317
10.17	(Lokale en regionale) economie	319
10.18	Effectbeoordeling	320
10.19	Cumulatie	322
10.20	Mitigerende maatregelen	323
10.21	Leemten in kennis	324
<b>11</b>	<b>Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies</b>	<b>325</b>
11.1	Te beschouwen bandbreedte/alternatieven	325
11.2	Beoordelingskader	326
11.3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	326
11.4	Effectbeschrijving	326
11.5	Effectbeoordeling	330
11.6	Cumulatie	330
11.7	Mitigerende maatregelen	331
11.8	Leemten in kennis	331
<b>12</b>	<b>Conclusie</b>	<b>333</b>
12.1	Inleiding	333
12.2	Toetsing aan wettelijk kader	333
12.3	Effecten binnen de bandbreedte – voorkeursverkaveling kavel VI	333
12.4	Effecten binnen de bandbreedte – alternatieve verkaveling kavel VI	341
12.5	Cumulatie	343

12.6	Mitigerende maatregelen	347
12.7	Overwegingen ten behoeve van het voorkeursalternatief	349
12.8	Leemten in kennis	356
12.9	Monitoring en evaluatie	361

- Bijlage 1 - Literatuurlijst
- Bijlage 2 - MER Voornemen kavel VI en VII
- Bijlage 3 - Coördinaten kavel VI en VII
- Bijlage 4 - Achtergronddocument vogels, vleermuizen, vissen en benthos
- Bijlage 5 - Effecten onderwatergeluid zeezoogdieren
- Bijlage 6 - Veiligheidsberekeningen falen windturbine
- Bijlage 7 - Soortenbescherming Wnb
- Bijlage 8 - Passende Beoordeling
- Bijlage 9 - Rapport scheepvaartveiligheid
- Bijlage 10.1 - WindPro gegevens alternatief 10 MW
- Bijlage 10.2 - WindPro gegevens alternatief 16 MW
- Bijlage 11 - Milieueffecten gewijzigde kavelindeling

## SAMENVATTING

### 1. Inleiding

Nederland heeft ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor het realiseren van de opwekking van duurzame - hernieuwbare - energie. Windenergie speelt daarin een prominente rol. Het Klimaatakkoord spreekt van ten minste 49 TWh productie in 2030 van windenergie op zee en sluit daarbij aan bij de routekaart windenergie op zee. In die routekaart is circa 11 gigawatt voorzien aan windparken op zee in 2030.

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

Om de doelstelling van 49 TWh 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 reeds als windenergiegebied zijn aangewezen in het Nationaal Waterplan. Het gaat om achtereenvolgens 1,4 GW in het gebied Hollandse Kust (west), 0,7 GW in het gebied Ten noorden van de Waddeneilanden, en circa 4 GW in het gebied IJmuiden Ver. In het kavelbesluit wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden. Na een kavelbesluit volgt het uitvaardigen van een tender. De winnaar van de tender krijgt een vergunning voor de bouw en exploitatie van het windpark. 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 van Economische Zaken en Klimaat is (in overeenstemming met de Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, de Minister van Infrastructuur en Waterstaat en de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit) initiatiefnemer voor het uitgeven van een kavel en stelt ten behoeve daarvan voor elk kavelbesluit een milieueffectrapport (MER) op.

Dit document betreft het MER voor kavel VI in het windenergiegebied Hollandse Kust (west). Het MER beschrijft de milieueffecten die optreden bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbines in de kavels.

De windturbines die in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) geplaatst worden, moeten worden aangesloten op het hoogspanningsnet. TenneT draagt zorg voor deze aansluiting. Het gaat daarbij om twee platforms in het windenergiegebied Hollandse Kust (west), 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.

In deze samenvatting wordt achtereenvolgend ingegaan op:

- de beleidscontext en de aanleiding voor het te nemen kavelbesluit;
- de locatiekeuze voor windenergiegebied Hollandse Kust (west);
- de verkaveling binnen windenergiegebied Hollandse Kust (west);
- de wijze van effectbeoordeling;



- het resultaat van de effectbeoordeling;
- cumulatie;
- mitigerende maatregelen;
- de afweging;
- leemten in kennis en informatie;
- monitoring en evaluatie.

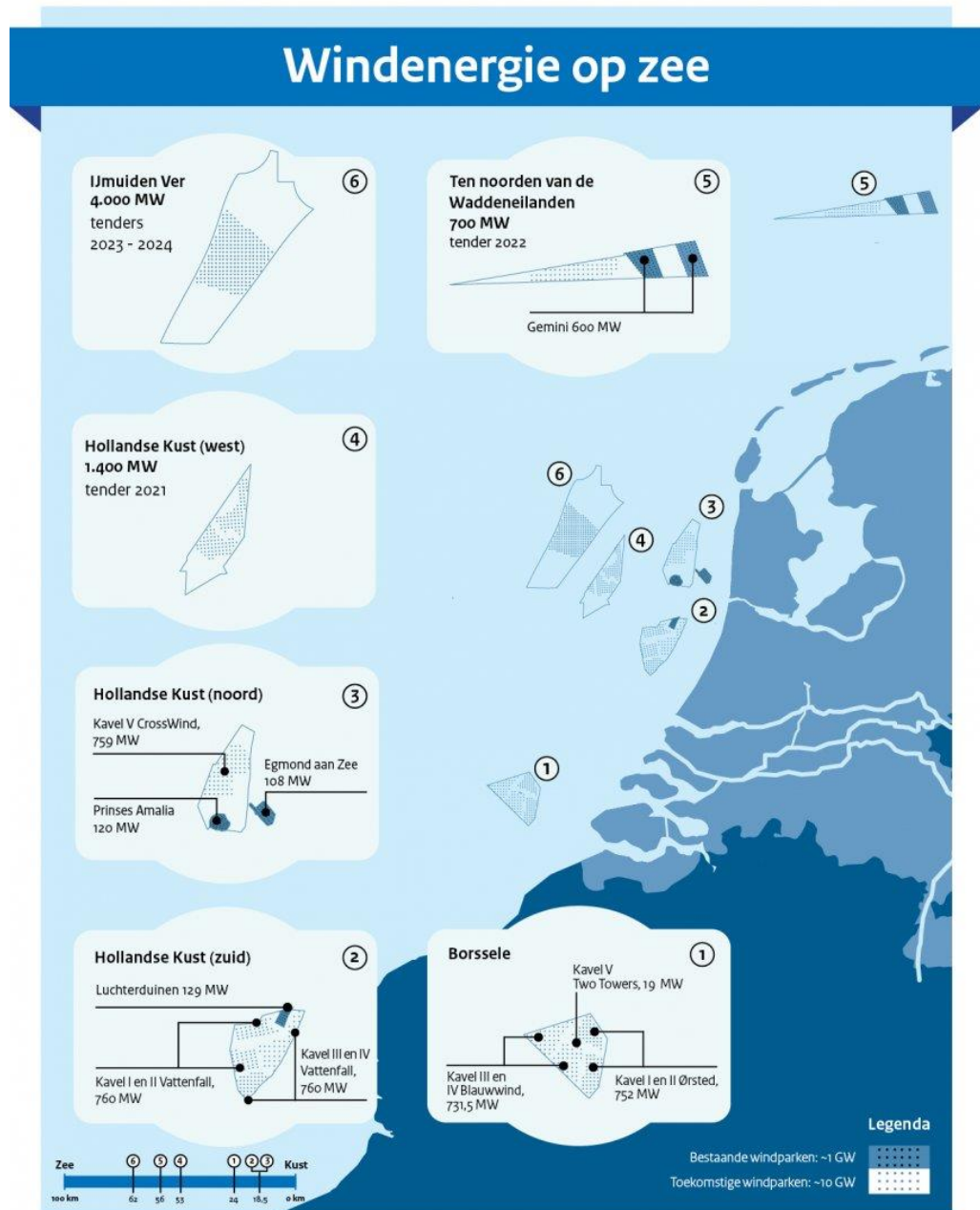
## 2. Beleidscontext en aanleiding kavelbesluiten

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 routekaart windenergie op zee omvat plannen voor het ontwikkelen van windparken tot 2030 met een totale capaciteit van ten minste 6,1 GW in de volgende windenergiegebieden (zie figuur S1):

- Hollandse Kust (west) met een vermogen van 1,4 GW, waarvan de ingebruikname zou moeten plaatsvinden in 2024-2025;
- Ten noorden van de Waddeneilanden met een vermogen van 0,7 GW, waarvan de ingebruikname staat gepland in 2026;
- IJmuiden Ver, met een vermogen van circa 4 GW het grootste windenergiegebied, waarvan de ingebruikname in de periode 2027-2030 moet plaatsvinden.

Figuur S1 Gebieden voor windenergie



Het kabinet concludeert dat een gecoördineerde netaansluiting van windparken op zee leidt tot lagere maatschappelijke kosten en een kleinere impact op de leefomgeving. Het uitgangspunt voor de routekaart is dat de opgave voor windenergie op zee het meest kosteneffectief kan worden gerealiseerd door uit te gaan van een net op zee. Het net op zee gaat uit van standaard platforms waarop per platform circa 700 MW windenergiecapaciteit kan worden aangesloten. Op het platform worden de windturbines van de windparken rechtstreeks aangesloten. TenneT is op grond van de Elektriciteitswet 1998 aangewezen als netbeheerder van het net op zee.

In de volgende tabel is het schema van de ontwikkeling van windenergie op zee opgenomen uit de routekaart. Dit MER is opgesteld voor Hollandse Kust (west) kavel VI.

Omvang (GW)	Windenergiegebieden, kavel(s)	Tender Kavels	Jaar ingebruikname windpark
1,0	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
0,7	Hollandse Kust (zuid), kavels III en IV	Eerste kwartaal 2019	2023
0,7	Hollandse Kust (noord), kavel V	Eerste kwartaal 2020	2024
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VI	Tweede kwartaal 2021	2025 t/m 2026
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VII		2025 t/m 2026
0,7	Ten noorden van de Waddeneilanden, kavel I	Vierde kwartaal 2022	2027
1,0	IJmuiden Ver, kavel I	Vierde kwartaal 2023	2028
1,0	IJmuiden Ver, kavel II		2028
1,0	IJmuiden Ver, kavel III	Vierde kwartaal 2024	2029
1,0	IJmuiden Ver, kavel IV		2029

### 3. Locatiekeuze windenergiegebied

In de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee is nagegaan of windenergiegebied Hollandse Kust (west) geschikt is voor de realisatie van windenergie. In deze structuurvisie en bijbehorend plan-MER<sup>1</sup> zijn de effecten van windenergie in het gebied Hollandse Kust (west) op een geaggregeerd niveau onderzocht op de aspecten ecologie, scheepvaartveiligheid, overige gebruiksfuncties (olie en gas, visserij, zandwinning etc.), geologie en hydrologie, landschap (zichtbaarheid), economie en recreatie(vaart), cultuurhistorie en archeologie. Hierbij is ook gekeken naar de geschiktheid in vergelijking met de overige voor windenergie aangewezen gebieden (IJmuiden Ver, Hollandse Kust, Ten noorden van de Waddeneilanden, Borssele). Windenergiegebied Hollandse Kust (west) is geschikt bevonden.

In de MER-en voor de kavels van windenergiegebied Borssele en voor de kavels I en II van Hollandse Kust (zuid)<sup>2</sup> 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.

<sup>1</sup> Milieueffectrapport Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Hollandse Kust, PlanMER voor de tussentijdse herziening van het Nationaal Waterplan voor het onderdeel windenergie op zee, Royal HaskoningDHV, 2014

<sup>2</sup> 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>.

#### 4. Verkaveling

In de routekaart windenergie op zee is een keuze gemaakt om in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) twee windparken van 700 MW te realiseren in 2024/2025. Van het totaaloppervlak van windenergiegebied Hollandse Kust (west) van 349 km<sup>2</sup> wordt ruimte gereserveerd voor (zie ook figuur S2):

1. Aanwezige kabels en leidingen in het windenergiegebied en een zone van 500 meter daaromheen;
2. Platform west Alpha van TenneT (en een zone van 500 meter daaromheen) voor de verbinding naar het vaste land voor kavel VI;
3. Platform west Beta van TenneT (en een zone van 500 meter daaromheen) voor de verbinding naar het vaste land voor kavel VII;
4. Toekomstige kabels van platform Alpha van TenneT naar land (500 meter onderhoudszone aan weerszijden en tussenafstand tussen de twee kabels van 200 meter is in totaal 1.200 meter breed);
5. Toekomstige kabels van platform Beta van TenneT naar land (500 meter onderhoudszone aan weerszijden en tussenafstand tussen de twee kabels van 200 meter is in totaal 1.200 meter breed);
6. Een verbinding tussen platform Beta en Alpha (500 meter onderhoudszone aan weerszijden, dus 1.000 meter breed in totaal);
7. Een veilige afstand tot mijnbouwlocaties;
8. Een veilige afstand tot de vaarroute van de ferry tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk (noordelijke punt van het windenergiegebied);
9. Een duidelijker grens van het gebied aan de zuidwestzijde voor scheepvaart (een punt van het gebied wordt niet benut);
10. Een veiligheidszone van 1.000 meter tussen de onderlinge kavels.

De exacte ligging van platform Beta en de toekomstige kabels vanaf dit platform zijn afkomstig van TenneT, maar zijn ten tijde van het opstellen van dit MER nog niet definitief. Geringe wijzigingen in de ligging van het platform en/of de kabels (in ordegrootte van enkele honderden meters) leidt voor dit MER niet direct tot een andere effectbeoordeling, maar de ligging van de grenzen van kavel VII kunnen wel wat anders worden, doordat het platform Beta en de kabels vanaf dit platform in kavel VII zijn gelegen. Met name de coördinaten die in bijlage 3 zijn opgenomen kunnen dan wijzigen.

De ruimte die resteert is beschikbaar voor de plaatsing van windturbines. Er resteert meer ruimte dan twee windparken in het windenergiegebied, vandaar dat voor kavel VI twee locatiealternatieven worden onderscheiden in dit MER: een voorkeursverkaveling en een alternatieve verkaveling voor kavel VI.

#### Voorkeursverkaveling

Kavel VI heeft in de voorkeursverkaveling een bruto-oppervlakte van 90 km<sup>2</sup> en is gesitueerd in het noorden van het gebied Hollandse Kust (west), zie figuur S2. Het TenneT-platform Hollandse Kust (west Alpha) wordt geplaatst in het zuidoosten van kavel VI. Kavel VII ligt in de voorkeursverkaveling centraal in het gebied Hollandse Kust (west) en heeft een bruto-

oppervlakte van 87 km<sup>2</sup>. Er is een zoekgebied voor het TenneT-platform Beta ten oosten van het middelpunt van kavel VII.

Het meest zuidelijke deel van het gebied Hollandse Kust (west), daar waar "VI (alternatief) 75 km<sup>2</sup>" in figuur S2 staat, wordt in de voorkeursverkaveling vrijgehouden, evenals de meest noordelijke punt. Om ander (bestaand) gebruik van het gebied zoals visserij en scheepvaart vooralsnog zo min mogelijk te beperken, is gekozen voor het niet benutten van een (aaneengesloten) gebied in het zuiden. Ook vanuit het oogpunt van helikopterbereikbaarheid is het vanwege de ligging van het platform P09-Horizon-A gunstiger om de zuidelijke punt niet in te vullen. Daarnaast is het voorstelbaar dat op langere termijn meer behoefte ontstaat aan windenergie op zee dan waar de routekaart windenergie op zee vanuit gaat en dan is het raadzaam om één wat groter gebied vrij te houden hiervoor, in plaats van meerdere kleinere gebieden. Dit omdat een aaneengesloten gebied efficiënter is voor de aanleg van een windpark dan meerdere kleinere gebieden. Dat is de reden dat één aaneengesloten gebied in het zuiden van het windenergiegebied wordt vrijgehouden.

**Figuur S2 Voorgestelde verkaveling windenergiegebied Hollandse Kust (west).**



#### **Verkavelingsalternatief**

Ook het verkavelingsalternatief is weergegeven in figuur S2. Ook in dit alternatief is niet het hele gebied Hollandse Kust (west) in gebruik, zodat vooralsnog ruimte beschikbaar blijft voor ander (bestaand) gebruik, zoals visserij en scheepvaart. Daarnaast is medegebruik binnen de windparken voor bepaalde activiteiten mogelijk. Kavel VI heeft in het verkavelingsalternatief een bruto-oppervlakte van 75 km<sup>2</sup> in plaats van 90 km<sup>2</sup>. Kavel VI is in het verkavelingsalternatief gesitueerd in het uiterste zuiden van het gebied Hollandse Kust (west). De beschikbare oostelijke punt wordt vanuit overwegingen voor de scheepvaartveiligheid niet benut voor de

kavel. Ook de westelijke punt blijft onbenut. Kavel VII ligt in het verkavelingsalternatief (nog steeds) centraal in het gebied Hollandse Kust (west) en heeft een bruto-oppervlakte van 87 km<sup>2</sup>. Het TenneT-platform west Alpha is gelegen ten noorden van beide kavels, op dezelfde locatie als in de voorkeursverkaveling. Het verkavelingsalternatief betreft een 'zuidelijke invulling': ten westen en ten noorden van het TenneT-platform west Alpha worden in het verkavelingsalternatief geen turbines geplaatst. Doordat het TenneT-platform west Alpha niet (centraal) in een kavel is gesitueerd maar erbuiten, zullen de inter-array-kabels langer zijn.

In de effecthoofdstukken van dit MER wordt de voorkeursverkaveling vanuit het oogpunt van relevante aspecten zoals ecologie, scheepvaartveiligheid en mijnbouw onderzocht. Voor zover redelijkerwijs relevant kan zijn vanwege mogelijk afwijkende resultaten, wordt ook het verkavelingsalternatief onderzocht en worden de effecten tussen de voorkeursverkaveling en het verkavelingsalternatief vergeleken.

## 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 voorgenoemde 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 per kavel (voorkeursligging en alternatieve ligging) onderzocht. De alternatievenbenadering bestaat uit het onderzoeken van een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types binnen een dergelijk kavel.

De kavel binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (west) 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 kavels uit te geven waarbinnen verschillende windturbineopstellingen en –types en funderingsmethoden mogelijk zijn, binnen een bepaalde bandbreedte, wordt een flexibele inrichting van de kavels mogelijk. De ontwikkelaar heeft 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 de kavelbesluiten 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 wat betreft mogelijke effecten toelaatbaar is, dan zijn alle opstellingen die daarbinnen blijven eveneens mogelijk.

### Alternatieven

De worst case situatie zal voor verschillende aspecten anders zijn (bijvoorbeeld voor vogels anders dan voor zeezoogdieren). 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 S1 Bandbreedte MER.

Onderwerp	Bandbreedte
Vermogen individuele windturbines	Minimaal 10 MW*
Tiphoogte individuele windturbines	189 – 304 meter**
Tiplaagte individuele windturbines	Minimaal 25 meter
Rotordiameter individuele windturbines	164 – 279 meter**
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 600 meter
Aantal bladen per windturbine	2,3, multirotor**
Type funderingen	Monopile, multipile, tripod, gravity based structure, suction bucket
Aanlegwijze paalfunderingen	Intrillen, heien, boren, suction
Maximaal geluidniveau (in geval van heien)	168 dB re 1 mPa2s op 750 meter
In geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per turbine:	
Monopile	1 paal van 6 tot 12 meter
Multipile (waaronder 'tripods' en 'jackets')	3 tot 6 palen van 1 - 4 meter

Onderwerp	Bandbreedte
In geval van een fundering zonder heien: afmetingen op zeebodem:	
Gravity Based	Tot maximaal 40 x 40 meter
Suction Bucket	Diameter bucket: n.t.b.
Elektrische infrastructuur (inter-array bekabeling)	66 kV, ingegraven op 1 of 3 meter diepte <sup>3</sup>

\* = dat betekent met een maximum van 760 MW maximaal 76 turbines.

\*\*Multirotor-turbines mogen hiervan afwijken. De toepassing van deze innovatieve turbines vereist maatwerk in het MER.

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

**Tabel S2 Worst case en best case binnen de bandbreedte per milieuaspect.**

Milieuaspect	Bandbreedte	
	Alternatief (Worst case)	Alternatief (Best case)
Vogels en vleermuizen	76 x 10 MW-turbines Tiplaagte 25 m, rotordiameter 164 m	47 x 16 MW-turbines Tiplaagte 25 m, rotordiameter 279 m
Onderwaterleven*	47 x 16 MW-turbines 1 turbinelocatie per dag	76 x 10 MW-turbines 1 turbinelocatie per dag
Scheepvaart	76 x 10 MW-turbines Jacket-fundering met diameter 18 m	47 x 16 MW-turbines Monopaalfundering met diameter 12 m
Geologie en hydrologie	76 x 10 MW-turbines	47 x 16 MW-turbines
Landschap**	76 x 10 MW-turbines Min. rotordiameter 164 m Min. ashoogte: 107 m	47 x 16 MW-turbines Max. rotordiameter 279 m Max. ashoogte: 164,5 m
Overige gebruiksfuncties	76 x 10 MW-turbines	47 x 16 MW-turbines
Elektriciteitsopbrengst**	76 x 10 MW-turbines	47 x 16 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 er niet zozeer sprake van een worst- of best case voorafgaand aan het effectonderzoek.		

### Beoordeling

Om de effecten van de alternatieven 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 beoordelingsschaal gehanteerd, zoals weergegeven in tabel S3. De beoordeling wordt gemotiveerd.

<sup>3</sup> Hierbij kunnen twee varianten worden onderzocht: ingraven op één meter diepte en op drie meter diepte.



Tabel S3 Scoringsmethodiek.

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie (nulalternatief)
--	Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering
-	Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering
0	Het voornemen onderscheidt zich niet van de referentiesituatie
+	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 ten einde 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 VI zijn ook cumulatieve effecten van andere windparken en activiteiten beschouwd en zijn tevens mitigerende maatregelen onderzocht.

## 6. Resultaat milieubeoordeling – voorkeursligging kavel VI

De volgende tabellen geven de beoordelingen van de alternatieven voor de voorkeursligging van kavel VI per aspect naar de verschillende beoordelingscriteria weer, zonder de inzet van mitigerende maatregelen. De tabellen worden vervolgens per aspect besproken. Het betreft een samenvatting van de effectbeoordeling, de omschrijving van de beoordelingscriteria is hiervoor vereenvoudigd. In de paragraaf hierna wordt ingegaan op de effecten van de alternatieve ligging van kavel VI in vergelijking met de voorkeursligging.

### 6.1 Vogels en vleermuizen

Tabel S4 Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven van de voorkeursligging van kavel VI op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.

Effecten windpark	Alternatief 1 76 * 10 MW ø 164 m	Alternatief 2 47 * 16 MW ø 279 m
<b>Aanlegfase vogels</b>		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
<b>Gebruiksfase vogels</b>		
Lokale zeevogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
Kolonievogels		
- aanvaringen	-	-

<b>Effecten windpark</b>	<b>Alternatief 1 76 * 10 MW ø 164 m</b>	<b>Alternatief 2 47 * 16 MW ø 279 m</b>
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
<b>Trekvogels</b>		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
<b>Verwijderingsfase vogels</b>		
- verwijdering funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
<b>Vleermuizen</b>		
- aanvaringen	--/-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	+/-	+/-

Uitgaande van de voorkeursligging van kavel VI is alternatief 2 (47 x 16 MW-turbines) het meest milieuvriendelijke alternatief gezien vanuit vogels en vleermuizen, voornamelijk door het geringere aantal aanvaringsslachtoffers dan bij het alternatief met meer turbines.

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.

Ook is in kwalitatieve termen ingegaan op het effect wanneer multi-rotor turbines worden toegepast. Hier zijn nog geen ervaringscijfers van bekend, maar verwacht kan worden dat meer aanvaringsslachtoffers vallen indien de rotoren lager worden geplaatst in vergelijking met single-rotor turbines. Ook wanneer het totale rotoroppervlak in de kavel toeneemt zal dit leiden tot meer vogelslachtoffers. De aanwezigheid van meerdere rotoren kan de zichtbaarheid van multirotors vergroten en dit kan leiden tot meer verstoring voor gevoelige soorten, zoals alken en duikers. Voor wat betreft vleermuizen wordt ook verwacht dat multi-rotor turbines leiden tot meer slachtoffers, vanwege het mogelijk grotere rotoroppervlak en de lagere rotorhoogte.

## 6.2 Onderwaterleven

Tabel S5 Beoordeling effecten onderwaterleven zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alt. 1	Alt. 2
Effecten bij aanleg, gebruik en verwijdering op:			
Biodiversiteit	Bodemdieren		
Recruitment	Bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
Dichtheden/biomassa	Habitatverlies	0	0
Bijzondere soorten	Vissen		
	Geluid/trillingen	0/-	0/-
	Bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
	Habitatverlies	0	0
<b>Zeezoogdieren</b>			
Aanleg			
Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	Verstoord oppervlak (km <sup>2</sup> )	0	0
Fysieke aantasting	Aantal verstoorde dieren	0/-	0/-
	Dierverstoringsdagen	0/-	0/-
	Aantal aangetaste dieren	0/-	0/-
	Populatie-effecten (Noordzee)	0/-	0/-
Gebruik			
Verstoring door geluid en trillingen turbines			
Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)	Verstoord oppervlak (km <sup>2</sup> )	0	0
	Aantal verstoorde dieren	0	0
Verwijdering			
Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	Verstoord oppervlak (km <sup>2</sup> )	0	0
	Aantal verstoorde dieren	0	0
	Verstoord oppervlak (km <sup>2</sup> )	0/-	0/-
	Aantal verstoorde dieren	0/-	0/-

De alternatieven zijn ten aanzien van de effecten van onderwatergeluid niet onderscheidend. De toepassing van de geluidnorm zoals opgenomen in het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) 3.0 resulteert in een afvlakking van de effecten, waardoor deze voor beide alternatieven met een zekerheid van 95% kan worden gesteld dat de populatie bruinvissen met niet meer dan 5% afneemt. Deze 5% betreft 510 bruinvissen per kavel. De aanleg van het windpark resulteert in zowel alternatief 1 als alternatief 2, in een zeer geringe afname van het aantal bruinvissen (maximaal 40 individuen). Wat betreft zeehonden zijn de effecten ook gering, aangezien zeehonden een hogere drempelwaarde kennen ten aanzien van verstoring. Maximaal gaat het om 11 individuen die het verstoringsgebied zullen mijden. Voor wat betreft bodemdieren en vissen zijn de effecten zeer gering van omvang.

## 6.3 Scheepvaartveiligheid

**Tabel S6 Beoordeling effecten voorkeursverkaveling kavel VI - scheepvaart en veiligheid zonder mitigerende maatregelen.**

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling Voorkeursligging kavel VI met 10 MW-turbines
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving	0/-
	Gevolgschade van aanvaring of aandrijving	0/-
Scheepvaart	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0/-
	Effecten van doorvaart voor schepen <24 meter of <45 meter	0/-

Voor de voorkeursligging van kavel VI zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de turbines. Uit deze berekeningen blijkt dat de totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor de voorkeursligging van kavel VI 0,109282 is. Dit is equivalent aan één eens per 9,2 jaar. Hiermee scoort de voorkeursligging licht negatief (0/-).

Als gevolg van turbines in de voorkeursligging van kavel VI wordt eens per 568 jaar een uitstroom van olie verwacht.

Bij voorkeursligging van kavel VI is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine 0,004406.<sup>4</sup>

Bij deze cijfers kunnen een aantal kanttekeningen geplaatst worden (waaronder dat een aantal scenario's buiten beschouwing is gelaten en cijfers gebaseerd zijn op kleinere turbines dan die nu worden gebouwd, zie paragraaf 8.4.3), maar de cijfers tussen kavels zijn wel vergelijkbaar.

### Kruisen

Aangenomen wordt dat ook al zijn er soms grotere schaduwstukken op kortere afstand tot de ontmoeting de niet-routegebonden schepen voldoende manoeuvreerbaar zijn om op korte afstand te reageren. Echter hierbij is de verwachting dat niet zo zeer de beperking van het zicht een belangrijke rol speelt in de ontmoeting als wel het mogelijk verkeerd inschatten van de intenties en manoeuvreerbaarheid van de ander. Dit effect wordt als 0/- gescoord.

### Doorvaart

Het aantal aanvaringen met windturbines is groter bij doorvaart tot 45 meter, namelijk 1,87 aanvaringen per jaar ten opzichte van 1,43 aanvaringen per jaar. Dit is gebaseerd op de aanwezigheid van windparken conform de routekaart, dus niet enkel alleen de windturbines in Hollandse Kust (west). Ook het effect voor het gebied buiten de windparken is relevant; de berm en de vaarweg. Dit is een onderdeel dat verder onderzocht moet worden en waar in dit stadium nog geen uitspraken over gedaan kunnen worden. Omdat de kans op aanvaringen en aandrijvingen toeneemt als gevolg van het openstellen van windparken voor schepen, wordt licht negatief (0/-) gescoord.

<sup>4</sup> Hierbij is geen rekening 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 vissersboot.

## 6.4 Morfologie en hydrologie

Tabel S7 Beoordeling effecten geologie en hydrologie zonder mitigerende maatregelen.

Aspect (gedurende aanleg, onderhoud en exploitatie)	Alternatief 1	Alternatief 2
	een 16 MW-turbine op een monopaal-fundering met een doorsnede van 12,5 meter Erosiebescherming (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.	een 10 MW-turbine op een gravity based fundering met een doorsnede van 50 meter Erosiebescherming (stortstenen): driemaal de diameter van de voet
Golven	0	0
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0	0/-
Waterdiepte en bodemvormen	0	0
Bodemsamenstelling	0	0
Troebelheid en waterkwaliteit	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 zijn de effecten als gevolg van 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.

## 6.5 Landschap

Tabel S8 Beoordeling effecten voorkeursverkaveling kavel VI - landschap zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Beoordeling	
	Alternatief 1	Alternatief 2
	76 x 10 MW-turbines Max. tiphoogte 189 m	47 x 16 MW-turbines Max. tiphoogte 304 m
- Zichtbaarheid in percentage van de tijd	0	0

De zichtbaarheid van windturbines in kavel VI is kwantitatief weergegeven door het percentage van de tijd dat de meteorologische omstandigheden zodanig zijn, dat het windpark is te zien. Dat is minder dan 1% van de tijd in de zomerdagen (gemiddeld 1 dag per zomer, 7 minuten zichtbaar). Dit maakt dat de beide alternatieven nauwelijks zichtbaar zijn en ook geen onderscheid gemaakt wordt in de beoordeling (beide 0). En indien de meteorologische omstandigheden zodanig zijn dat het windpark zichtbaar is, dan is de afstand (minimaal 51 kilometer) dermate groot dat slechts een deel van de dichtstbijzijnde turbines te zien kunnen zijn. Ook de turbines van windparken die tussen Hollandse Kust (west) en de kust liggen zullen ervoor zorgen dat praktisch de windturbines in kavel VI niet of slechts heel beperkt zichtbaar zijn.

## 6.6 Overige gebruiksfuncties

Tabel S9 Beoordeling effecten voorkeursverkaveling kavel VI - overige gebruiksfuncties zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Effect	Beoordeling Kavel VI	
		Alternatief 1 76 x 10 MW op suction bucket	Alternatief 2 47 x 16 MW op gravity base
Visserij	Beperkingen visserij	0/-	0/-
Olie- en gaswinning	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 baggerstortgebieden	0	0
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	Interferentie radar	0	0
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0/-	0/-
Telecommunicatie	Verstoring straalpaden	-	-
Munitiestortgebieden en militaire gebieden	Aanwezigheid munitiestortgebieden en militaire gebieden	0	0

Beoordelingscriteria	Effect	Beoordeling Kavel VI	
		Alternatief 1 76 x 10 MW op suction bucket	Alternatief 2 47 x 16 MW op gravity base
	Aanwezigheid niet-gesprongen explosieven	0	0
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart	0	0
	Beperkingen kustrecreatie	0	0
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0/-	0/-
Schelpdierkweek en aquacultuur	Beperkingen schelpdierkweek	0	0
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0	0
(Lokale en regionale) Economieën	Effecten op de economie en werkgelegenheid	0/+	0/+

De meeste effecten worden gezien de geringe omvang als neutraal beoordeeld. Dit komt deels doordat bij de locatiekeuze reeds rekening is gehouden met de aanwezige gebruiksfuncties. Hieronder volgt een korte beschrijving per onderdeel. Binnen de bandbreedte van de indelingsalternatieven (alternatief 1 met 76 x 10 MW op suction bucket en alternatief 2 met 47 x 16 MW op gravity base) is geen onderscheidend effect bevonden.

Ten aanzien van de meeste gebruiksfuncties is sprake van geringe effecten en is de effectbeoordeling neutraal. Hieronder vallen de effecten op de Scheeps-, wal- en luchtvaartradar, baggerstort, zand-, grind- en schelpenwinning, schelpdierenkweek en aquacultuur, munitiestortplaatsen en militaire activiteiten, bestaande windparken en recreatie en toerisme. De effecten op (lokale en regionale) economieën scoren licht positief.

De effecten op de visserij worden als licht negatief beoordeeld gezien het oppervlak dat verloren gaat en de waarde van dat gebied voor de visserij. Ook is er een licht negatief effect op de aanwezige elektra- en telecomkabels en pijpleidingen. Voor luchtvaart zien we een neutraal effect voor de interferentie van burgerluchtvaart en militaire luchtvaart. De interferentie voor de kustwacht scoort licht negatief, doordat de aanwezigheid van windturbines een risico vormen voor het vliegen op lage hoogte. De effecten op de vliegbewegingen van het helikopterverkeer scoren negatief voor kavel VI, vanwege de aanwezigheid van een Helicopter Main Route (HMR KY653) welke kavel VI kruist en de verminderde bereikbaarheid van de platformen P06-A en P9-Horizon. Ten aanzien van cultuurhistorie en archeologie scoort kavel VI licht negatief door de relatief hoge concentratie aan (mogelijk) archeologisch waardevolle objecten. De effecten op straalpaden voor Kavel VI worden als negatief beoordeeld door het relatief hoge aantal straalpaden. De effecten op straalpaden kunnen voor beide kavels naar verwachting wel gemitigeerd worden door rekening te houden de straalpaden bij het bepalen van de windturbineposities. De effecten ten aanzien van olie- en gaswinning worden in zijn algemeen als licht negatief beoordeeld. Kavel VI ligt in zowel vergunde winnings- als exploratiegebieden maar maakt de ontwikkeling van toekomstige velden in deze gebieden niet onmogelijk.

## 6.7 Elektriciteitsopbrengst

Tabel S10 Beoordeling effecten voorkeursverkaveling kavel VI - elektriciteitsopbrengst zonder mitigerende maatregelen.

Aspecten	Beoordeling	
	Alternatief 1 76 x 10 MW-turbines	Alternatief 2 47 x 16 MW-turbines
Elektriciteitsopbrengst	++	++
Vermeden emissies	++	++

Voor de 10 MW turbine is een Vestas V164-10.0 MW doorgerekend en is een netto elektriciteitsopbrengst berekend van 3.561.729 MWh/jaar, voor het alternatief met 16 MW turbines volgt uit de berekeningen een netto elektriciteitsopbrengst van 3.391.833 MWh/jaar. De energieopbrengst van het minimumalternatief (76 turbines van 10 MW) is daarmee circa 5,0% hoger dan het maximumalternatief (47 turbines van 16 MW). Dat is niet per definitie zo, maar geldt wel voor de beschouwde turbinetypes. Daarbij is het goed om te weten dat er in dit hoofdstuk gewerkt is met een 10 MW die daadwerkelijk geleverd kan worden en dat voor de 16 MW turbine is uitgegaan van extrapolatie van gegevens, omdat er nog geen 16 MW turbine geleverd kan worden op het moment van schrijven van dit MER.

Een elektriciteitsproductie van 3.561.729 MWh per jaar staat gelijk aan het jaarlijks elektriciteitsverbruik van circa 1.200.000 huishoudens (uitgegaan van gemiddeld 2.910<sup>5</sup> kWh/huishouden/jaar).

De energieopbrengst in het alternatief met 16 MW-turbines wordt met een minder aantal turbines gerealiseerd dan in het alternatief met 10 MW turbines, namelijk 76 in plaats van 47 turbines. De bijdrage van het windpark aan de reductie van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> is recht evenredig met de netto energieopbrengst. De reductie is berekend aan de hand van het gemiddelde gebruik van brandstoffen bij elektriciteitscentrales (voornamelijk gas).

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.

## 7. Resultaat milieubeoordeling – alternatieve ligging kavel VI

Per aspect volgt hierna kort, in relatieve zin ten opzichte van de voorkeursverkaveling, de effectbeoordeling van de alternatieve ligging van kavel VI (zuidelijke ligging, zie figuur S2).

### Vogels en vleermuizen

Het verkavelingsalternatief met de ligging aan de zuidzijde in plaats van de noordzijde van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) is vrijwel niet onderscheidend ten opzichte van de beoordeling van de voorkeursligging van kavel VI. Het te verwachten aantal vogelslachtoffers in het verkavelingsalternatief ligt net iets lager, vanwege de iets lagere dichtheden. Ook wat betreft verstoring van vogels zorgt het verkavelingsalternatief voor minder effect, omdat de kavel wat

<sup>5</sup> CBS (2016). Gemiddeld elektriciteitsverbruik particuliere woningen



kleiner is dan de voorkeursligging van kavel VI. Echter zijn de verschillen dermate klein, dat dit niet tot een andere score leidt voor het verkavelingsalternatief. Zo is het totaalaantal vogelslachtoffers 13 minder bij het verkavelingsalternatief op een totaal van 1.511 slachtoffers van de voorkeursligging van kavel VI (bij alternatief 1). Ook voor vleermuizen zijn geen andere effecten van het verkavelingsalternatief te verwachten. Het enige verschil in de beoordeling treedt op bij kolonievogels. Het verkavelingsalternatief ligt namelijk buiten de maximale foerageerafstand van broedende kleine mantelmeeuwen uit het Natura-2000 gebied Duinen en Lage Land Texel, waardoor neutraal (0) wordt gescoord als het gaat om effecten op kolonievogels.

#### **Onderwaterleven**

De effecten van de alternatieve ligging op de kavel onderscheiden zich ten opzichte van de voorkeursligging niet ten aanzien van bruinvissen. Het effect op zeehonden is gering positiever voor de alternatieve ligging, zei het echter in geringe en niet onderscheidende mate.

#### **Geomorfologie en hydrologie**

De effecten voor de alternatieve ligging van kavel VI is niet wezenlijk anders dan de effecten op kavel VI.

#### **Scheepvaart en veiligheid**

Ten aanzien van het aspect scheepvaart en veiligheid onderscheidt de beoordeling van Kavel VI (alternatief) zich ten opzichte van kavel VI met een negatieve beoordeling (-) op de onderdelen kans op aanvaring en aandrijving, en gevolgschade van aanvaring of aandrijving. Voor de voorkeursligging van kavel VI is de beoordeling op deze aspecten licht negatief (0/-). De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor kavel VI-alternatief (kavel aan de zuidpunt) is namelijk hoger dan de voorkeursligging van kavel VI. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor de voorkeursligging van kavel VI is namelijk 0,109282, terwijl dit 0,117949 is voor de alternatieve ligging van kavel VI. De kans op uitstroom van olie en het gemiddeld aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een windturbine is ook net wat hoger bij de alternatieve ligging van kavel VI ten opzichte van de voorkeursligging.

Voor wat betreft uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart en doorvaart tot 24 danwel 45 meter scoort de alternatieve ligging van kavel VI niet anders dan de voorkeursligging, namelijk 0/-.

#### **Landschap**

De alternatieve ligging van kavel VI ligt op minimaal 57 kilometer afstand tot de kust, hetgeen een paar kilometer verder is dan de voorkeursligging van kavel VI. Hierdoor verdwijnen turbines van alternatief 1 door kimduiking volledig achter de horizon en zijn derhalve niet meer zichtbaar. Echter de meteorologische omstandigheden zijn dusdanig dat, ook wanneer turbines theoretisch nog zichtbaar kunnen zijn zoals bij alternatief 2 (de grootste turbines in dit MER), slechts zeer beperkt zichtbaar zijn (minder dan 1% van de tijd in de zomermaanden). Dat betekent dat voor landschap de alternatieve ligging van kavel VI niet wezenlijk tot andere effecten leidt in vergelijking met de voorkeursligging.

### Overige gebruiksfuncties

Uit de beoordeling blijkt dat ten aanzien van de aspecten helikopterverkeer, kabels en leidingen, straalpaden en archeologie de kavelalternatieven een ongelijke beoordeling krijgen. Kavel VI heeft op deze aspecten een negatievere score dan Kavel VI (alternatief). Ten aanzien van helikopterverkeer is dit omdat er een bestaande HMR door dit gebied loopt, en niet in alle gevallen kan worden voldaan aan de minimale separatie-eis. Ook zijn er in totaal 8 straalpaden in dit gebied aanwezig, waardoor op het aspect telecommunicatie negatiever wordt gescoord en liggen er meer kabels en leidingen in het gebied van de voorkeursligging. Daarnaast is er een hogere verwachting op het treffen van archeologische objecten en archeologische resten.

### Elektriciteitsopbrengst

Omdat de alternatieve ligging van kavel VI een oppervlakte beslaat van 75 km<sup>2</sup> in vergelijking met een oppervlakte van 90 km<sup>2</sup> als het gaat om de voorkeursligging, zullen turbines dichter op elkaar komen te staan. Dat leidt tot een reductie van de elektriciteitsopbrengst (meer windafvang). Dit effect zal naar verwachting niet groot zijn. Daarnaast ligt de alternatieve ligging van kavel VI vóór kavel VII, gezien vanuit de overheersende windrichting (zuidwest). De voorkeursligging van kavel VI ligt er juist achter. Daardoor zal de opbrengst relatief weer hoger zijn voor de alternatieve ligging van kavel VI in vergelijking met de voorkeursligging. Daar staat vervolgens wel weer tegenover dat er dan meer windafvang voor kavel VII is en de elektriciteitsopbrengst van kavel VII lager kan uitvallen.

### Conclusie

Geconcludeerd kan worden dat de effecten van de alternatieve ligging vergelijkbaar zijn met de voorkeursligging van kavel VI, maar minder negatieve effecten heeft op:

- Het aantal vogelslachtoffers (erg beperkt verschil), verstoring op vogels (vanwege beperkter oppervlak) en geen effect heeft op kolonievogels omdat het verkavelingsalternatief buiten de maximale foerageerafstand ligt;
- Zeehonden vanwege minder verstoring (erg beperkt verschil);
- Helikopterverkeer, kabels en leidingen, straalpaden en archeologie

en meer negatieve effecten heeft op:

- Scheepvaartveiligheid, vanwege beperkt hogere aanvarings- en aandrijvingskansen en daarom ook een grotere kans op gevolgschade;
- De elektriciteitsopbrengst vanwege een hogere dichtheid van windturbines door het kleinere oppervlak van de alternatieve ligging van kavel VI.

## 8. 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 hoe dit voor kavel VI uitwerkt.

Tabel S11 Overzicht cumulatieve effecten kavel VI Hollandse Kust (west).

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavel VI
Vogels en vleermuizen	<p>Overschrijding van de PBR in het onderzochte internationale worst case scenario met 3 MW-turbines in het KEC uit 2015 (kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en zilvermeeuw) is niet uit te sluiten (Rijkswaterstaat (2015), Leopold et al. (2015) en Van der Wal et al. (2015).</p> <p>Gebaseerd op de 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 uit te sluiten dat in het worst-case scenario negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding van</p>	<p>Ten opzichte van Rijkswaterstaat (2015), Leopold et al. (2015) en Van der Wal et al. (2015) is in dit MER uitgegaan van KEC 3.0 en daarmee van een realistischer scenario berekend voor buitenlandse windparken (zie bijlage 4), en zijn de input parameters van de kavels van Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord) geüpdatet naar de laatste inzichten (cf. Gyimesi &amp; Fijn 2015b, Gyimesi et al. 2017c, Gyimesi et al. 2018c). In de huidige berekeningen voor Hollandse Kust (west) blijven voor alle lokaal verblijvende soorten de cumulatieve aantallen aanvaringsslachtoffers in de zuidelijke Noordzee ruim onder de PBR-norm. Uitsluitend kijkend naar het cumulatieve effect van de Nederlandse parken op de Nederlandse populatie lokaal verblijvende soorten blijft bij alle soorten het aantal slachtoffers ook ruim onder de PBR-norm.</p> <p>Met betrekking tot broedende kolonievogels die slachtoffer kunnen worden in een kavel in windenergiegebied Hollandse Kust (west) (kleine mantelmeeuwen uit Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel) zijn geen cumulatieve effecten te verwachten die leiden tot significant negatieve effecten.</p> <p>Met betrekking tot trekvogels blijft de cumulatieve sterfte onder trekvogels als gevolg van aanvaringen met alle (toekomstige) windturbines in de zuidelijke Noordzee voor alle soorten binnen de PBR. Op basis van deze uitkomsten en op dit moment bekende windparkplannen, kan geconcludeerd worden dat de gunstige staat van instandhouding van trekvogelsoorten niet in het geding komt.</p> <p>Mitigerende maatregelen zijn te treffen om effecten te reduceren tot een aanvaardbaar niveau (zie paragraaf 12.5 en 12.6).</p>

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavel VI
	sommige vleermuispopulaties zullen optreden, zoals rosse vleermuis en ruige dwergvleermuis.	
Zeezoogdieren	Effecten op de gunstige staat van instandhouding (GSI) kunnen niet worden uitgesloten indien er geen mitigerende maatregelen getroffen worden.	Met toepassing van de geluidnorm zoals in het KEC 3.0 is opgenomen, kunnen effecten op de GSI uitgesloten worden.
Scheepvaart en veiligheid	Windparken in de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (west) en andere bestaande windparken kunnen leiden tot andere effecten op scheepvaart en veiligheid.	Het cumulatieve effect in dit MER is niet afzonderlijk beschouwd omdat, in afwijking van voorafgaande studies uitgevoerd voor windenergiegebied Borssele, de andere geplande windparken op de Noordzee de verkeersroutes voor het routegebonden verkeer niet zullen wijzigen. De nieuwe routestructuur is juist dusdanig ontworpen dat deze rekening houdt met reeds aangelegde en aan te leggen windparken. Het beschouwde nulalternatief is dus tevens het cumulatieve scenario. In het kader van het aanpassen van het verkeersstelsel in augustus 2013 zijn verschillende risicostudies uitgevoerd, bijvoorbeeld 'Risico voor de scheepvaart bij aanwijzing windgebied "Hollandse Kust"'. Binnen deze studie komt ook het cumulatieve effect aan de orde. Ook is er een cumulatieve studie uitgevoerd naar scheepvaartveiligheid voor de routekaart. Met dit onderzoek is reeds rekening gehouden in dit MER (zie bijlage 9).
Morfologie en hydrologie	Windparken in andere kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (west) kunnen ook leiden tot effecten op morfologie en hydrologie	Geen, bij de invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (west) zullen nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en verwaarloosbare effecten optreden als voor kavel VI zijn beschreven. Dat betekent dat er geen sprake is van cumulatie, ook niet met andere activiteiten en andere verder weg gelegen windparken.
Landschap	Windparken in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord) hebben tevens invloed op de zichtbaarheid van windturbines vanaf het strand.	Gering, omdat windturbines in windenergiegebied Hollandse Kust (west) slechts zeer beperkt zichtbaar zijn.

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavel VI
Overige gebruiksfuncties	Windparken in de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en Borssele, alsmede de windparken volgens de routekaart 2030, hebben tevens invloed op overige gebruiksfuncties.	<p>Gering m.b.t. de visserij, bij de ontwikkeling van windenergiegebied Hollandse Kust (west) wordt het totale ruimtebeslag groter waardoor een groter gebied verloren gaat voor de visserij. In totaal beslaan de windenergiegebieden circa 4,78% (0,6% Borssele, 0,62% Hollandse Kust (zuid), 0,51% Hollandse Kust (noord), 0,61% Hollandse Kust (west), 2,05% IJmuiden Ver, en 0,38% Ten Noorden van de Waddeneilanden) van het NCP, en daarmee ook visgebied, verloren. Echter zullen de windenergiegebieden niet in hun geheel gesloten worden, enkel de kavels en zullen de genoemde percentages wat kleiner zijn. Na verkaveling bedraagt het totaal te sluiten gebied 2,81% van het NCP (Natura 2000 gebieden en de Bruine Bank beslaan respectievelijk 20% en 5% van het NCP).</p> <p>In het geval dat alle, door de overheid geplande, natuurgebieden en windparken<sup>6</sup> worden gesloten, dan zou het aandeel van de windparkgebieden in de bruto toegevoegde waarde van de Nederlandse kottersector 1,57% bedragen. Indien daarnaast wordt verrekend dat door een Brexit niet meer in Britse wateren kan worden gevist, betreft het aandeel van de windparkgebieden in de bruto toegevoegde waarde van de Nederlandse kottersector 1,93 %.</p> <p>Door het grotere aantal turbines wordt ook de kans groter dat archeologische resten worden aangetast.</p> <p>Voor de recreatievaart heeft windenergiegebied Hollandse Kust (west) beperkte gevolgen, omdat de recreatievaart tot 24 meter wordt toegelaten en de recreatievaart met name gebruik maakt van de 10 à 20 km brede zone langs de kust. Voor vaartuigen die vanuit het Noordzeekanaalgebied de oversteek naar Engeland willen maken en groter zijn dan 24 meter betekent de realisatie van kavel VI extra omvaren.</p> <p>De effecten op kustrecreatie zijn als neutraal beoordeeld en hebben geen gevolgen voor het kavelbesluit.</p>
Elektriciteitsopbrengst	Windparken in de omgeving kunnen wind van elkaar afvangen	Geen, de verwachte windafvang van windparken in de voorziene kavels over en weer is erg summier, zo blijkt uit hoofdstuk 11.

## 9. Mitigerende maatregelen

Na toetsing blijkt dat vrijwel bij elk aspect voldaan kan worden aan de voorwaarden uit het wettelijk kader. Om de gunstige staat van instandhouding van stikstofgevoelige habitats te

<sup>6</sup> Hieronder vallen delen van de volgende gebieden: Doggersbank, Centrale Oestergronden, Friese Front, Klaverbank, Borkumse Stenen, Noordzeekustzone, Voordelta en Vlakte van de Raan (Stichting de Noordzee, 2018)

kunnen garanderen zijn wel mitigerende maatregelen noodzakelijk. Ook voor het beperken van cumulatieve effecten op vogels en vleermuizen en bruinvissen en het kunnen garanderen van een gunstige staat van instandhouding zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk (voor vogels en zeezoogdieren 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 middel van 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	Mitigerende maatregel
Vogels en vleermuizen	Aanleg- en verwijderingsfase	Bouw en verwijder vanaf juni tot en met september omdat er dan nauwelijks verstoringgevoelige zeevogelsoorten aanwezig zijn. Minimaliseer verlichting op schepen en/of gebruik vogelvriendelijke kleur van verlichting. Reductie van hei- en/of sloopgeluid, echter effect van geluid van heien/slopen op vogels is onbekend en dus de noodzaak van deze maatregel ook.
	Operationele fase	Installeer een beperkt aantal grote turbines met een hoog vermogen per turbine in plaats van een groot aantal kleinere met een lager vermogen. Installeer twebladige in plaats van driebladige turbines. <sup>7</sup> Creëer een corridor in het windpark waar vogels gebruik van kunnen maken. Door slim plannen van onderhoudswerkzaamheden, wanneer turbines stil worden gezet, kunnen slachtoffers worden voorkomen (denk aan periodes met verhoogde vogelactiviteit). Vergroot detectiekans van het windpark voor vogels door reflectors, lasers en geluid (afhankelijk van vogelsoorten en daarmee gebonden aan diverse beperkingen). Vermijd onderhoudswerkzaamheden gedurende de nacht, zeker in trekseizoen. Minimaliseer verlichting op schepen en/of gebruik vogelvriendelijke kleur van verlichting. Stilzetten bij bepaalde weersomstandigheden in combinatie met gesignaleerde trekpieken. Cut-in windspeed verhogen (t.b.v. vleermuizen) in relevant seizoen en tijdstip van de dag (schemering). Maximale tiplaagte verhogen (reduceert vogelslachtoffers). Zo klein mogelijk oppervlak windpark (minste habitatverlies).
Onderwaterleven	Bodemdieren en vissen	Niet verwijderen van funderingsstructuren na beëindigen exploitatiefase.

<sup>7</sup> Tweebladige turbines zijn momenteel beperkt op de markt.

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
	Verstoring en daarmee gepaard gaande populatiereductie zeezoogdieren, PTS	<p>Gebruik maken van 'Slow start' en 'Acoustic Deterrent Devices' (ADD's).</p> <p>Geluidreducerende maatregelen, zoals een bellenscherm, om a) aan de norm te voldoen en/of b) om verdergaand dan de norm geluid te reduceren.</p>
Stikstofgevoelige habitattypen	Aanlegfase	Het reduceren van de stikstofemissie op een zodanige wijze dat maximaal 0,05 mol N/ha/jaar depositie optreedt op stikstofgevoelige habitattypen
Scheepvaart en veiligheid	Aandrijving/aanvaringen en gevolgschade	<p>Radar, AIS en VHF-dekking</p> <p>Vessel Traffic Management</p> <p>Aanvullende markering en identificatie windturbines</p> <p>Inzet van een Emergency Towing Vessel.</p> <p>Extra SAR-capaciteit</p> <p>Oliebestrijding</p>
Morfologie en hydrologie	- (er treden geen significante effecten op)	-
Landschap	- (er treden geen significante effecten op)	-
Overige gebruiksfuncties	Aantasting archeologische waarden	De locatie van een windturbine of kabel wijzigen om zo een (mogelijk) archeologisch object te ontwijken.
	Risico van niet-gesprongen explosieven	Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen.
	Overlap kavel VI met mijnbouwvergunninghouders en obstakelvrije zone rondom platforms	Afstemming zoeken met mijnbouwonderneming, zodat windturbines zo min mogelijk effect hebben op activiteiten en vice versa.
	Beperking visserijgebieden	Er zijn mogelijkheden voor het visserijvriendelijk inrichten van windenergiegebieden. Dit brengt echter hoge kosten met zich mee (o.a. fors hogere verzekeringspremies voor windparkexploitanten en vissers). Voor de betrokken partijen lijken de baten echter niet op te wegen tegen de kosten.
	Schelpdierenkweek en aquacultuur	De biologische geschiktheid voor schelpdierenkweek en aquacultuur binnen windenergiegebieden is aangetoond. Vervolgonderzoek moet echter nog uitwijzen of dit ook praktisch haalbaar is.
	Niet voldoen aan separatie-eis HMR	Verplaatsen van HMR KY653
	Mogelijke verstoring van bestaande straalpaden	Rekening houden met halve rotor + 2 <sup>e</sup> fresnel-zone rondom straalpad bij plaatsing van de windturbines. Gebruik maken van alternatief 4G netwerk dat in 2020 op de Nederlandse Noordzee dekkend moet zijn.

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
Elektriciteits-opbrengst	- (er treden geen significante effecten op)	-

#### 10. Overwegingen ten behoeve van het voorkeursalternatief

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 keuze van de ligging van kavel VI, de bandbreedte die is beschouwd in dit MER en de te nemen mitigerende maatregelen. Eerst wordt nog kort ingegaan op de toetsing aan het wettelijk kader.

##### Toetsing aan wettelijk kader

Enige sterfte van vogels en vissen en afname van populaties zeezoogdieren zijn niet op voorhand uit te sluiten. Door middel van de Wet windenergie op zee wordt de toets die ingevolge de Wet natuurbescherming (Wnb) dient te worden uitgevoerd, 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 als gevolg van het voorkeursalternatief uitgesloten kunnen worden. Specifiek als het gaat om stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van het windpark, dient in het kavelbesluit een voorschrift opgenomen te worden om de hoeveelheid stikstof te maximaliseren. Op deze wijze wordt voorkomen dat er een hogere tijdelijke depositie optreedt dan 0,05 mol N/ha/jaar als gevolg van de tijdelijke stikstofemissie als gevolg van de aanleg van het project. De Passende Beoordeling geeft aan dat een depositie van maximaal 0,05 mol/ha/jaar gedurende 2 jaar namelijk nooit van invloed kan zijn op de omvang en ruimtelijke verdeling van de depositiedeken als gevolg van de vrijwel doorlopende inzet van het materieel op de Noordzee dat ook voor het project wordt ingezet.

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 1.3.1 van bijlage 4 is aangegeven hoe de werking van het beschermingsregime voor het Natuurnetwerk Nederland (NNN) in het Nederlandse Noordzeegebied eruit ziet.

##### Overwegingen met betrekking tot de ligging van kavel VI

In dit MER zijn effecten beschouwd van de ligging van kavel VI aan de noordzijde en aan de zuidzijde van het windenergiegebied Hollandse Kust (west). Hiervoor zijn de verschillen in milieueffecten toegelicht van beide locaties van kavel VI. Naast deze milieueffecten kunnen uiteraard andere overwegingen een rol spelen in de keuze voor de ligging van kavel VI.

##### Overwegingen met betrekking tot de bandbreedte



Er zijn in dit MER geen effecten gevonden die - gelet op de wet- en regelgeving - de toepassing van de beschouwde bandbreedte in het kavelbesluit bij voorbaat onmogelijk maken. Dat heeft ook met de uitgangspunten vooraf te maken. Als uitgangspunt voor de gehanteerde bandbreedte is bijvoorbeeld rekening gehouden met het onderzoek naar (cumulatieve) effecten voor vogels en dat heeft er concreet toe geleid dat het minimale vermogen per turbine verhoogd is naar 10 MW (in plaats van 3 MW bij windenergiegebied Borssele). Wel zijn mitigerende maatregelen te nemen die de effecten teniet doen of verminderen.

Enige uitzondering hierbij is de toepassing van multirotors. Omdat er nog weinig ervaring mee is en de exacte rotoroppervlakte en rotorhoogtes die bepalend zijn voor het risico op vogelslachtoffers niet bekend zijn, zijn effecten niet goed te kwantificeren. Daarmee kan niet worden uitgesloten dat effecten toenemen ten opzichte van turbines met één rotor, bijvoorbeeld bij meerdere rotororen op een relatief lage ashoogte waar de vogeldichtheid hoger is.

#### **Overwegingen met betrekking tot 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. Daarnaast zijn in tabel S12 mogelijke maatregelen genoemd, teneinde effecten aanvullend te mitigeren. De keuze van voor te schrijven maatregelen is aan het bevoegd gezag en wordt in het kavelbesluit toegelicht.

#### **Overweging met betrekking tot een verlengde exploitatieduur van 30 naar 40 jaar**

In de kavelbesluiten die zijn genomen voor Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord) en tot dusverre ook in dit MER is het uitgangspunt geweest dat de windturbines 30 jaar geëxploiteerd kunnen worden. Nu er mogelijk sprake is om deze exploitatieduur van 30 jaar aan te passen naar 40 jaar voor Hollandse Kust (west), dient onderzocht te worden wat het effect daarvan is op de eerdere conclusies van dit MER. Omdat de effecten voor de exploitatieperiode veelal zijn uitgedrukt per jaar, zoals het aantal te verwachten vogelslachtoffers per jaar of het aanvaringsrisico voor schepen per jaar, blijven conclusies ongewijzigd. Echter duren effecten wel 10 jaar langer dan beschreven in dit MER. Denk hierbij met name aan effecten op vogels en vleermuizen, effecten op de scheepvaartveiligheid en op overige gebruiksfuncties als visserij. Ook zal er 10 jaar langer duurzame elektriciteit worden opgewekt. Conclusies in dit MER veranderen door een wijziging van de duur van exploitatie van 30 naar 40 jaar niet.

#### **Wijziging verkaveling kavel VI en kavel VI (alternatief)**

Er zijn recente ontwikkelingen die aanleiding geven om de begrenzing van kavel VI en kavel VI (alternatief) (en kavel VII) te wijzigen ten opzichte van de begrenzing die tot dusverre in dit MER is aangehouden. Dit hangt samen met nieuwe informatie over de aanstaande buitengebruikstelling van een deel van de mijnbouwinfrastructuur in het windenergiegebied en over de status van een in het gebied gelegen telecomkabel. Deze informatie is ontvangen na de terinzagelegging van de NRD en na de oplevering van het concept-milieueffectrapport. In de aangepaste verkaveling zijn onderhoudszones van niet meer in gebruik zijnde pijpleidingen in omvang beperkt en is geen rekening meer gehouden met een obstakelvrije zone rond platform P06-A. Tevens is naar aanleiding van het onlangs ondertekende Noordzeeakkoord gerichter rekening gehouden met het scheepvaartverkeer. In de nieuwe verkaveling is respectievelijk

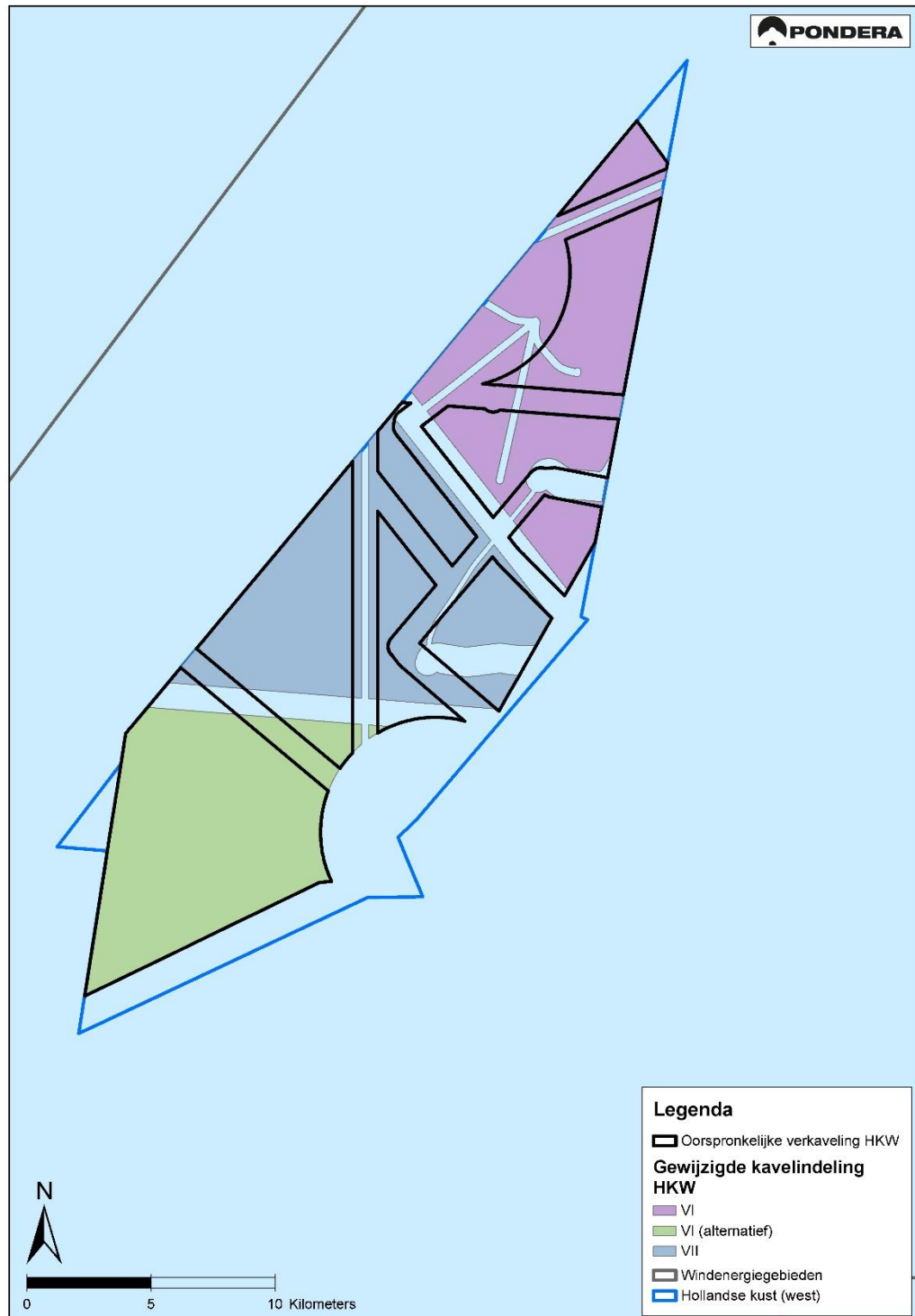
tussen de kavels VI en VII en tussen de kavels VII en VI alternatief een ruimte open gehouden die in de toekomst kan dienen als doorvaartpassage voor de scheepvaart (tot 46 meter).

Door de verkaveling anticiperend op bovenstaande ontwikkelingen aan te passen, ontstaat per kavel meer gebruikruimte voor de windparkontwikkelaars.

Figuur S3 laat de gewijzigde kavelindeling ten opzichte van de oorspronkelijke kavelindeling zien en in bijlage 11 is meer informatie opgenomen over de gewijzigde kavelindeling. Zo wordt hierin onder meer de nu bekende locatie van Tennet platform Beta en de interlink naar platform Alpha weergegeven. Ook is in bijlage 11 per milieu-aspect beschreven welke effecten deze gewijzigde kavelindeling heeft.

Qua effecten treden marginale verschillen op van de nieuwe verkaveling ten opzichte van de oorspronkelijke verkaveling. Omdat de verschillen dermate gering zijn, komt dit niet altijd in de effectbeoordeling tot uitdrukking in een andere score. Wel is dit het geval bij 'Scheepvaart' en 'Overige gebruiksfuncties', waarbij positieve effecten optreden door de wijziging van de kavelindeling. Dit leidt tot positievere beoordelingsscores voor olie- en gaswinning, luchtvaart en telecommunicatie. Ook voor scheepvaart zijn positieve effecten te verwachten voor alle kavels, doordat aanvaar- en aandrijfkansen afnemen wanneer de passages worden gebruikt voor schepen tot 46 meter.

Figuur S3 Gewijzigde kavelindeling ten opzichte van de oorspronkelijke kavelindeling



Bron: Pondera Consult

## Conclusie

Het kavelbesluit kan de voorkeursbandbreedte van de kavel op de beschouwde locatie mogelijk maken, met uitzondering van de toepassing van multirotors. Daarbij dient de toepassing van (ten minste) de noodzakelijke maatregelen geborgd te worden.

## 11. Leemten in kennis en informatie

### 11.1 Inleiding

De ontwikkeling van windparken op zee heeft een relatief korte geschiedenis. Inmiddels zijn de eerste monitoringsevaluaties bekend van onder andere parken op zee in Engeland, Denemarken, Duitsland en Nederland. Het betreft resultaten van relatief korte monitoringsperiodes. Zekerheid over de effecten op lange termijn kan hiermee nog niet geboden worden. Wel bieden huidige ontwikkeling en onderzoeksprogramma's handvatten voor een effectvoorspelling, zoals in dit MER 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 VI beperken. Er blijven onzekerheden 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 hydrologie, scheepvaart, landschap, overige gebruiksfuncties en elektriciteitsopbrengst.

### 11.2 Vogels en vleermuizen

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 aanvaringssslachtoffers te voorspellen op zee ontbreekt. Ook over verstoring gevoeligheden 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.

Voor de kavelbesluiten tot 2030 wordt tot dusverre gewerkt met PBR in de KEC berekeningen. Bureau Waardenburg en Wageningen Marine Research (WMR) hebben soortspecifieke (Leslie-Matrix) populatiemodellen ontwikkeld voor gebruik in studies naar zowel aanvaringsrisico als habitatverlies voor potentieel kritieke soorten. Dit project laat zien hoe populatiemodellen kunnen worden gebruikt voor een soortspecifieke populatie-effectbeoordeling van sterfte door botsingen van vogels met turbines. Populatiemodellen geven een beter beeld dan andere methoden van de mogelijke effecten van offshore windparken op deze soorten. Voordat de modellen kunnen worden gebruikt ten behoeve van de kavelbesluiten, zijn echter drempelwaarden nodig voor de statistieken die ze kunnen produceren. Dit is een beleidsbeslissing in plaats van een wetenschappelijke. Het rapport van Bureau Waardenburg en WMR bevindt zich in de voltooiingsfase en zou binnenkort moeten worden gepubliceerd.

Het effect van multirotors is in dit MER op kwalitatieve wijze in beeld gebracht. Omdat er nog weinig ervaring mee is en de exacte rotoroppervlakte en rotorhoogtes die bepalend zijn voor het risico op vogelslachtoffers niet bekend zijn, zijn effecten niet goed te kwantificeren. Daarmee kan niet worden uitgesloten dat effecten toenemen ten opzichte van turbines met één rotor, bijvoorbeeld bij meerdere rotororen op een relatief lage ashoogte waar de vogeldichtheid hoger is.

Voor vleermuizen geldt dat er leemtes in kennis zijn 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.

### 11.3 Onderwaterleven

#### Benthos

Kennisleemten bestaan ten aanzien van de abiotische veranderingen (vooral sedimentverandering in de omgeving van het windpark) op benthos. Ook de gevolgen van elektromagnetische velden nabij de parkbekabeling zijn nog niet goed bekend.

#### Zeezoogdieren

De belangrijkste leemten in kennis met gevolgen voor de omvang van de berekende effecten hebben betrekking op onderliggende aannames ten aanzien van de drempelwaarde voor verstoring, het kwantificeren van het aantal verstoorde dieren en de doorvertaling van individuele effecten naar effecten op populatieniveau.

#### Vissen

Voor vissen is veel onderzoek uitgevoerd naar de effecten van onderwatergeluid op vissen. Hieruit blijkt dat vissen veel minder gevoelig zijn voor onderwatergeluid dan zeezoogdieren en dat sommige soorten (met zwemblaas) gevoeliger zijn dan andere soorten. De omvang van de effecten is daarnaast dusdanig klein dat het effect van heigeluid niet als wezenlijke kennisleemte wordt aangeduid. Wel dient het aanbeveling om aanvullend onderzoek uit te voeren naar de gevolgen van onderwatergeluid op vissoorten met een gesloten zwemblaas.

Er is een algemeen beeld over het voorkomen van vissen op het NCP. Gezien het beperkte effect op vispopulaties is nader inzicht in het voorkomen van vissen op het NCP geen prioriteit.

In het kader van het Wozep worden de effecten van straling van de elektriciteitskabels van het windpark en de exportkabel van het Net op zee nader onderzocht.

Specifieke kennisleemten met betrekking tot windparken bestaan vooral ten aanzien van soort en omvang van veranderingen van de visfauna op de langere termijn als gevolg van het instellen van beperkingen voor de visserij en het aanbrengen van harde structuren. Ook worden in het kavelbesluit van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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.

#### 11.4 Scheepvaart en veiligheid

Bij het openstellen van de windparken wordt een monitoringsverplichting opgenomen. Gemonitord wordt hoeveel en welke schepen gebruik maken van de omgeving van het windpark en hoeveel en welke incidenten hier bij plaatsvinden. Aan de hand van 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 de windenergiegebieden is geplaatst, kan tevens gemonitord worden. Verder kunnen de scenario's en impact van aanvaringen en aandrijvingen met turbines verder onderzocht en uitgewerkt worden. Zo zijn in dit MER voor het bepalen van persoonlijk letsel aannames gedaan. Het is bijvoorbeeld niet bekend wat de kans is dat de mast op het schip valt, dan wel van het schip af valt bij aanvaringen en aandrijvingen. Ook zijn voor wat betreft het bezwijkgedrag van windturbines in dit MER de bevindingen uit een studie uit 2000 aangehouden (Barentse, 2000), terwijl windturbines sindsdien fors groter zijn geworden.

Daarnaast is er in het kader van de doorgroei van windenergie op zee in cumulatieve zin gekeken naar scheepvaartveiligheid en wordt er nagedacht hoe geconstateerde kennisleemten en hiaten in te vullen zijn. Door MARIN is tevens een onderzoek uitgevoerd naar de scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen als gevolg van het gecombineerde effect van de autonome ontwikkeling, en de routekaarten wind op zee 2023 en 2030<sup>8</sup>. In een advies van Rijkswaterstaat<sup>9</sup> is een voorzet gegeven voor een monitorings- en onderzoeksprogramma.

#### 11.5 Morfologie en hydrologie

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

#### 11.6 Landschap

Voor het aspect landschap zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de besluitvorming.

#### 11.7 Overige gebruiksfuncties

Er zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd voor het aspect overige gebruiksfuncties die van invloed zijn op de besluitvorming.

#### 11.8 Elektriciteitsopbrengst

Verwacht wordt dat de berekeningen in dit MER een goede indicatie geven van de elektriciteitsopbrengst. Voor het aspect energieopbrengst en vermeden emissies zijn geen

<sup>8</sup> Zie <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/scheepvaart/> voor meer informatie en het onderzoek.

wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de besluitvorming.

### 11.9 Ecosysteemonderzoek

In het kader van Wozep (windenergie op zee ecologisch programma) is er een ecosysteemonderzoek uitgevoerd.<sup>10</sup> De mogelijke schaalvergroting in offshore wind voor 2030 en 2050 in de zuidelijke Noordzee zal waarschijnlijk op fundamentele manieren invloed hebben op het functioneren ervan. Grootschalige winning van windenergie uit het onderste deel van de atmosfeer kan lokale windpatronen, golfopwekking, getijdenamplitude, gelaagdheid van de waterkolom, dynamiek van zwevende deeltjes en zandtransport beïnvloeden. Bovendien biedt de infrastructuur hard substraat, niet alleen op de bodem (erosiebescherming), maar biedt het ook bevestigingsmogelijkheden voor organismen in de bovenste lagen van de waterkolom.

### 11.10 Conclusie

De leemten in kennis leiden er niet toe dat geen goed beeld verkregen is van de effecten van een windpark in kavel VI in windenergiegebied Hollandse Kust (west). Wel is het bij de besluitvorming van belang inzicht te hebben in de onzekerheden die bij de effectvoorspellingen een rol hebben gespeeld. Deze zijn in deze paragraaf 11 weergegeven.

## 12. Monitoring en evaluatie

In het Energieakkoord voor Duurzame Groei (SER akkoord, september 2013) is afgesproken een versnelling van de realisatie van doelstellingen en een 40% kostenreductie voor windenergie op zee te realiseren (Kamerstukken II 2012/13, 30 196, nr. 202). Om deze redenen is in 2015 door het Ministerie van Economische Zaken en het Ministerie van Infrastructuur en Milieu besloten een integraal monitoringprogramma in te zetten om de kennisleemtes met betrekking tot de effecten van windturbineparken op zee op het Noordzee ecosysteem te onderzoeken en om een verdere kostenreductie te realiseren binnen ecologische grenzen.

Dit 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 het MEP (het monitoring en onderzoeksprogramma). Onder het MEP valt monitoring en onderzoek zoals dat verplicht is gesteld vanuit de Wet Milieubeheer. Naast WOZEP wordt het instrument KEC dóórontwikkeld (update en implementatie van kennis).

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

Bij de evaluatie van het Wozep wordt aandacht besteedt 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

<sup>10</sup> <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch/documenten-wozep-0/ecosysteemonderzoek/>

Wozep richt het onderzoek zich met name op die onderdelen die kostprijsverhogend kunnen werken en brengt dit in beeld en adviseert de bevoegde gezagen hierover.

#### **Stand van zaken Wozep**

In het startjaar 2016 heeft Wozep een aantal voorbereidende activiteiten opgezet binnen de genoemde thema's. Dit waren met name haalbaarheidsstudies, mogelijkheden voor modelmatige aanpakken, voorbereiding van meetsystemen en inventarisaties van bestaande kennis en data. Hierbij wordt rekening gehouden met wat er in de ons omringende Noordzeelanden is en wordt gedaan.

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/functionies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch>.

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



## SUMMARY

### 1. Introduction

The Netherlands has formulated ambitious targets for the generation of sustainable - renewable - energy. Wind energy plays a prominent role in this. The Climate Agreement refers to the production of at least 49 TWh of offshore wind energy by 2030 and is in line with the Roadmap for offshore wind energy. The roadmap provides plans for approximately 11 gigawatts of wind farms at sea in 2030.

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

In order to achieve the target of 49 TWh in 2030, new sites will have to be established and issued in the coming years. The sites will be determined within the boundaries of the areas already designated as wind farm zone in the National Water Plan. This concerns 1.4 GW in the area of Hollandse Kust (west), 0.7 GW in the area Ten noorden van de Waddeneilanden, and approximately 4 GW in the area of IJmuiden Ver. The Wind Farm Site Decision (WFSD) determines where and under what conditions a wind farm may be built and operated. A decision on the site is followed by the issuing of a tender. The winner of the tender will receive a permit for the construction and operation of the wind farm. Only the permit holder has the right to build and operate a wind farm at the site.

The Water Decree lays down general rules for offshore wind farms.

The Minister of Economic Affairs and Climate (in agreement with the Minister of the Interior and Kingdom Relations, the Minister of Infrastructure and Water Management and the Minister of Agriculture, Nature and Food Quality) is responsible for issuing sites and, for that purpose, drafts an environmental impact assessment (EIA) for each wind farm site decision.

This document concerns the EIA for site VI in the wind farm zone Hollandse Kust (west). The EIA describes the environmental effects that occur during the construction, operation and removal of wind turbines in the sites.

The wind turbines installed in the Hollandse Kust (west) site must be connected to the high-voltage grid. TenneT is responsible for this connection. This concerns two platforms in the Hollandse Kust (west) zone, the cables from these platforms to and over land, and the connection to the onshore high-voltage grid. TenneT is carrying out a separate procedure for the offshore grid, including an environmental impact assessment (EIA).

This summary will cover the following topics:

- The policy context and the reason for the site decisions to be taken;
- The choice of location for the Hollandse Kust (west) wind farm zone;
- The site division within the Hollandse Kust (west) wind farm zone;
- The impact assessment method;
- The results of the impact assessment;
- Cumulation;

- Mitigating measures;
- The considerations;
- Any gaps in knowledge and information;
- Monitoring and evaluation.

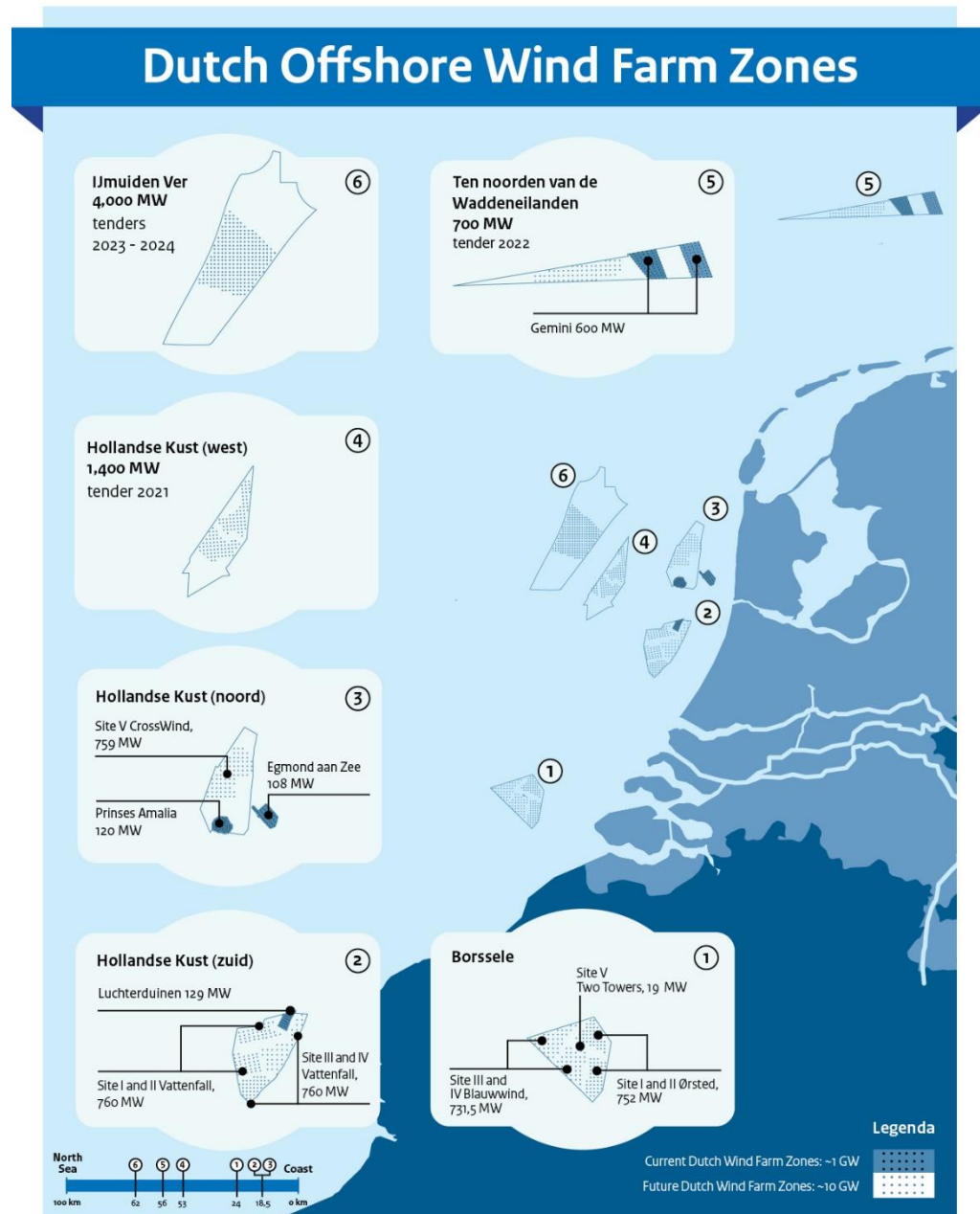
## **2. Policy context and reason for Wind Farm Site Decisions**

On 7 December 2016, the Rutte II government presented the Energy Agenda to the House of Representatives (Parliamentary Papers II, 2016/17, 31 510, no. 64). In this document, the then Cabinet announced a new roadmap for offshore wind energy. On 27 March 2018, the Minister of Economic Affairs and Climate presented this roadmap for offshore wind energy to the Lower House of Parliament (Parliamentary Papers II, 2017/18, 33 561, no. 42).

The Roadmap for offshore wind energy includes plans to develop wind farms until 2030 with a total capacity of at least 6.1 GW in the following wind farm zones (see Figure S1):

- Dutch coast (west) with a capacity of 1,4 GW, whose commissioning should take place in 2024-2025;
- North of the Frisian islands with a capacity of 0,7 GW, planned to be put into service in 2026;
- IJmuiden Ver, with a capacity of approximately 4 GW, the largest wind farm zone, whose commissioning must take place in the period 2027-2030.

Figure S1 Wind farm zones



The government concludes that a coordinated grid connection of offshore wind farms will lead to lower social costs and a smaller impact on the living environment. The starting point for the roadmap is that the most cost-effective way to achieve the task of offshore wind energy is to use an offshore grid. The offshore grid is based on standard platforms to which approximately 700 MW of wind energy capacity can be connected per platform. The wind turbines of the wind farms will be directly connected to the platform. TenneT has been appointed as the offshore grid operator under the 1998 Electricity Act. The following table shows the schedule for the

development of offshore wind energy from the roadmap. This EIA has been carried out for Hollandse Kust (west), site VI.

Size (GW)	Wind farm zone, site(s)	Site tender date	Commissioning year
1,0	Existing wind farms	-	-
0,7	Borssele, sites I en II	Realized in 2016	2020
0,7	Borssele, sites III, IV en V	Realized in 2016	2020
0,7	Hollandse Kust (zuid), sites I en II	Realized in 2017	2022
0,7	Hollandse Kust (zuid), sites III en IV	First quarter 2019	2023
0,7	Hollandse Kust (noord), site V	First quarter 2020	2024
0,7	Hollandse Kust (west), site VI	Second quarter 2021	2025 t/m 2026
0,7	Hollandse Kust (west), site VII		2025 t/m 2026
0,7	Ten noorden van de Waddeneilanden, site I	Fourth quarter 2022	2027
1,0	IJmuiden Ver, site I	Fourth quarter 2023	2028
1,0	IJmuiden Ver, site II		2028
1,0	IJmuiden Ver, site III	Fourth quarter 2024	2029
1,0	IJmuiden Ver, site IV		2029

### 3. Location choice for wind farm zone Hollandse Kust (west)

The National Structural Vision for Offshore Wind Energy examines whether wind farm zone Hollandse Kust (west) is suitable for the realisation of wind energy. In this structural vision and associated Strategic Environmental Assessment (SEA)<sup>11</sup>, the effects of wind energy in the Hollandse Kust (west) area were investigated at an aggregate level in the following aspects: ecology, shipping safety, other uses (oil and gas, fishing, sand extraction, etc.), geology and hydrology, landscape (visibility), economy and recreation (navigation), cultural history and archaeology. This also looked at the suitability in comparison with the other areas designated for wind energy (IJmuiden Ver, Hollandse kust, Ten noorden van de Waddeneilanden, Borssele). The wind farm zone Hollandse Kust (west) has been found suitable.

In the EIAs for the site of the Borssele wind farm zone and for sites I and II of Hollandse Kust (zuid)<sup>12</sup>, the main features of the comparison between the wind farm zones have been made. The main points of attention that emerge from this comparison should 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 EIA will also pay explicit attention to this.

<sup>11</sup> Environmental Impact Report National structural Vision for Offshore Wind Energy, PlanMER for the interim review of the National Water Plan for the offshore wind component, Royal HaskoningDHV, 2014

<sup>12</sup> Environmental Impact Assessment Wind farm site decision Borssele site I, 12 June 2015; Environmental Impact Assessment Wind farm site decision Borssele site II, 12 June 2015; Environmental Impact Assessment Wind farm site decision Borssele site III and Innovation site (site V), 13 November 2015; Environmental Impact Assessment Wind farm site decision Borssele site IV, 13 November 2015; EIA site I Wind Energy Region Hollandse Kust (south), 22 May 2016; EIA site II Wind Energy Region Hollandse Kust (south), 22 May 2016. All EIAs can be found on the following site: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/bureau-energieprojecten/afgeronde-projecten/windparken>.

#### 4. Site Division

In the Roadmap for offshore wind energy the choice has been made to construct two wind farms of 700 MW in the wind farm zone Hollandse Kust (west) in 2024/2025. Of the total area of 349 km<sup>2</sup> from wind farm zone Hollandse Kust (west), space will be reserved for the following (see also figure S2):

1. Cables and pipelines present in the wind farm zone and a zone of 500 meter around it;
2. TenneT's Hollandse kust (west) Alpha platform (and a zone of 500 meter around it) for the connection to the mainland for site VI;
3. TenneT's Hollandse kust (west) Beta platform (and a zone of 500 meter around it) for connection to the mainland for lot VII;
4. Future cables from TenneT's Alpha platform to land (500 m maintenance area on both sides and distance between the two 200 m cables is 1,200 m wide);
5. Future cables from TenneT's Beta platform to land (500 meter maintenance zone on both sides and distance between the two 200 meter cables totalling 1,200 meter wide);
6. A connection between platform Beta and Alpha (500 meter maintenance zone on both sides, i.e. 1,000 meter wide in total);
7. A safe distance to mining sites;
8. A safe distance from the ferry route between the Netherlands and the United Kingdom (northern point of the wind farm zone);
9. A clearer boundary of the south-western boundary for navigation (one corner of the area is not used);
10. A safety zone of 1,000 meter between the lots.

The exact location of platform Beta and the future cables from this platform originate from TenneT, but were not yet definitive at the time this EIA has been written. Minor changes in the location of the platform and/or the cables (in the order of a few hundred meter) do not directly lead to a different impact assessment for this EIA, but the location of the boundaries of site VII may be somewhat different, because the Beta platform and the cables from this platform are located in site VII. In particular, this could lead to changes in the coordinates given in Annex 3.

The remaining space is available for the installation of wind turbines. More space remains than two wind farms in the wind farm zone, which is why two location variants are distinguished for site VI in this EIA: a preferred site and an alternative site for VI.

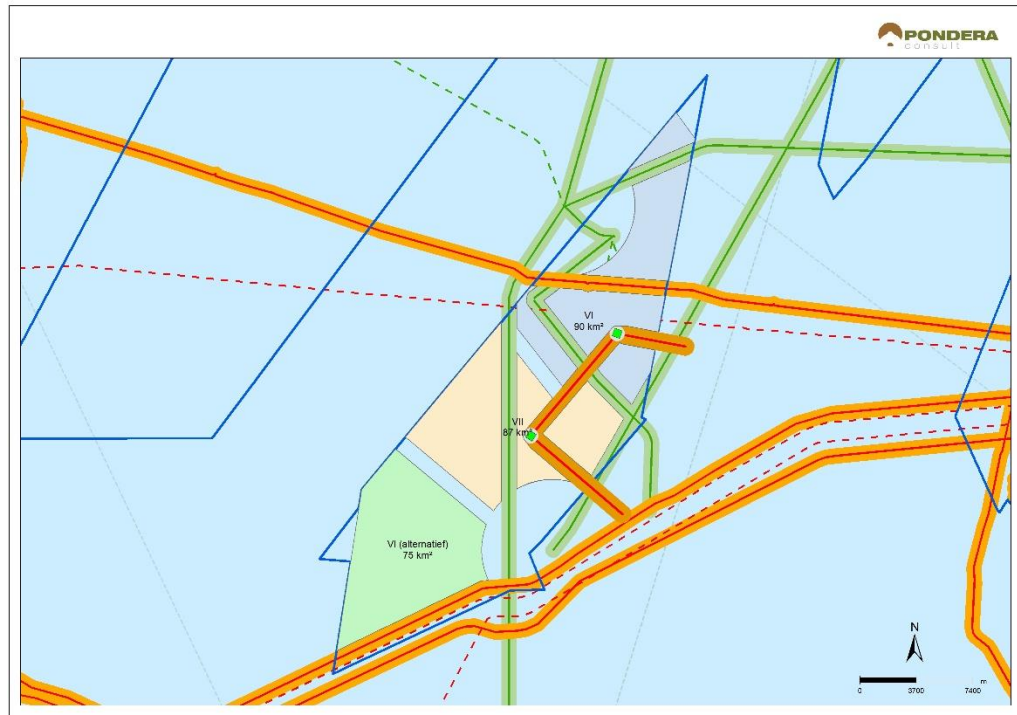
#### Preferred site division

Site VI has a total surface area of 90 km<sup>2</sup> and is situated in the north of the Hollandse Kust (west) zone, see figure S2. The TenneT platform Hollandse Kust (west) Alpha will be placed in the southeast of site VI. site VII is located in the centre of the Hollandse Kust (west) and has a gross surface area of 87 km<sup>2</sup>. A search area for TenneT platform Beta is situated east of the centre of site VII.

The southernmost part of the Hollandse Kust (west) area, where "VI (alternatief) 75 km<sup>2</sup>" is shown in figure S2, is kept clear in the preferred division, as is the northernmost point. In order to limit other (existing) use of the area, such as fishing and shipping, as little as possible for the time being, it has been decided not to use a (continuous) area in the south. Also from the point of view of helicopter accessibility, the location of platform P09-Horizon-A makes it more favourable not to fill in the southern corner. In addition, it is possible that in the longer term there

will be a greater need for offshore wind energy than is assumed in the Roadmap for offshore wind energy, in which case it would be advisable to keep one somewhat larger area free for this purpose instead of several smaller areas. This is because a continuous area is more efficient for the construction of a wind farm than several smaller areas. That is why one continuous area in the south of the wind farm zone is kept free.

**Figure S2 Proposed site division of wind farm zone Hollandse Kust (west).**



#### **Alternative site division**

The alternative site division is also shown in Figure S2. In this alternative, not all of the area of the Hollandse Kust (west) is in use either, so that for the time being space remains available for other (existing) uses, such as fishing and shipping. In addition, shared use within the wind farms is possible for certain activities. In the alternative division, site VI has a gross surface area of 75 km<sup>2</sup> instead of 90 km<sup>2</sup> and is situated in the far south of Hollandse Kust (west). For reasons of shipping safety, the eastern corner is not used for the site. The western point also remains unused. Site VII is still, centrally located in the Hollandse Kust (west) area and has a gross surface area of 87 km<sup>2</sup>. The TenneT platform Hollandse Kust (west) Alpha is located to the north of both lots, at the same location as in the preferred subdivision. The alternative division concerns a 'southern use': to the west and north of the TenneT platform west Alpha, no turbines will be placed in the alternative division. Because the TenneT platform west Alpha is not (centrally) located in a site but outside it, the inter-array cables will be longer.

In the effect sections of this EIA, the preferred site division is investigated from the point of view of relevant aspects such as ecology, shipping safety and mining. To the extent that it can reasonably be relevant due to possible deviations in the results, the alternative site division will

also be investigated and the effects between the preferred and the alternative site divisions will be compared.

## 5. The impact assessment method

### Bandwidth

In an EIA, alternatives to an activity are assessed by examining their effects and comparing them with each other. An alternative is a possible way in which the intended activity, in this case the generation of energy with wind turbines, can be realised considering the purpose of this activity (see text box). In this EIA, alternatives per site (preferred site division and alternative site division) were investigated. The alternatives are based on a bandwidth for various wind turbine set-ups and types that are possible within such a wind farm site.

The site within the wind farm zone Hollandse Kust (west) will thus be issued with the possibility for the wind farm developer to design it according to his own wishes. The bandwidth within which the project must be carried out will be laid down in the decision on the site.

#### Bandwidth

By issuing wind farm sites in which various wind turbine set-ups and types and foundation methods are possible, within a certain bandwidth, a flexible design of the wind farm sites is possible. The developer is free to make the wind farm design optimal in terms of cost effectiveness and energy yield. This bandwidth approach makes specific requirements of this EIA. All environmental effects associated with all possible set-ups made possible by the wind farm site decisions should be examined. Researching all possible set-ups is not possible however due to the multitude of potential combinations. Therefore, a worst-case scenario approach is assumed: if the worst-case scenario for potential effects is permissible, then all other set-ups within it are also possible.

#### Alternatives

The worst-case scenario will differ for different aspects (for example for birds and marine mammals). This is taken into consideration in the study by researching and comparing several worst-case scenarios as alternatives in the EIA. The parameters defined in the worst-case scenario must be named and described, such as the maximum number of turbines, maximum upper and lower limit of the rotor, maximum rotor surface area, characteristics of the foundation method, etc.

To obtain an idea of the possibilities of reducing the effects, mitigating measures are designated and examined for each aspect. This means possibilities for optimisation are identified and prevents solely presenting a worst case scenario.

The bandwidth of design possibilities for the wind farm within the site 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 bandwidth within which to remain is laid down in the following table.

Tabel S1 Bandwidth EIA.

Design	Bandwidth
Capacity of individual wind turbines	Minimum of 10 MW*
Highest tip point of individual wind turbines	189 – 304 meter

Design	Bandwidth
Lowest tip point of individual wind turbines	Minimum of 25 meter
Rotor diameter of individual wind turbines	164 – 279 meter**
Distance between each wind turbine	Minimum of 600 meter
Number of blades per wind turbine	2, 3, multirotor**
Type of foundations (substructures)	Monopile, multipile, tripod, gravity-based structure
Type of foundation	Pile foundations, suction buckets, gravity-based structures
Installation method for pile foundations	Vibrohammering, pile driving, drilling, suction
In case of pile-driving foundations: maximum sound level	168 dB re 1 mPa <sub>2s</sub> at 750 meter
In case of pile-driving foundations, diameter of foundation pile/piles and number of piles per turbine:	
Monopile	1 pile of 6 to 12 meter
Multipile	3 to 6 piles of 1 to 4 meter
In case of a foundation without pile driving, dimensions on seabed:	
Gravity-based	Up to 40 x 40 meter
Suction bucket	Bucket diameter: tbd
Electrical infrastructure (inter-array cabling)	66 kV, burrowed at 1 to 3 meter depth <sup>13</sup>

\* Implying a maximum of 76 turbines to reach 760 MW

\*\* Multirotor turbines may deviate from this. The application of this innovative turbine design requires customization in the EIA.

As indicated, the worst-case scenario for different aspects, for example for birds and marine mammals, can be different. The table below shows the different environmental aspects in the worst-case and best-case scenarios.

**Table S2 Worst-case and best-case scenarios within the bandwidth per environmental aspect**

Environmental aspect	Bandwidth	
	Alternatief (Worst case)	Alternative (Best case)
Birds and bats	76 x 10 MW-turbines Lowest tip point 25 m, rotor diameter 164 m	47 x 16 MW-turbines Lowest tip point 25 m, rotor diameter 279 m
Underwater life*	47 x 16 MW-turbines 1 turbine location a day	76 x 10 MW-turbines 1 turbine location a day
Shipping	76 x 10 MW-turbines Jacket-foundation with 18 m diameter	47 x 16 MW-turbines Monopile foundation with 12 m diameter
Geology and hydrology	76 x 10 MW-turbines	47 x 16 MW-turbines
Landscape**	76 x 10 MW-turbines	47 x 16 MW-turbines

<sup>13</sup> Two variants can be investigated: digging in at a depth of one metre and at a depth of three metres.



Environmental aspect	Bandwidth	
	Min. rotor diameter 164 m Min. axle height: 107 m	Max. rotor diameter 279 m Max. axle height: 164,5 m
Other use functions	76 x 10 MW-turbines	47 x 16 MW-turbines
Electricity yield**	76 x 10 MW-turbines	47 x 16 MW-turbines
<p>* For underwater life, the worst-case and best-case scenario differ per 'sub-aspect' (marine mammals, fish, and benthic life) and can also not be clearly defined in advance. Although the sound production during pile driving at 3,000 kJ is higher than at 1,000 kJ, the number of piles that are driven with greater pile-driving energy is lower, meaning the overall environmental impact may be lower.</p> <p>** For landscape and electricity yield, there is not really a worst-case or best-case scenario, but the alternatives do specify a bandwidth.</p>		

### Assessment

In order to be able to compare the effects of the alternatives per aspect, they are assessed on a +/- scale in relation to the zero alternative (ie. the current situation and autonomous development). The following rating is used for this purpose, as shown in table S3. The assessment provides a justification for the scoring.

Table S3 Scoring methodology.

Score	Opinion in relation to the reference situation (zero alternative)
--	The intention leads to an extremely noticeable adverse change
-	The intention leads to a noticeable adverse change
0	The intention does not differ from the reference situation
+	The intention leads to a noticeable positive change
++	The intention leads to an extremely noticeable positive change

If the effect is marginal, this is indicated in such cases as 0/+ (marginally positive) or 0/- (marginally negative).

The Appropriate Assessment quantifies the effects in order to evaluate whether the preferred alternative has any significant impact on Natura 2000 areas.

In addition to the effect of a wind farm at wind farm site VI, cumulative effects of other wind farms and activities are considered and mitigating measures examined.

### 6. Results of the Environmental Assessment – Preferred site VI

The following tables show the assessments of the alternatives per aspect against the various assessment criteria, without the application of mitigating measures. The tables are then discussed per aspect. This is a summary of the impact assessment, simplifying the description of the assessment criteria.

## 6.1 Birds and bats

Table S4 Assessment of impact on birds and bats without mitigating measures.

Wind farm effect	Alternative 1	Alternative 2
	76 * 10 MW ø 164 m	47 * 16 MW ø 279 m
<b>Construction phase, birds</b>		
- installing foundations	0/-	0/-
- increased shipping	0/-	0/-
<b>Use phase, birds</b>		
Local sea birds		
- collisions	-	-
- barrier effect	0	0
- habitat loss	-	-
- indirect effects	0/-	0/-
Colony birds		
- collisions	-	-
- barrier effect	0	0
- habitat loss	-	-
- indirect effects	0/-	0/-
Migratory birds		
- collisions	-	-
- barrier effect	0/-	0/-
- habitat loss	0	0
- indirect effects	0	0
<b>Removal phase, birds</b>		
- installing foundations	0/-	0/-
- increased shipping	0/-	0/-
Bats		
- collisions	--/-	-
- barrier effect	0	0
- habitat loss	0	0
- indirect effects	+/-	+/-

The alternative 2 with 46 x 16 MW turbines and a rotor diameter of 279 meter is the most environmentally friendly alternative for birds and bats, due to the lower number of collision casualties compared to the other alternative.

The expected effect of two-bladed instead of three-bladed turbines was also discussed. If one takes into account the fact that a bird can come into contact with one blade less per turbine, but

the rotation speed is on average somewhat higher of the blades (approximately 1.33x), then it is expected that fewer casualties will occur with two-bladed turbines than with three-bladed turbines.

The effect of using multi-rotor turbines was also discussed in qualitative terms. No experience figures are available yet, but it can be expected that more collision victims will fall if the rotors are placed lower in comparison with single-rotor turbines. Even when the total rotor surface in the site increases, this will lead to more bird casualties. The presence of multiple rotors can increase the visibility of multirotors and this can lead to more disturbance for sensitive species, such as razorbills and divers. As far as bats are concerned, it is also expected that multi-rotor turbines will lead to more casualties, due to the possibly larger rotor surface area and the lower rotor height.

## 6.2 Underwater life

Table S5 Assessment of impact on underwater life without mitigating measures.

Assessment criteria	Impact assessment	Site VI	
		Alt. 1	Alt. 2
Effects of installation, use and removal on: Biodiversity Recruitment Densities/biomass Special species	<b>Benthic animals</b>		
	Seabed activities	0/-	0/-
	Habitat loss	0	0
	<b>Fish</b>		
	Noise/vibration	0/-	0/-
	Seabed activities	0/-	0/-
	Habitat loss	0	0
<b>Marine mammals</b>			
<b>Installation</b>			
Disturbance, barrier effect, habitat loss, change in foraging possibilities due to sound and vibration from installation of foundations Physical harm	Disturbed surface (km <sup>2</sup> )	0	0
	Number of disturbed animals	0/-	0/-
	Animal disturbance days	0/-	0/-
	Number of affected animals	0/-	0/-
	Population effects (North Sea)	0/-	0/-
<b>Use</b>			
Disturbance due to noise and vibration of turbines Disturbance due to noise and vibration of shipping (maintenance)	Disturbed surface (km <sup>2</sup> )	0	0
	Number of disturbed animals	0	0
	Disturbed surface (km <sup>2</sup> )	0	0
	Number of disturbed animals	0	0
<b>Removal</b>			
Disturbance, barrier effect, habitat loss, change in foraging possibilities due to sound and vibration from installation of foundations	Disturbed surface (km <sup>2</sup> )	0/-	0/-
	Number of disturbed animals	0/-	0/-

The alternatives are not distinctive with regard to the effects of underwater noise. The application of the noise standard as included in the Framework Ecology and Cumulation (KEC) 3.0 results in a levelling off of the effects, as a result of which for both alternatives it can be stated with 95% certainty that the population of porpoises will not decrease by more than 5%. This 5% concerns 510 porpoises per site. The construction of the wind farm in both alternative 1 and alternative 2, results in a very small decrease in the number of porpoises (a maximum of 40 individuals). As far as seals are concerned, the effects are also minor, since seals have a higher threshold value with regard to disturbance. A maximum of 11 individuals will avoid the disturbance area. As regards bottom-dwellers and fish, the effects are very small.

### 6.3 Shipping safety

**Tabel S6 Assessment of the effects of the preferred location for site VI - shipping and safety without any mitigating measures.**

Assessment criteria	Impact assessment	Score Preferred location site VI with 10 MW-turbines
Safety	Risk of collision and propulsion	0/-
	Consequential damage of collision and propulsion	0/-
Shipping	Deviation possibilities for vessels crossing	0/-
	Effects of passage of ships below 24 metres or below 45 m	0/-

For the preferred location of site VI, calculations have been carried out on the turbines' collision and propulsion probabilities. These calculations show that the total frequency of collisions and propulsion is 0.109282. This is equivalent to once every 9.2 years. This means that the preferred location scores slightly negative (0/-).

As a result of turbines in the preferred location of site VI, an outflow of oil is expected once every 568 years.

The expected average number of fatalities per year due to a collision or propulsion with a turbine is 0.004406.<sup>14</sup> A number of comments can be made about these figures (including the fact that a number of scenarios have been disregarded and that figures are based on smaller turbines than those currently being built, see section 8.4.3), but the figures between sites are comparable.

#### Intersecting ships

It is assumed that even if there are sometimes larger shadows (in the radar sight) at a shorter distance, the non-route bound ships are sufficiently manoeuvrable to react at a short distance when they meet another ship. However, it is expected that the limitation of visibility plays a less

<sup>14</sup> This does not take into account possible casualties in the event of collisions and propulsions where the mast and nacelle do not fall on the deck, such as when a fishing vessel overturns.

important role in these meetings, as opposed to the possible misjudgment of the intentions and maneuverability of the other ship. This effect is scored as 0/-.

#### Passage through the wind farm zone

The number of collisions with wind turbines is greater in the event of allowed passages of ships up to 45 metres, namely 1.87 collisions per year compared to 1.43 collisions per year. This is based on the presence of wind farms in accordance with the roadmap, i.e. not only the wind turbines in Hollandse Kust (west). The effect on the area outside the wind farms is also relevant: the verge and the waterway. This is an aspect that needs further investigation and on which no statements can be made at this stage. Because the chance of collisions and drives increases as a result of opening up wind farms to ships, the score is slightly negative (0/-).

### 6.4 Morfologie en hydrologie

**Table S7 Assessment of impact on geology and hydrology without mitigating measures.**

Aspect (during installation, maintenance and operation)	Site VI, alternative 1	Site VI, alternative 2
	a 16 MW turbine on a monopile foundation with a diameter of 12.5 meter. Erosion protection (paving stones): three times the diameter of the base.	a 10 MW turbine on a gravity based foundation with a diameter of 50 meter. Erosion protection (dumping stones): three times the diameter of the base.
Waves	0	0
Water movement (water level/current)	0	0/-
Water depth and soil morphology	0	0
Soil composition	0	0
Turbidity and water quality	0	0
Sediment transport	0	0
Coastal safety	0	0

All the morphological and hydrological changes resulting from the construction, use, removal and maintenance of the planned wind farm and the cables are very limited. In addition, the effects during construction and removal are temporary in nature. The changes, if any, 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, these are very local changes. The impact is limited to the immediate vicinity of the foundation piles and the park cabling route and is of a temporary nature. Only in the case of a gravity-based foundation are the effects as a result of the larger dimensions of the foundation slightly larger and therefore score slightly negative.

As far as the difference between burying the cables at a depth of 1 or 3 meter is concerned, exposure of the cable occurs more quickly when the cable is buried at a depth of 1 metre, with the result that there is a greater chance that the cable will have to be brought back to the required depth. However, laying a cable at a depth of 3 meter has a greater effect in terms of

the soil-disturbed surface through the trencher and the turbidity will increase as a result of stirred up sediment when 3 instead of 1 metre is buried. However, this still falls well within the limits of the natural dynamics of the North Sea.

## 6.5 Landscape

**Table S8 Assessment of impact on landscape without mitigating measures.**

Aspect	Score	
	Alternative 1 76 x 10 MW-turbines Max. tip height 189 m	Alternative 2 47 x 16 MW-turbines Max. tip height 304 m
Visibility in percentage of time	0	0

The visibility of wind turbines in lot VI is quantitatively represented by the percentage of time that the meteorological conditions are such that the wind farm can be seen. This is less than 1% of the time in the summer days (on average 1 day per summer, 7 minutes visible). This means that both alternatives are barely visible and no distinction is made in the assessment both score neutral (0). And if the meteorological conditions are such that the wind farm is visible, the distance (at least 51 kilometer) is so great that only some of the nearest turbines can be seen. The turbines of wind farms located between Hollandse Kust (west) and the coast will also ensure that the wind turbines in site VI are not or only to a very limited extent visible.

## 6.6 Other use functions

**Tabel S9 Beoordeling effecten voorkeursverkaveling kavel VI - overige gebruiksfuncties zonder mitigerende maatregelen.**

Aspect	Effect	Score site VI	
		Alternative 1 76 x 10 MW suction bucket	Alternative 2 47 x 16 MW gravity base
Fishery	Fishery restrictions	0/-	0/-
Oil and gas extraction	Restrictions on oil and gas extraction	0/-	0/-
Aviation	Interference with civil aviation	0	0
	Interference with military aviation	-	-
	Interference with Coast Guard	0/-	0/-
	Interference with helicopter traffic	0	0
Sand, gravel and shell extraction	Restrictions on shallow mineral extraction	0	0
Dredging disposal	Restrictions on dredging disposal dumping areas	0	0
Ship, onshore and aviation radar	Interference with radar	0	0

Aspect	Effect	Score site VI	
		Alternative 1 76 x 10 MW suction bucket	Alternative 2 47 x 16 MW gravity base
Cables and pipelines	Interference with cables and pipelines	0/-	0/-
Telecommunications	Disruption to ray paths	-	-
Ammunition dumping areas and military areas	Presence of ammunition dumping areas and military areas	0	0
	Presence of unexploded devices	0	0
Recreation and tourism	Recreational boating restrictions	0	0
	Coastal recreation restrictions	0	0
Cultural history and archaeology	Damage to archaeological remains	0/-	0/-
Shellfish farming and aquaculture	Restrictions for shellfish farming and aquaculture installations	0	0
Existing wind farms	Effect on electricity output of existing wind farms	0	0
(local and regional) economies	Effect on economies and employment	0/+	0/+

Most of the impacts are assessed as neutral due to their limited magnitude. This is partly because in the choice of location, the existing (other) use functions have already been taken into account. Below is a brief description of each aspect. Within the range of the bandwidth alternatives (alternative 1 with 76 x 10 MW on suction bucket and alternative 2 with 47 x 16 MW on gravity base) no distinguishing effects were found.

For most of the other use functions, the effects are minor and the impact assessment is neutral. These include the effects on ship, shore and aviation radar, dredging, sand, gravel and shell extraction, shellfish farming and aquaculture, ammunition dumps and military activities, existing wind farms and recreation and tourism. The effects on (local and regional) economies are assessed as slightly positive.

The impacts on fishery are assessed as slightly negative because of the area lost and the value of the area to fisheries. There is also a slight negative effect on the available electrical and telecommunication cables and pipelines. For aviation, we see a neutral effect on the interference of civil and military aviation. The interference for the Coast Guard is slightly negative, because the presence of wind turbines poses a risk to flying at low altitudes. The effects on the flight movements of helicopter traffic are negative for site VI, due to the presence of a Helicopter Main Route (HMR KY653) which crosses site VI, and the reduced accessibility of platforms P06-A and P9-Horizon. With regard to cultural history and archaeology, site VI scores slightly negative due to the relatively high concentration of (potentially) archaeological objects. The effects on ray paths for site VI are assessed as negative due to the relatively high number

of ray paths. The effects on ray paths are expected to be mitigated for both sites by taking the ray paths into account when determining the wind turbine positions. The effects of oil and gas production are generally assessed as slightly negative. Site VI is located in both licensed production and exploration areas but does not make the development of future fields in these areas impossible.

## 6.7 Electricity yield

**Table S10 Assessment of impact on electricity yield without mitigating measures.**

Aspects	Score	
	Alternative 1 76 x 10 MW-turbines	Alternative 2 47 x 16 MW-turbines
Electricity yield	++	++
Emissions avoided	++	++

For the 10 MW turbine alternative, a Vestas V164-10.0 MW has been calculated and a net electricity yield of 3,561,729 MWh/year has been calculated. For the alternative with 16 MW turbines a net electricity yield of 3,391,833 MWh/year follows from the calculations. The energy yield of the minimum alternative (76 turbines of 10 MW) is therefore approximately 5.0% higher than the maximum alternative (47 turbines of 16 MW). This is not necessarily the case, but it does apply to the turbine types under consideration. It is good to know that this assessment is based on a 10 MW turbine that can actually be supplied and that the 16 MW turbine is based on extrapolation of data, because no 16 MW turbine can be supplied at the time of writing of this EIA.

An annual electricity production of 3,561,729 MWh is equivalent to the annual electricity consumption of approximately 1,200,000 households (assuming an average of 2,910<sup>15</sup> kWh/household/year).

The energy yield in the alternative with 16 MW turbines is realised with a fewer number of turbines than in the alternative with 10 MW turbines, i.e. 76 instead of 47 turbines. The contribution of the wind farm to the reduction of CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> and SO<sub>2</sub> is directly proportional to the net energy yield. The reduction is calculated on the basis of the average use of fuels at power stations (mainly gas).

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

## 7. Results of the Environmental Assessment – Alternative site VI

For each aspect, the impact assessment of the alternative location of site VI (southern location, see Figure S2) is briefly presented below, in relative terms to the preferred site location.

<sup>15</sup> CBS (2016). Average household electricity use



### Birds and bats

The site alternative with its location on the south side instead of the north side of Hollandse Kust (west) is virtually indistinguishable from the assessment of the preferred location of site VI. The expected number of bird casualties in the site alternative is slightly lower, due to the slightly lower densities. Also in terms of disturbance of birds, the alternative location will have less effect, because the site is somewhat smaller than the preferred location of site VI. However, the differences are so small that this does not lead to a different score for the site alternative. For example, the total number of bird victims is 13 fewer in the case of the site alternative out of a total of 1,511 victims for the preferred location of site VI (in alternative 1). No other effects are to be expected for bats either. The only difference in the assessment occurs in colony birds. This is due to the site alternative lying outside the maximum foraging distance of breeding little black-backed gulls from the Natura 2000 site Dunes and Low Land Texel, as a result of which a neutral (0) score is achieved when it comes to effects on colony birds.

### Underwater life

The effects of the alternative site location do not differ from the preferred site location with respect to porpoises. The effect on seals is slightly more positive for the alternative location, however, to a small and indistinguishable extent regarding the assessment.

### Geomorphology and hydrology

The effects of the alternative location of site VI are not significantly different from the effects of the preferred location of site VI.

### Shipping and Safety

In terms of shipping and safety, the assessment of site VI (alternative) differs from that of site VI in that it has a negative assessment (-) on the risk of collision and propulsion, and consequential damage caused by collision or propulsion. For the preferred location of site VI, the assessment on these aspects is slightly negative (0/-). This is because the total frequency of collisions and propulsions for site VI (alternative) is higher than the preferred location of site VI. The total frequency of collisions and propulsions for the preferred location of site VI is 0.109282, while this is 0.117949 for the alternative location of site VI. The probability of oil outflow and the average number of deaths per year as a result of a collision or propulsions with a wind turbine is also slightly higher for the alternative location of site VI compared to the preferred location.

As far as alternative options for intersecting shipping and passage of up to 24 or 45 metres are concerned, the alternative location of lot VI scores no different than the preferred location, namely 0/-.

### Landscape

The alternative location of site VI is at least 57 kilometer from the coast, which is a few kilometer further than the preferred location of site VI. As a result, the turbines of alternative 1 disappear completely behind the horizon due to kim diving and are therefore no longer visible. However, the meteorological conditions are such that, even if turbines could theoretically still be visible, as with alternative 2 (the largest turbines in this EIA), visibility is very limited (less than 1% of the time in the summer months). This means that for landscape, the alternative location of site VI does not lead to substantially different effects compared to the preferred site location.

### Other use functions

The assessment shows that with regard to the aspects of helicopter traffic, cables and pipelines, ray paths and archaeology, the alternative site location receives a different assessment than the preferred location. The preferred location of site VI has a more negative score on these aspects than the alternative location for site VI. With regard to helicopter traffic, this is because an existing HMR runs through this area and the minimum separation requirement cannot be met in all cases. There are also a total of 8 ray paths in this area, which means that the telecommunication aspect is scored more negatively, and there are more cables and pipelines in the preferred site location area. In addition, there is a higher expectation that archaeological objects and archaeological remains will be found.

### Electricity yield

As the alternative location of site VI covers an area of 75 km<sup>2</sup> compared to 90 km<sup>2</sup> for the preferred site location, turbines will be located closer together. This will lead to a reduction in the electricity yield (more wind capture). This effect is not expected to be significant. In addition, the alternative location of site VI is in front of site VII, viewed from the prevailing wind direction (southwest). The preferred location of site VI is just behind it. As a result, the yield will be relatively higher for the alternative location of site VI compared to the preferred site location. On the other hand, however, there will then be more wind capture for site VII which may result in a lower electricity yield.

### Conclusion

It can be concluded that the effects of the alternative location for site VI are comparable to the preferred location of site VI, but has less negative effects on the following aspects:

- The number of bird victims (very limited difference), disturbing effect on birds (due to more limited surface area) and has no effect on colony birds because the alternative site location lies outside the maximum foraging distance;
- Seals due to less disturbance (very limited difference);
- Helicopter traffic, cables and pipelines, ray paths and archaeology

and has more negative effects on:

- Shipping safety, due to increased collision and propulsion probabilities, and
- The electricity yield due to a higher density of wind turbines located in the smaller surface area of the alternative location of site VI.

## 8. Cumulation

The following table briefly lists the cumulative effects that occur and the consequences they have for the wind farm site decision. The first column indicates the aspect, the second column indicates which effects may be relevant in case of cumulation and the third column indicates implications for site VI.

Table S11 Overview of cumulative effects at site VI – Hollandse Kust (west)

Aspect	Relevant cumulative effects	Consequences for wind farm site decision
Birds and bats	<p>Exceeding the PBR in the (international) worst-case scenario studied with 3 MW turbines in the KEC in 2015 (lesser black-backed gull, great black-backed gull and herring gull) cannot be ruled out (Rijkswaterstaat (2015), Leopold et al. (2015) and Van der Wal et al. (2015)).</p> <p>Based on current knowledge, and in particular the lack of good information on the occurrence of bats in the North Sea on the one hand and the lack of reliable estimates of population sizes on the other, it cannot be ruled out that in the worst-case scenario negative effects on the favourable conservation status of some bat populations will occur, such as red-</p>	<p>Compared to Rijkswaterstaat (2015), Leopold et al. (2015) and Van der Wal et al. (2015), this EIA is based on Ecology and Cumulation Framework (KEC) 3.0 and therefore a more realistic scenario is calculated for foreign wind farms (see appendix 4), and the input parameters for the sites of Borssele, Hollandse Kust (Zuid) and Hollandse Kust (noord) have been updated in line with the latest insights (see Gyimesi &amp; Fijn 2015b, Gyimesi et al. 2017c, Gyimesi et al. 2018c). In the current calculations for Hollandse Kust (west), the cumulative number of collision victims in the southern North Sea for all locally residing species remains well below the PBR standard. Looking only at the cumulative effect of the Dutch parks on the Dutch population of locally residing species, the number of casualties for all species also remains well below the PBR standard.</p> <p>No cumulative effects are to be expected in respect to breeding colony birds that could be victims in a site in the wind farm zone of the Hollandse Kust (west) (small black-backed gulls from the Natura 2000 site of Dunes and the Low Land of Texel) that would lead to significant negative effects.</p> <p>With regard to migratory birds, the cumulative mortality among migratory birds resulting from collisions with all (future) wind turbines in the southern North Sea remains below the PBR for all species. On the basis of these results and the wind farm plans currently known, it can be concluded that the favourable conservation status of migratory bird species will not be called into question.</p> <p>Mitigation measures can be taken to reduce effects to an acceptable level (see sections 12.5 and 12.6).</p>

Aspect	Relevant cumulative effects	Consequences for wind farm site decision
	legged bats and rough dwarf bats.	
Underwater life, Marine mammals	Effects on the favourable conservation status cannot be excluded if no mitigating measures are taken.	By applying the noise standard as recorded in the KEC 3.0, effects on the favourable conservation status can be excluded.
Shipping safety	Wind farms at the sites Hollandse Kust (west) and existing wind farms may lead to other effects on shipping and safety.	<p>The cumulative effect in this EIA has not been considered separately because, in deviation from previous studies carried out for wind farm zone Borssele, the other planned wind farms in the North Sea will not change the shipping traffic routes. The new route structure has been designed in such a way that it takes account of wind farms that have already been or will be built. The considered base case is therefore also the cumulative scenario.</p> <p>As part of the adjustment of the traffic system in August 2013, various risk studies have been carried out, such as 'Risk to shipping in the event of designation of the wind area "Dutch Coast"'. The cumulative effect is also discussed within this study. A cumulative study of shipping safety for the roadmap has also been carried out. This study has already been taken into account in this EIA (see appendix 9).</p>
Morfologie en hydrologie	Wind farms in other sites in the wind farm zone Hollandse Kust (west) can also lead to effects on morphology and hydrology.	None. When filling in wind farm zone Hollandse Kust (west), practically the same local, temporary and negligible effects will occur as described for site VI. This means that there will be no cumulation, not even with other activities and other more distant wind farms.
Landscape	Wind farms in the Hollandse Kust (zuid) and Hollandse Kust (noord) wind farm zones also affect the visibility of wind turbines from the beach.	Minimal, because wind turbines in the Hollandse Kust (west) wind farm zone are only visible to a very limited extent.
Other use functions	Wind farms in the sites of the Hollandse Kust (zuid) and Borssele wind farm zones, as well as the wind farms according to the 2030 roadmap, will also affect other use functions.	Minimal with regard to fisheries. With the development of the Hollandse Kust (west) wind farm zone, the total surface area lost to fisheries becomes larger. In total the Wind Farm Zones cover approximately 4.78% (0.6% Borssele, 0.62% Hollandse Kust (zuid), 0.51% Hollandse Kust (noord), 0.61% Hollandse Kust (west), 2.05% IJmuiden Ver, and 0.38% Ten noorden van de Waddeneilanden) of the NCP, and therefore also the fishing area, are lost. However, the wind farm zones will not be completely closed, only the wind farm sites. After closing these, the total surface area amounts to 2.81% of the NCP (Natura

Aspect	Relevant cumulative effects	Consequences for wind farm site decision
		<p>2000 areas and the Bruine Bank cover 20% and 5% of the NCP respectively).</p> <p>In the event that, according to current governmental plans, all nature reserves and wind farm zones<sup>16</sup> were to be closed, the gross value added of Wind farm zone Hollandse Kust (west) to the Dutch kottector will become 1.57%. If a Brexit induced closure of British waters is also taken into account the gross value added will increase to 1.93%.</p> <p>The larger number of turbines also increases the chance that archaeological remains will be affected.</p> <p>Wind farm zone Hollandse Kust (west) has a limited impact on recreational shipping, because recreational shipping is permitted up to 24 meter and mainly makes use of the 10 to 20 km zone along the coast. For vessels wishing to cross from the North Sea Canal to England and larger than 24 meter, the realisation of site VI will mean an extra detour.</p> <p>The effects on coastal recreation have been assessed as neutral and have no consequences for the Wind farm site decision.</p>
Electricity yield	Wind farms in the vicinity can intercept wind from each other, decreasing the wind speeds at other wind farm sites.	None, the expected wind interception of, and on wind farms in the planned site in the vicinity is very small, as shown in chapter 11.

### 9. Mitigating measures

After assessment, it appears that the conditions in the legal framework can be satisfied for virtually every aspect. In order to guarantee the favorable conservation status of nitrogen-sensitive habitats, mitigating measures are necessary. Also mitigating measures are required to limit the cumulative effects on birds, bats and porpoises. However, the occurrence of other adverse effects due to the construction, operation and removal of the wind farm cannot be excluded. These possible effects can be mitigated by the following measures. A number of these potential mitigating measures will be selected for the purpose of the preferred alternative.

Table S12 Potential mitigating measures

Aspect	Effect	Mitigating measure
Birds and bats	Construction and removal phase	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construction and removal from June to September due to the limited presence of species of sea birds susceptible to disturbance.</li> </ul>

<sup>16</sup> Among these are parts of the following area's: Doggersbank, Centrale Oestergronden, Friese Front, Klaverbank, Borkumse Stenen, Noordzeekustzone, Voordelta en Vlakte van de Raan (Stichting de Noordzee, 2018)

Aspect	Effect	Mitigating measure
	Operational phase	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimising lighting on ships and/or use of a bird-friendly lighting colour.</li> <li>Reduction of pile-driving or removal noise. However, the effect of the sound of pile driving or removal on birds is unknown and therefore it is not known how necessary this measure is.</li> <li>Installing fewer large turbines instead of more small ones as much as possible.</li> <li>Installing two-blade instead of three-blade turbines.</li> <li>Creating a corridor in the wind farm that birds may use.</li> <li>Casualties can be avoided by smart planning of maintenance when turbines are shut down.</li> <li>Increasing the chances of birds detecting the wind farm using reflectors, lasers and sound (depending on the species of bird and subject to various restrictions).</li> <li>Avoiding maintenance works at night and above all during the migration season.</li> <li>Minimising lighting on ships and/or use of a bird-friendly lighting colour.</li> <li>Shutting down in certain weather conditions in combination with identified peaks in migration.</li> <li>Increasing cut-in wind speed (for bats) in the relevant season and at relevant time of day (dusk).</li> <li>Increasing maximum lowest tip point.</li> <li>As small as possible wind farm surface (least habitat loss).</li> </ul>
Underwater life	Benthos and fish  Disturbance and associated population reduction; PTS.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remain hard substrate after decommissioning of wind farm.</li> <li>Using 'Slow start' and 'Acoustic Deterrent Devices' (ADDs).</li> <li>Noise mitigating measures such as a bubble screen to a) comply to the prescribed standard and b) to further reduce noise levels during pile driving.</li> </ul>
Nitrogen-sensitive habitats	Construction phase	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducing the nitrogen emission in such a way that a maximum of 0.05 mol N / ha / year deposition occurs in nitrogen-sensitive habitat types</li> </ul>
Shipping safety	Collision/propulsion and resulting damage	<ul style="list-style-type: none"> <li>Radar, AIS en VHF-coverage</li> <li>Vessel Traffic Management</li> <li>Additional marking and identification of wind turbines</li> <li>Deployment of an Emergency Towing Vessel.</li> <li>Extra SAR-capacity</li> <li>Oil control</li> </ul>
Morphology and hydrology	- (there are no significant effects)	-

Aspect	Effect	Mitigating measure
Landscape	- (there are no significant effects)	-
Other use functions	Damage to archaeological values	Changing the location of a wind turbine or cable so as to avoid a possible archaeological object.
	Risk of unexploded devices	Further investigation is required to locate and remove unexploded devices.
	Site VI overlaps with mining permit holders and obstacle free zone around platforms	Consult with mining companies.
	Restriction of fishing areas	There are opportunities for the fisheries-friendly design of wind farm zones. However, this entails high costs (including significantly higher insurance premiums for wind farm operators and fishermen). For the parties involved, however, the benefits do not seem to outweigh the costs.
	Shellfish farming and aquaculture	Biological suitability for shellfish farming and aquaculture within wind energy zones has been demonstrated. However, follow-up studies have yet to demonstrate whether this is feasible in practice.
	Failure to comply with separation requirement HMR	Relocating HMR KY653
	Possible interference with existing ray paths	Take into account half rotor + 2nd fresnel-zone around ray paths when installing the wind turbines. Use of alternative 4G network infrastructure, planned to offer full coverage of the Dutch North Sea in 2020.
Electricity yields	- (there are no significant effects)	-

## 10. Considerations for the preferred site division

This section contains a number of considerations for the selection of the preferred site division, which is made possible by the wind farm site decision. This concerns the choice of location of site VI, the bandwidth considered in this EIA and the mitigation measures to be taken. First of all, the assessment of the legal framework will be briefly discussed.

### Assessment against the legal framework

Some mortality amongst birds and fish and a decrease in populations of marine mammals cannot be ruled out in advance. The Offshore Wind Energy Bill integrates the assessment to be carried out under the Nature Conservation Act into the wind farm site decision. By virtue of Article 7 of the Offshore Wind Energy Bill, the competent authority has authority over exemption within the framework of Nature Conservation Act. For the purpose of testing against this Act, an

Appropriate Assessment has been carried out. This Appropriate Assessment shows that any significant impact on the conservation objectives of Natura 2000 areas as a result of the preferred alternative can be ruled out. Specifically when it comes to nitrogen deposition as a result of the construction of the wind farm, a regulation must be included in the site decision to maximize the amount of nitrogen. In this way it is prevented that a higher temporary deposition than 0.05 mol N / ha / year occurs as a result of the temporary nitrogen emission as a result of the construction of the project. The Appropriate Assessment indicates that a deposition of a maximum of 0.05 mol / ha / year during 2 years can never influence the size and spatial distribution of the deposition blanket as a result of the virtually continuous use of the equipment in the North Sea, which is also used for the project.

Other laws and regulations are discussed where relevant in the various aspect chapters and translated into specific standards where necessary. For example, the chapter on underwater life describes the set of standards that is taken as a basis within ASCOBANS and used to determine a measure of acceptable population reduction for porpoises. The planning protection regime for the National Ecological Network, now known as the Nature Network Netherlands (NNN), applies to the whole of the North Sea (EEZ). Paragraph 1.3.1 of annex 4 states how the protection regime for the Nature Network Netherlands (NNN) works in the Dutch North Sea area.

#### **Considerations regarding the location of site VI**

In this EIA, effects of the location of site VI in the north and in the south of the wind farm zone Hollandse Kust (west) have been assessed. The differences in environmental effects of both locations of site VI have been explained. In addition to these environmental effects, other considerations may of course play a role in the choice of the location of site VI.

#### **Considerations regarding the bandwidth**

There are no aspects in this EIA that restrict the bandwidth considered. As a starting point for the bandwidth used, consideration was given in particular to the study into the (cumulative) effects on birds and that has actually led to the minimum capacity per turbine being increased to 10 MW (instead of 3 MW at Borssele wind farm zone) The aspect of effects on birds has restricted the bandwidth primarily at the sites in the Borssele wind farm zone. However, mitigating measures on the basis of this EIA must be taken to eliminate or reduce the effects. The measures that must be taken are as follows:

The only exception is the use of multirotors. Because there is still little experience with them and the exact rotor surface area and rotor heights that determine the risk of bird victims are not known, it is not easy to quantify the effects. This does not rule out the possibility that effects will increase compared to single-rotor turbines, for example if several rotors are installed at a relatively low shaft height, where the bird density is higher.

#### **Considerations regarding mitigating measures to be taken**

A number of measures are needed to limit effects for nitrogen-sensitive habitat types and to limit cumulative effects on birds, bats and porpoises and to ensure a favourable conservation status. These include, for example, a standstill arrangement for bird and bat migration and compliance with a noise standard for underwater noise during pile driving. Table S12 also lists possible



measures with further mitigating measures. The choice of measures to be prescribed is a matter for the competent authority and is explained in the wind farm site decision.

#### **Consideration regarding an extended operating period from 30 to 40 years**

In the site decisions taken for Borssele, Hollandse Kust (south) and Hollandse Kust (north) and so far also in this EIA, the starting point has been that the wind turbines can be operated for 30 years. Now that it is possible to extend the operating period from 30 years to 40 years for Hollandse Kust (west), the effect of this on the earlier conclusions of this EIA should be investigated. Because the effects during the exploitation period are often expressed per year, such as the number of expected bird victims per year or the collision risk for ships per year, the conclusions remain unchanged. However, effects last 10 years longer than described in this EIA. Think in particular of effects on birds and bats, effects on shipping safety and on other uses such as fishing. Sustainable electricity will also be generated for 10 years longer. The conclusions in this EIA will not change due to a change in the duration of operation from 30 to 40 years.

#### **Modifications to the division of site VI**

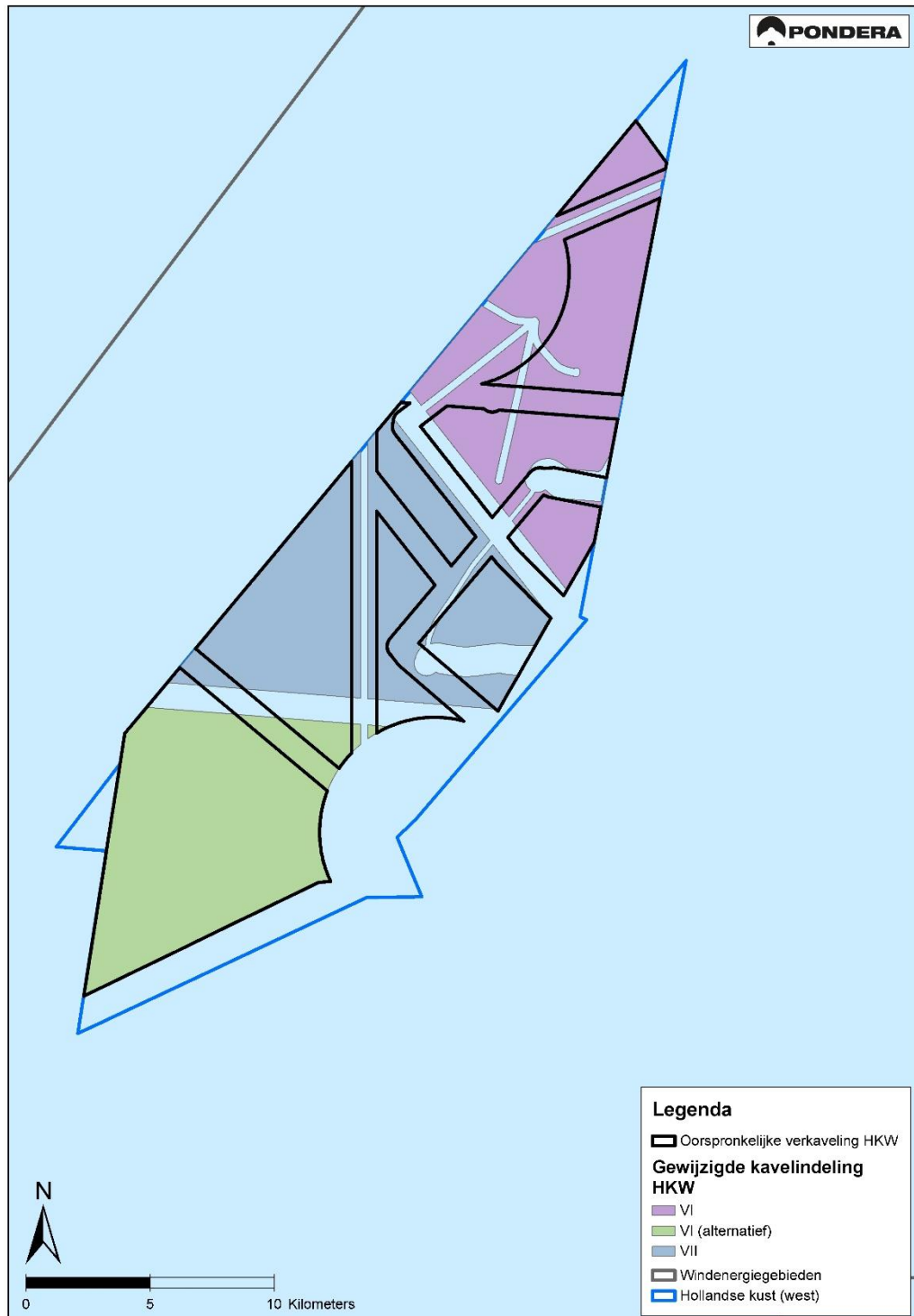
Recent developments lead to modifications in the boundaries of site VI and VI (alternative) (and site VII) in comparison to the boundaries that have been used so far in this EIA. This is due to newly available information regarding the planned decommissioning of part of the mining infrastructure in the Wind Farm Zone and the status of a telecom cable located in the area. This information has been received after the review of the NRD and after the completion of the draft EIA. In the revised site division, maintenance zones of pipelines no longer in use have been limited in size, and an obstacle-free zone around platform P6A has no longer been taken into account. In addition, shipping movements have been taken into account in more specific manner as a result of the recently signed North Sea Agreement. In the new division an area has been kept clear that can serve as a passageway for shipping in the future (up to 46 metres) between site VI and VII and between site VII and VI, respectively.

By modifying the division in anticipation of the above developments, more room will become available for the wind farm developers in each site.

Figure S3 shows the modified site division in relation to the original site division and appendix 11 contains more information about the modified division of the sites. These consider, among other things, the now known location of Tennet platform Beta and its interlinking to platform Alpha. This appendix also describes the effects of the modified division for each environmental aspect.

In terms of effects, there are marginal differences between the new division and the original division. Because the differences are so small, they are not always reflected in a changed score in the impact assessment. However, the score does change for 'Shipping' and 'Other use functions', where positive effects occur due to the modifications. This leads to a more positive assessment score for oil and gas extraction, aviation, and telecommunications. Positive effects are also expected with regard to shipping for all sites, as collision probabilities decrease due to the shipping passages that can be used by ships up to 46 metres.

Figure S3 Modified site division in relation to the original site division



Bron: Pondera Consult

## Conclusion

The wind farm site decision may permit the preferred bandwidth of the site at the location under consideration, with the exception of the use of multirotors. The application of (at least) the necessary mitigating measures must be guaranteed.

## 11. Gaps in knowledge and information

### Introduction

The development of offshore wind farms has a relatively short history. The first monitoring evaluations for previously developed offshore wind farms in England, Denmark, Germany and the Netherlands have since been published. These are the results from relatively short monitoring periods. Certainty about the long-term effects can therefore not yet be given. However, current research and development programmes offer tools for an impact forecast, as presented in this EIA. In investigating and predicting the impact for this EIA, various gaps in knowledge were identified that might limit the understanding of the nature and extent of the impact of a wind farm at site VI. There are still some uncertainties surrounding the impact, especially the cumulative effects of multiple wind farms on each other and in combination with other activities in the North Sea.

The gaps in knowledge that exist are not only due to the short history of offshore wind energy; in a broad sense, there is still a lot of knowledge to be acquired about animal species and their densities, diversity and behaviour. This section explains the knowledge gaps that are relevant in the context of this EIA. Gaps in knowledge are successively described in relation to the effect assessment on birds and bats, underwater life, morphology and hydrology, shipping, landscape, other use functions and electricity yield.

### Birds and bats

For birds, there are gaps in knowledge about collision risks, barrier effects and disruption caused by offshore wind farms (both during the day and at night). In particular, species-specific knowledge is lacking. Validation of models to predict collision bird casualties at sea is lacking. There are also gaps in knowledge about disturbance sensitivities and disturbance distances of seabirds, as well as the extent to which birds can become accustomed to wind farms. Based on literature, it is assumed that 10% of the disturbed birds die. It is not known to what extent this assumption corresponds to reality.

For wind farm site decisions up to 2030, the PBR in the KEC calculations has been used so far. Bureau Waardenburg and Wageningen Marine Research (WMR) have developed species-specific (Leslie-Matrix) population models for use in both collision risk and habitat loss studies for potentially critical species. This project shows how population models can be used for a species-specific population impact assessment of mortality due to collisions of birds with turbines. Population models provide a better picture than other methods of the possible effects of offshore wind farms on these species. However, before the models can be used for wind farm site decisions, threshold values are needed for the statistics that they can produce. This is a policy decision rather than a scientific one. The report of Bureau Waardenburg and WMR is in the process of being completed and should be published shortly.

The only exception is the use of multirotors. Because there is still little experience with them and the exact rotor surface area and rotor heights that determine the risk of bird victims are not

known, it is not easy to quantify the effects. This does not rule out the possibility that effects will increase compared to single-rotor turbines, for example if several rotors are installed at a relatively low shaft height, where the bird density is higher.

For bats, knowledge gaps exist with regard to the basic knowledge about population size and species-specific distribution. Unknown is the relative importance of the North Sea for different types of bats and their changes in behaviour as a result of wind farms.

### Under water life

#### Benthos

knowledge gaps exist with regard to the ability to predict the consequences of abiotic changes (especially sediment change in the surroundings of the wind farm) on benthos. In addition, the effects of electromagnetic fields along the cables are not yet well known.

#### Marine mammals

The main gaps in knowledge related to the consequences on the calculated effects relate to the estimation of effects on the porpoise population. This concerns gaps in knowledge in the area of quantifying the number of disturbed animals and animal disruption days, but also the translation of these to vital rates.

#### Threshold value for disturbance or behavioural change

Based on results of research conducted both under controlled conditions and in the field, it has been shown that the threshold value for sound disturbance can lie between SELss = 136 en 145 dB re 1 $\mu$ Pa2s (Kastelein et al. 2013; BMU 2013; Diederichs et al. 2014; Brandt et al. 2018). This concerns broadband and unweighted noise levels. The most extensive study was carried out by Brandt et al (2018) regarding the effects of pile-driving noise on porpoises during the construction of the first seven German wind farms. In this study, a significant decrease in the presence of porpoises was found during broadband and unweighted noise levels of more than 143 dB re 1 $\mu$ Pa2s. The threshold value of SELss = 140 dB re 1  $\mu$ Pa2s chosen for the EIA of Hollandse Kust (west) is therefore likely to be conservative. If a higher value of SELss = 143 dB re 1  $\mu$ Pa2s had been used in the calculations, the disturbed area and thus the number of days of porpoise disturbance would have been approximately 30 - 40% smaller (Heinis et al. 2019).

For the time being, the calculations for porpoises do not take into account the hearing sensitivity for differences in frequencies. It is likely that the use of a SEL value weighted by the frequency sensitivity of the porpoise's hearing gives a better prediction of the behavioural response. For projects where noise is mitigated by the use of bubble screens, the use of frequency weighting to determine behavioural disturbance in porpoises would result in much smaller predicted disturbance surfaces, because these weighted SELss mitigate more effectively than unweighted SELss (Dähne et al. 2017).

#### Quantifying the number of animals disturbed and days of animal disturbance

The number of animals disturbed will be calculated by multiplying the estimated area of disturbance (area within contour where the noise maps generated in AQUARIUS version 4.0 exceed the threshold for disturbance) by the estimated animal density (not disturbed by underwater noise) in that area for the time of the year in which the disturbance occurs.

#### Translating effects on individual porpoises into population effects (iPCoD)

- Size of vulnerable subpopulation, one of the parameters in the iPCoD model. The calculations for the KEC 3.0, which formed the basis for the calculations, are based on a vulnerable subpopulation of 350,000 animals, i.e. equal to the total size of the North Sea population. The choice of a relatively large vulnerable sub-population reduces the risk of effects being underestimated.
- The iPCoD model was thoroughly updated and improved in 2018, especially for the porpoise. In determining the relationship between disturbance and vital rates, use was made of a state-of-the-art energy budget model developed by the University of Amsterdam in collaboration with the University of St. Andrews. The model calculations clearly show that in many cases porpoises can compensate for a (temporary) loss of foraging opportunities. However, it is not yet clear whether and, if so, why the areas with the highest density are also the most suitable areas.
- The Interim PCoD model assumes that the porpoise population is stable and that population development does not depend on density. For the model results, this means that after an effect on the population has been applied, i.e. a decrease as a result of the activities, the population does not recover after termination of the activities. This is probably not realistic. For a more realistic estimate of population development in the years of disturbance, but especially after its termination, more knowledge is needed about density-dependent effects on population development.

#### Translating effects on individual seals into population effects

For the common and grey seals, transmitter research provides much more data on natural behaviour in the field than for the porpoises. This concerns both population estimates and knowledge about movement of individual animals. In combination with experimentally determined data on the energetic 'costs' of behavioural change (see, for example, Rosen et al. 2007; Sparling & Fedak 2004; Sparling et al. 2007), the effect on the population could be estimated by combining an agent based model (see, for example, Nabe-Nielsen et al. 2014) with a dynamic energy budget. WMR, in collaboration with SMRU/St. Andrews University, has now started to develop such a model. However, it will still take a few years before this model is operational.

#### Fish

For fish, all necessary research has been carried out into the effects of underwater noise on fish. This shows that fish are much less sensitive to underwater noise than marine mammals and that some species (with swimming bladder) are more sensitive than others. In addition, the magnitude of the effects is so small that the effect of pile-driving noise is not indicated as an essential knowledge gap. Although it is recommended that extra research is performed on (mature) species with closed swimming bladders.

There is a general picture of the occurrence of fish on the NCP. In view of the limited effect on fish populations, further insight into the occurrence of fish on the NCP is not a priority.

Specific knowledge gaps with regard to wind farms exist mainly with regard to the species and extent of changes to the fish fauna in the longer term as a result of the introduction of restrictions on fishing and the fitting of hard structures. In addition, in the wind farm site decision of Hollandse Kust (noord), only noise standards are mentioned for the construction phase

(mainly because of the piling of the foundations), but not for the operational phase of the wind farm. This allows wind farm developers to increase the tip speed of rotors indefinitely, resulting in higher noise levels in the operational phase, probably also under water. As it is currently not well known whether the noise of wind turbines plays a role in the disturbance of fish, it is not possible to say whether an unlimited tip speed and the associated noise levels will lead to increased disturbance among fish.

#### **Shipping and safety**

A monitoring obligation will be imposed when the wind farms are opened. The number and type of ships occupying the area around the wind farm and any incidents are monitored. Based on the resulting data it will be decided whether it is desirable to develop an assessment framework and a probability model for this. The behaviour and traffic flows of non-route related traffic, which in the SAMSON model is placed outside the wind farm zone, can also be monitored. Furthermore, the scenarios and impact of collisions with turbines can be further investigated and developed. For example, assumptions have been made in this EIA for the determination of personal injury. For example, it is not known what the probability is that the mast will fall on the ship, or fall away from the ship during collisions. Also with regard to the failure behaviour of wind turbines in this EIA, the findings of a study from 2000 have been used (Barentse, 2000), while wind turbines have since become considerably larger.

In addition, in the context of the continued growth of offshore wind energy, a cumulative assessment was made of shipping safety and thought was given on how to fill in the knowledge gaps and gaps identified. MARIN also conducted an assessment of shipping safety and mitigation options for the combined effect of autonomous development, and the roadmap 2023 and 2030<sup>17</sup>. A recommendation from the Directorate-General for Public Works and Water Management proposed a draft programme of monitoring and research.<sup>18</sup>

#### **Morfology in hydrology**

Further research is needed into the possible effects on stratification processes and the water movement of a large-scale (international) development of wind energy in the North Sea. The actual impact of developments on the Dutch continental shelf on the stratification processes and the water movement in the North Sea cannot be stated unequivocally.

#### **Landscape**

For the landscape aspect, no significant gaps in knowledge and information have been identified that influence the decision-making process.

#### **Other use functions**

For other use functions, no significant gaps in knowledge and information have been identified that influence the decision-making process.

#### **Electricity yield**

<sup>17</sup> Go to <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/scheepvaart/> for more information and the research itself.

It is expected that the calculations in this EIA give a good indication of the electricity yield. There are no significant gaps in knowledge or information on the aspect of energy yield and avoided emissions that influence decision-making.

### **Ecosystem research**

Within the framework of the Wozep (wind energy at sea ecological programme), an ecosystem study has been carried out.<sup>19</sup> The possible increase in scale in offshore wind for 2030 and 2050 in the southern North Sea will probably have a fundamental impact on its functioning. Large-scale generation of wind energy from the lower atmosphere can influence local wind patterns, wave generation, tidal amplitude, stratification of the water column, dynamics of suspended particles and sand transport. In addition, the infrastructure provides hard substrate, not only on the soil (erosion protection), but also provides mounting possibilities for organisms in the upper layers of the water column.

### **Conclusion**

The gaps in knowledge do not prevent a reliable assessment of the effects of a wind farm in site VI of the Hollandse Kust (west) wind farm zone. However, in the decision-making process it is important to have an insight into the uncertainties that played a role in the effect predictions. These are presented in this Section 11.

### **13. Monitoring and evaluation**

The Energy Agreement for Sustainable Development (SER agreement, September 2013) agreed to accelerate the realisation of sustainable objectives and to achieve a 40% reduction in the costs of energy production through off shore wind energy (Parliamentary Papers II 2012/13, 30 196, no. 202). For these reasons, the Ministry of Economic Affairs and the Ministry of Infrastructure and the Environment decided in 2015 to implement an integrated monitoring programme to investigate the knowledge gaps regarding the effects of offshore wind farms on the North Sea ecosystem and to achieve a further cost reduction within ecological boundaries.

This monitoring and evaluation programme, Wozep (offshore wind energy ecological programme), focuses on important ecological questions concerning the construction and operation of offshore wind farms. It is generic in nature as it does not focus on a specific wind farm, but on offshore wind farms in general.

Part of Wozep is the MEP (the monitoring and research programme). The MEP includes monitoring and research as required by the Environmental Management Act. In addition to WOZEP, the KEC instrument is also being developed (updating and implementing knowledge).

The Wozep replaces the monitoring obligation imposed separately on each wind farm. This will also lead to an increase in efficiency, which will also contribute to the cost-efficient realisation of the objectives for offshore wind energy.

<sup>19</sup> <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch/documenten-wozep-0/ecosysteemonderzoek/>

During the evaluation in the Wozep, attention is paid to the translation of the new knowledge into the KEC instrument (this can also mean checking assumptions and/or effect calculations) on the one hand, and on the other, as a translation into policy and management consequences. An example of the latter is the imposition or modification of mitigating measures. In the Wozep, the research focuses in particular on those parts that can have a cost-increasing effect and presents this in a visual way and advises the competent authorities in this regard.

#### **Current state of Wozep**

In the starting year 2016, Wozep set up a number of preparatory activities within the aforementioned themes. These included feasibility studies, possibilities for model-based approaches, preparation of measuring systems and inventories of existing knowledge and data. This takes account of what has been and is being done in the North Sea countries surrounding us.

At the end of 2016, a multi-annual monitoring and research programme was completed, which roughly outlined the research guidelines for the period 2017-2023. The choice of these guidelines is determined by an assessment of two time horizons:

- Short-term (until 2023): focusing on using the results in the planned wind farms. Central to this is the study of the assumptions made in the ecological assessment for these wind farms. In addition, the usefulness, necessity and effectiveness of the measures imposed on the wind sector to limit ecological damage will also be investigated;
- Long term (after 2023): what knowledge is needed to enable further expansion of offshore wind farms in a responsible manner, what are the expected effects of further expansion of 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 avoided to a sufficient extent, etc.?

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

The knowledge gaps in this EIA provide input for prioritising monitoring within WOZEP (for the ecological aspects, morphology and hydrology) and for monitoring of the shipping aspects.



# 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. Het Klimaatakkoord spreekt van ten minste 49 TWh productie in 2030 van windenergie op zee en sluit daarbij aan bij de routekaart windenergie op zee. In die routekaart is circa 11 gigawatt voorzien aan windparken op zee in 2030.

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

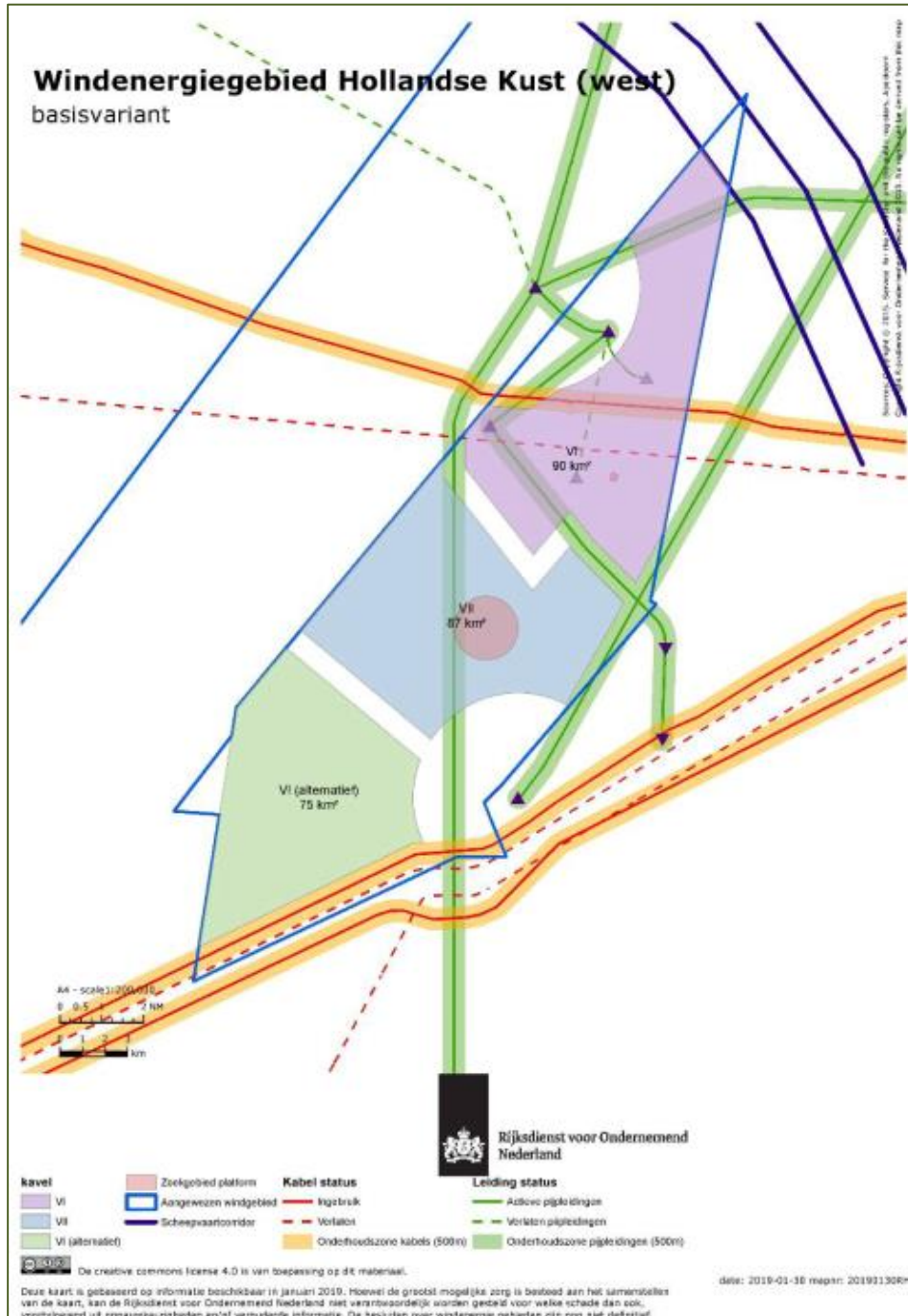
Om de doelstelling van 49 TWh in 2030 te halen, moeten de komende jaren nieuwe kavels worden vastgesteld en uitgegeven. De kavels worden vastgesteld binnen de grenzen van de gebieden die reeds als windenergiegebied zijn aangewezen in het Nationaal Waterplan. Het gaat om achtereenvolgens 1,4 GW in het gebied Hollandse Kust (west), 0,7 GW in het gebied Ten noorden van de Waddeneilanden, en circa 4 GW in het gebied IJmuiden Ver. In het kavelbesluit wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden. Na een kavelbesluit volgt het uitvaardigen van een tender. De winnaar van de tender krijgt een vergunning voor de bouw en exploitatie van het windpark. 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 van Economische Zaken en Klimaat is (in overeenstemming met de Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, de Minister van Infrastructuur en Waterstaat en de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit) initiatiefnemer voor het uitgeven van een kavel en stelt ten behoeve daarvan voor elk kavelbesluit een milieueffectrapport (MER) op.

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

Figuur 1.1 - Ligging kavel VI (tevens zijn kavel VII en een alternatief voor kavel VI weergegeven, waarover in paragraaf 3.2 meer).



Op 13 juni 2019 is in de Kennisgeving Kavelbesluit Hollandse Kust (west) VI en VII het voornemen aangekondigd tot het opstellen van dit voorliggende MER. Samen met de kennisgeving is de Conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau MER kavelbesluiten VI en VII Hollandse Kust (west) gepubliceerd (Stct 2019, 32673). 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 Hollandse Kust (west) geplaatst worden, moeten worden aangesloten op het hoogspanningsnet. TenneT draagt zorg voor deze aansluiting. Het gaat daarbij om twee platforms in het windenergiegebied Hollandse Kust (west), 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 tweetal aparte procedures inclusief milieueffectrapportage (m.e.r.) doorlopen: één voor het platform Hollandse Kust (west) Alpha (inclusief kabels en aansluiting op het hoogspanningsnet) waarop kavel VI aangesloten wordt en één voor het platform Hollandse Kust (west) Beta waarop kavel VII aangesloten wordt.

#### Tekstkader 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 Rijksstructuurvisie (1) als onderdeel van het Nationaal Waterplan windenergiegebieden aangewezen waar windparken gebouwd mogen worden.
- Binnen die windenergiegebieden wordt vervolgens voor elk windpark een kavel aangewezen. In het kavelbesluit (2a) wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden. Parallel aan de procedure van het kavelbesluit wordt onder de rijkscoördinatie-regeling (2b) het inpassingsplan en de vergunningen voor het net op zee van TenneT voorbereid. Het net op zee zorgt voor de stroomverbinding van het windpark met het landelijk hoogspanningsnet. Het bestaat uit een platform op zee, met twee onderzeese elektriciteitskabels naar de kust. Vervolgens worden de landkabels via een transformatorstation op een bestaand hoogspanningsstation aangesloten.
- Wie uiteindelijk een windpark mag bouwen, wordt bepaald in een tender.

De besluiten worden in een vaste volgorde genomen met de volgende mogelijkheden voor inspraak of beroep:

- Eerst kunt u inspreken op de Conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau die beschrijft wat er onderzocht zal worden in het MER. U kunt daarbij aangeven wat er naar uw mening in het milieueffectrapport (meer, of anders) onderzocht moet worden om tot een (ontwerp)besluit te komen.
- Als het onderzoek naar de milieueffecten is afgerond, kunt u inspreken op de ontwerpbesluiten en aangeven wat er volgens u aan veranderd zou moeten worden.
- Definitieve kavelbesluiten (2a) en de besluiten die worden genomen onder de rijkscoördinatie-regeling (2b) staan open voor beroep bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. Tegen de Rijksstructuurvisie (1) is geen beroep mogelijk.

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 3.0. <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/cumulatie/kader-ecologie/>

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

De procedure van de m.e.r. bij besluiten 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 mondt uit in een rapport, het milieueffectrapport (MER). De inhoudelijke vereisten aan een MER staan in hoofdstuk 7 van de Wet milieubeheer.

In onderdeel C, C 22.2 van de bijlage van het Besluit milieueffectrapportage staat dat windparken met meer dan 20 turbines m.e.r.-plichtig zijn. Voor het kavelbesluit is de uitgebreide m.e.r.-procedure gevolgd.

Er wordt een project-m.e.r. doorlopen voor het kavelbesluit als 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 significante effecten op Natura 2000-gebieden bij het realiseren van windparken in windenergiegebied Hollandse Kust (west) niet op voorhand zijn uit te sluiten, wordt 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 omtrent het kavelbesluit. Hiertoe bevat dit MER de volgende zaken:

- De locatieonderbouwing: geschiktheid windenergiegebied Hollandse Kust (west).
- De verkaveling van het gebied: overwegingen die ten grondslag liggen aan de verkaveling van het windenergiegebied Hollandse Kust (west).
- Inzicht in de milieueffecten van opstellingsalternatieven van windturbines binnen de kavels. Dit gebeurt door binnen een bandbreedte te variëren in posities van windturbines en eigenschappen van de turbines, zoals fundatie, ashoogte en rotordiameter.

## 1.4 Initiatiefnemer en betrokken partijen

Dit MER is opgesteld in opdracht van de Minister van Economische Zaken en Klimaat, in overeenstemming met de Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijkrelaties, de Minister van Infrastructuur en Waterstaat en de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

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 Hollandse Kust (west) 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 doorlopen.

Bij het tot stand komen van uitgifte van een kavel voor een windpark in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) zijn diverse partijen betrokken. Burgers en andere geïnteresseerden kunnen terecht op inloopavonden die voor onder andere 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](http://windopzee.nl).

De Commissie voor de m.e.r. is om advies gevraagd over de reikwijdte en het detailniveau voor dit MER. Tevens zal de Commissie voor de m.e.r. een toetsingsadvies geven over dit MER.

## 1.5 Inspraak

Deze m.e.r.-procedure kent twee momenten waarop zienswijzen kunnen worden ingediend. Eén heeft plaatsgevonden rondom de terinzagelegging van de Conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau van 14 juni 2019 tot en met 25 juli 2019. De zienswijzen heeft de Commissie voor de m.e.r. betrokken bij haar advies. 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 de kavels VI en VII in het gebied Hollandse Kust (west), inclusief de MER-en voor deze twee kavels, waarvan die voor kavel VI voorligt.

De inspraakperiodes worden bekend gemaakt door publicatie in één of meerdere dag-, nieuws- of huis-aan-huisbladen en 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 indeling van het MER ziet er als volgt uit:

Samenvatting / Summary

1. Inleiding
2. Wet- en regelgeving en beleidskader
3. Onderbouwing locatiekeuze en verkaveling Hollandse Kust (west)
4. Aanpak effectbeoordeling
5. Morfologie en hydrologie
6. Vogels en vleermuizen

7. Onderwaterleven
8. Scheepvaartveiligheid
9. Landschap
10. Overige gebruiksfuncties
11. Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies
12. Afweging

Tevens is 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 Wet windenergie op zee

Op grond van artikel 3, eerste lid, van de Wet windenergie op zee kan de minister van Economische Zaken en Klimaat, in overeenstemming met de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, de minister van Infrastructuur en Waterstaat en de minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, een kavelbesluit nemen. 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 gebieden die in het Nationaal Waterplan zijn aangewezen als voor windenergie geschikte gebieden.

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 net.

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.

### 2.1.2 Ronde 1 en 2 windparken

De eerste windturbines op de Noordzee zijn gebouwd in 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). Ze hebben een vermogen van respectievelijk 108 en 120 MW. Deze parken worden ook wel de “ronde 1-parken” genoemd. Daarnaast zijn vergunningen verstrekt voor de bouw van nieuwe windparken, de zogenaamde “ronde 2-parken”. Drie van deze parken hebben subsidie gekregen en zijn inmiddels gebouwd (Luchterduinen (voorheen Q10), Gemini I en II (ZeeEnergie en Buitengaats)). Ze hebben een vermogen van respectievelijk 129 en twee maal 300 MW.

### 2.1.3 Nationaal Waterplan

De minister van Infrastructuur en Waterstaat en de minister van Economische Zaken en Klimaat leggen samen in het nationaal waterplan de hoofdlijnen vast van (onder meer) het Noordzeebeleid en de daartoe behorende aspecten van het nationale ruimtelijke beleid. Het plan is voor de ruimtelijke aspecten tevens een structuurvisie als bedoeld in de Wet ruimtelijke ordening. In het Nationaal Waterplan kunnen de buitengrenzen van gebieden op zee aangewezen worden waar windparken gebouwd mogen worden (binnen nog uit te geven kavels).

Het Nationaal Waterplan wordt eens in de zes jaar herzien. Een tussentijdse herziening is mogelijk.

#### Nationaal Waterplan 1 (NWP1)

In het NWP1 2009-2015 en de daarbij behorende Beleidsnota Noordzee 2009-2015 zijn twee concrete windenergiegebieden aangewezen: ‘Borssele’ (344 km<sup>2</sup>) en ‘IJmuiden Ver’ (1.170 km<sup>2</sup>). De keuze voor deze gebieden is gemaakt op basis van een zo ‘conflictvrij’ mogelijke uitwerking, voor zover het de belangen voor onder andere scheepvaart, het mariene ecosysteem, olie en gas, defensie en luchtvaart betreft.

Middels de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee, een partiële herziening van het Nationaal Waterplan vanwege de aanwijzing van de gebieden Hollandse Kust en Ten Noorden van de Waddeneilanden voor het onderdeel windenergie op zee, zijn op 26 september 2014 de windenergiegebieden Hollandse Kust en Ten noorden van de Waddeneilanden definitief aangewezen (Kamerstukken I/II, 2014/15, 33 561, A/nr. 11 Herdruk).

#### Nationaal Waterplan 2 (NWP2) en Beleidsnota Noordzee 2016-2021

Voor de periode 2016-2021 is het Noordzee beleid verder uitgewerkt in het Nationaal Waterplan 2 (NWP2) en als onderdeel hiervan in de nieuwe Beleidsnota Noordzee 2016-2021. Dit plan vervangt het Nationaal Waterplan 2009-2015 inclusief alle tussentijdse wijzigingen.

Beide documenten zijn op 14 december 2015 aan de Tweede Kamer gestuurd (Kamerstukken II, 2015/16, 31 710, nr. 45).

In de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 zijn ruimtelijke uitgangspunten geformuleerd voor de inpassing van windparken op zee. Het gaat daarbij om:

- Het voortzetten van het beleid voor de reeds aangewezen windenergiegebieden Borssele, IJmuiden Ver, Hollandse Kust en Ten noorden van de Waddeneilanden.

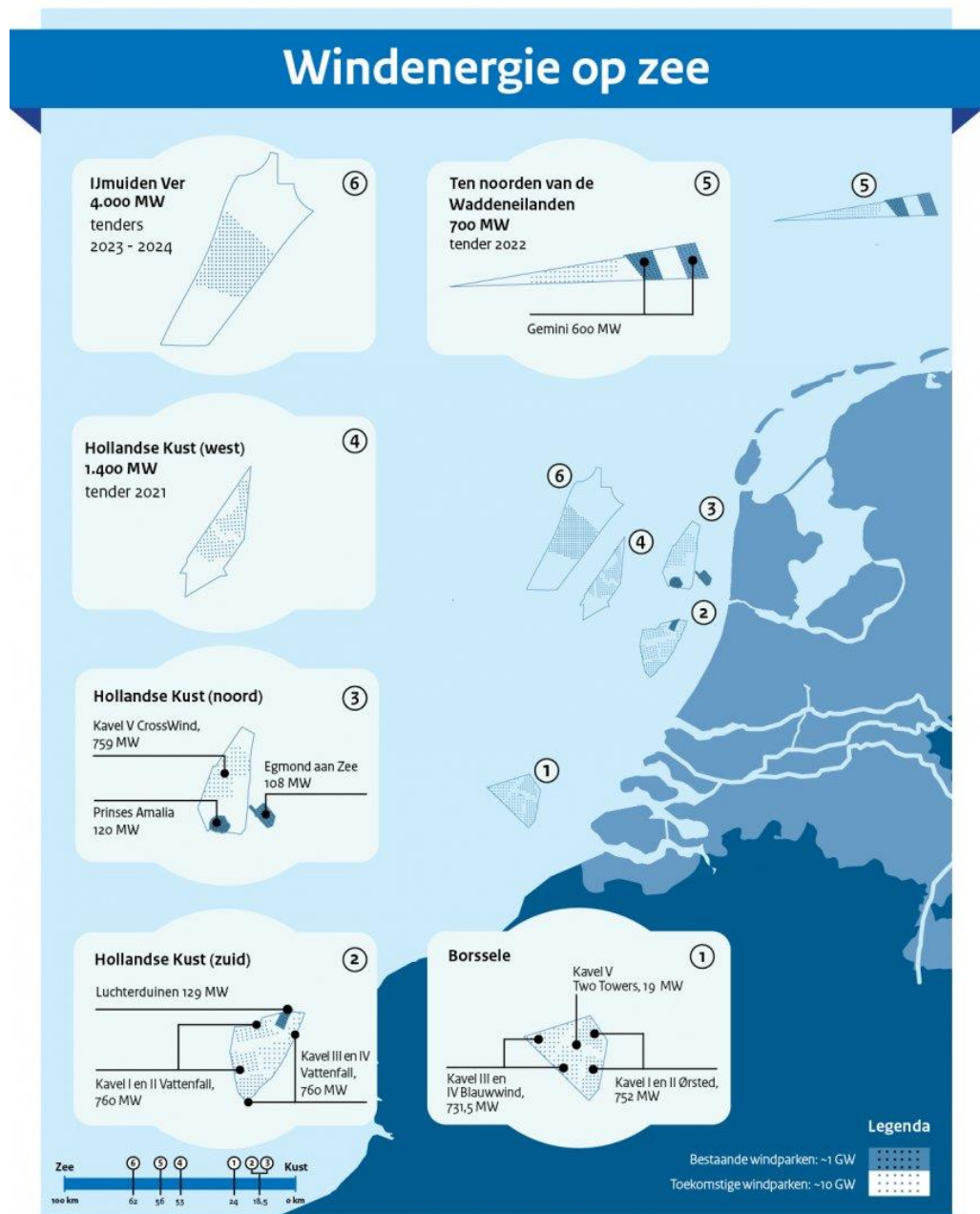


- De afstand tussen scheepvaartroutes en windparken (bij de reservering van het gebied Hollandse Kust is rekening gehouden met de in de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 aan te houden afstanden tot scheepvaartroutes);
- De afstand tussen windparken en mijnbouwplatforms met helikopterdek, mijnbouw opsporings- of winningsvergunningen en transportleidingen;
- De bestaande militaire oefengebieden op zee welke gehandhaafd blijven en waarbinnen windturbines niet zijn toegestaan;
- De aangewezen windenergiegebieden die vallen buiten de gebieden waarin zandwinning prioritair is;
- De aangewezen windenergiegebieden die vallen buiten de aangewezen Natura 2000-gebieden;
- Doorvaart en medegebruik;
- Beleving van de windparken;
- Overige aspecten als visgronden, kabels en leidingen en archeologisch en cultureel erfgoed.

Met de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust, een partiële herziening van het Nationaal Waterplan 2016-2021, is nog een strook tussen 10 en 12 nautische mijl (circa 18,5 tot 22,2 kilometer) toegevoegd aan het reeds aangewezen windenergiegebied Hollandse Kust. De reden hiervoor was dat de eerder aangewezen gebieden te klein waren voor de aanpak met standaardplatforms met een capaciteit van 700 MW per platform. Daarom heeft het kabinet Rutte II een strook tussen de 10 en 12 NM aan dit gebied toegevoegd. Deze wijziging heeft betrekking op de deelgebieden Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). Het deelgebied Hollandse Kust (west) is hiermee niet gewijzigd.

De aangewezen gebieden zijn opgenomen in Figuur 2.1.

Figuur 2.1 - Ligging windenergiegebieden conform routekaart windenergie op zee



De Noordzeestrategie 2030 en Noordzeeakkoord

Rond de Noordzee zijn veranderingen gaande op het gebied van energie, natuur en voedsel. Tot nu toe is het opstellen van een samenhangend Noordzeebeleid complex gebleken. Om tot een duurzame samenwerking tussen stakeholders en verantwoordelijke ministeries te komen, heeft de minister van Infrastructuur en Waterstaat, mede namens de ministeries van Economische Zaken en Klimaat, Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, het Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving (OFL) in oktober 2018 gevraagd een verkenning uit te voeren naar de Strategische Agenda Noordzee 2030. Naar

aanleiding van het OFL-advies dat uit de verkenning voortvloeide, heeft de minister het OFL gevraagd om een Noordzeeoverleg op te stellen met als doel het bereiken van een Noordzeeakkoord in 2019. In het akkoord zullen de deelnemers gedragen keuzes en afspraken voor beleid vaststellen die de opgaven voor energie, natuur en voedsel concreet maken en in balans brengen. Deze keuzes kunnen gevolgen hebben voor doorvaart, medegebruik en/of natuurontwikkeling in windparken en mogelijk voor de voorschriften in het kavelbesluit om de gemaakte keuzes te faciliteren. Dit mede ter concretisering van het Noordzeebeleid dat gericht is op multifunctioneel ruimtegebruik

#### 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 routekaart windenergie op zee omvat plannen voor het ontwikkelen van windparken met een totale capaciteit van ten minste 6,1 GW in de volgende windenergiegebieden:

- Hollandse Kust (west) met een vermogen van 1,4 GW, waarvan de ingebruikname zou moeten plaatsvinden in 2024-2025;
- Ten noorden van de Waddeneilanden met een vermogen van 0,7 GW, waarvan de ingebruikname staat gepland in 2026;
- IJmuiden Ver, met een vermogen van circa 4 GW het grootste windenergiegebied, waarvan de ingebruikname in de periode 2027-2030 moet plaatsvinden.

Dit betekent dat er in 2030 ongeveer 11 GW aan windvermogen op zee operationeel moet zijn. De routekaart windenergie op zee ziet er daarmee als volgt uit:

Omvang (GW)	Windenergiegebieden, kavel(s)	Tender Kavels	Jaar ingebruikname windpark
1,0	Bestaande windparken	-	-
0,7	Borssele, kavels I en II	Gerealiseerd in 2016	2020

Omvang (GW)	Windenergiegebieden, kavel(s)	Tender Kavels	Jaar ingebruikname windpark
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
0,7	Hollandse Kust (zuid), kavels III en IV	Eerste kwartaal 2019	2023
0,7	Hollandse Kust (noord), kavel V	Eerste kwartaal 2020	2024
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VI	Tweede kwartaal 2021	2025 t/m 2026
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VII		2025 t/m 2026
0,7	Ten noorden van de Waddeneilanden, kavel I	Vierde kwartaal 2022	2027
1,0	IJmuiden Ver, kavel I	Vierde kwartaal 2023	2028
1,0	IJmuiden Ver, kavel II		2028
1,0	IJmuiden Ver, kavel III	Vierde kwartaal 2024	2029
1,0	IJmuiden Ver, kavel IV		2029

De minister van Economische Zaken en Klimaat heeft in april 2019 in een brief de Tweede Kamer geïnformeerd over de voortgang van de voorbereidingen van de verdere uitrol van windenergie op zee conform de routekaart windenergie op zee<sup>1</sup>. Er is een verkenning verricht naar de mogelijke grenzen van de toekomstige kavels voor windparken in de gebieden Hollandse Kust (west), Ten noorden van de Waddeneilanden en IJmuiden Ver. De grenzen van de kavels worden onder andere afgestemd op (toekomstige) kabels en leidingen, mijnbouwactiviteiten, natuurgebieden, scheepvaart en de voorziene netten op zee die nodig zijn om de energie naar land te brengen. De minister overweegt na overleg met de visserijsector, de windenergiesector en mijnbouwbedrijven een compacte vormgeving van de windparken, die meer ruimte overlaat voor andere activiteiten op de Noordzee.

## 2.2 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 Mijnbouwwet en de Ontgrondingenwet. Voor kavel VI geldt dat deze geheel buiten de Nederlandse territoriale zee is gelegen, maar binnen de EEZ.

### 2.2.1 Kader Ecologie en Cumulatie (KEC)

Ecologie is een belangrijk onderwerp in de belangenafweging bij het realiseren van windparken op zee. Volgens het Nationaal Waterplan 2016-2021 en bijbehorende Beleidsnota Noordzee 2016-2021 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

<sup>1</sup> Kamerstukken II 2018/19, 33 561, nr. 48.

is in 2019 (versie 3.0) op basis van de laatste inzichten herzien<sup>2</sup>. In de eerdergenoemde Kamerbrief van april 2019 schrijft de minister van Economische Zaken en Klimaat dat de ecologische gevolgen van de windparken die conform de routekaart windenergie op zee na 2024 worden ontwikkeld zijn onderzocht en - inclusief mitigerende maatregelen - zijn opgenomen in het KEC. Volgens de minister laat het KEC zien dat de te verwachten effecten van windparken op de natuur na mitigatie geringer zijn dan voorheen werd gedacht. De routekaart windenergie op zee is binnen de grenzen van de Wet natuurbescherming te realiseren.

### 2.2.2 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. Kavels worden 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. Uiteraard worden de besluitvormingsprocessen voor windkavels en het net op zee wel zo goed mogelijk op elkaar afgestemd.

In de routekaart windenergie op zee wordt als argument om te beginnen met het gebied Hollandse Kust (west) genoemd dat de mogelijkheid bestaat om het tracé van de netaansluiting Hollandse Kust (west Alpha) gedeeltelijk te combineren met het kabeltracé van het windkavel in Hollandse Kust (noord). Dit biedt mogelijkheden voor duurzaam en beperkt ruimtegebruik van de infrastructuur voor beide windparken op zowel zee als land. Ook kan daarmee tijdswinst geboekt worden in de vergunningprocedures voor Hollandse Kust (west) en wordt de omgeving zo min mogelijk belast met de aanlegwerkzaamheden.

Bovenstaande brengt met zich mee dat de besluitvorming van het net op zee voor kavel VI van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) deels parallel loopt aan de besluitvorming voor het kavelbesluit voor Hollandse Kust (noord). Het inpassingsplan en de vergunningen voor het net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) zijn reeds in procedure onder de rijkscoördinatieprocedure.

Parallel aan de procedures voor de m.e.r. voor de kavelbesluiten voor kavel VI en kavel VII Hollandse Kust (west) loopt de procedure voor het 'net op zee Hollandse Kust (west Beta)'. Dit net op zee zal het windpark in kavel VII in Hollandse Kust (west) verbinden met het hoogspanningsnet op land. Ten behoeve van het inpassingsplan en de vergunningen voor het net op zee Hollandse Kust (west Beta), wordt een MER opgesteld en de rijkscoördinatieprocedure doorlopen. In de eerdergenoemde Kamerbrief van april 2019 schrijft de minister van Economische Zaken en Klimaat dat naast de netten op zee Hollandse Kust (west Alpha) en Hollandse Kust (noord) ook het net op zee Hollandse Kust (west Beta) wordt aangesloten op het hoogspanningsstation te Beverwijk.

<sup>2</sup> Zie [www.noordzeeloket.nl/functies-en-gebruik/windenergie/ecologie](http://www.noordzeeloket.nl/functies-en-gebruik/windenergie/ecologie).

## 2.3 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.

### 2.3.1 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 Waterbesluit<sup>3</sup>. 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 indicatoren<sup>4</sup>.

De eerste twee stappen zijn respectievelijk in 2012 en 2014 vastgelegd; de derde stap – het KRM-programma van maatregelen – is in de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 samengevat en is als bijlage 5 bij het Nationaal Waterplan gevoegd. De maatregelen uit het programma moeten leiden tot de goede milieutoestand in 2020. 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. Een aanvullende beleidsinspanning is nodig voor de bescherming van het bodemecosysteem van het Friese Front en de Centrale Oestergronden en het terugdringen van zwerfvuil op zee ('plastic soup', waaronder ook microplastics).

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 ruimtelijk 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.

<sup>3</sup> Stb. 2010, 330

<sup>4</sup> Stand van zaken, zie Kamerstukken II, 2013/14, 33 450, nr. 22

### 2.3.2 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.

### 2.3.3 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.

#### **2.3.4 Bats-agreement (1994)**

De bats-agreement<sup>5</sup> heeft als doel om de in Europa voorkomende vleermuizen te beschermen. De bats-agreement vloeit voort uit de Bonn-conventie<sup>6</sup> 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 eerdere kavelbesluiten is 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.

#### **2.3.5 Wadden Sea Seals (1990)**

Wadden Sea Seals<sup>7</sup> 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 eerdere kavelbesluiten is 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.

<sup>5</sup> Agreement on the Conservation of Populations of European Bats

<sup>6</sup> Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals

<sup>7</sup> Agreement for the Conservation of Seals in the Wadden Sea



### 3 ONDERBOUWING LOCATIEKEUZE EN VERKAVELING HOLLANDSE KUST (WEST)

#### 3.1 Locatiekeuze windenergiegebied Hollandse Kust (west)

In het Nationaal Waterplan zijn gebieden aangewezen als windenergiegebied. Daarbij is er voor gekozen om alleen de contouren van de gebieden aan te geven en geen invulling in de vorm van concrete windparken te geven.

In het kader van onder meer de Energieagenda is in de routekaart windenergie op zee een nadere invulling en planning gegeven voor de uitgifte van windenergie voor de periode 2024-2030 (zie paragraaf 2.1.4). De keuze om Hollandse Kust (west) in het kader van de routekaart windenergie op zee als eerste uit te geven, is gemaakt op basis van (onder meer) kosten en netinpassing. Het gebied is minder ver van de kust gelegen en daardoor minder kostbaar voor de ontwikkeling dan de windenergiegebieden IJmuiden Ver en Ten noorden van de Waddeneilanden. De aansluiting op het hoogspanningsnet op land lijkt goed te realiseren met diverse hoogspanningsstations in het westen van Nederland. Zoals reeds beschreven bestaat de mogelijkheid om het tracé van de netaansluiting gedeeltelijk te combineren met het tracé van het windpark in Hollandse Kust (noord). Dit beperkt het ruimtegebruik van de infrastructuur voor beide windparken op zowel zee als land. Ook wordt daarmee tijdwinst geboekt in de besluitvormingsprocedures voor Hollandse Kust (west) en wordt de omgeving zo min mogelijk belast met de aanlegwerkzaamheden

##### Onderzoek naar de locatiekeuze

In de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee is nagegaan of windenergiegebied Hollandse Kust (west) geschikt is voor de realisatie van windenergie. In deze structuurvisie en bijbehorend plan-MER<sup>8</sup> zijn de effecten van windenergie in het gebied Hollandse Kust (west) op een geaggregeerd niveau onderzocht op de aspecten ecologie, scheepvaartveiligheid, overige gebruiksfuncties (olie en gas, visserij, zandwinning etc.), geologie en hydrologie, landschap (zichtbaarheid), economie en recreatie(vaart), cultuurhistorie en archeologie. Hierbij is ook gekeken naar de geschiktheid in vergelijking met de overige voor windenergie aangewezen gebieden (IJmuiden Ver, Ten noorden van de Waddeneilanden, Borssele). Windenergiegebied Hollandse Kust (west) is geschikt bevonden.

In de MER-en voor de kavels van windenergiegebied Borssele en voor de kavels I en II van Hollandse Kust (zuid)<sup>9</sup> 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 vormen aandachtspunten voor het vervolg van dit MER.

- Ecologie

<sup>8</sup> Milieueffectrapport Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Hollandse Kust, PlanMER voor de tussentijdse herziening van het Nationaal Waterplan voor het onderdeel windenergie op zee, Royal HaskoningDHV, 2014

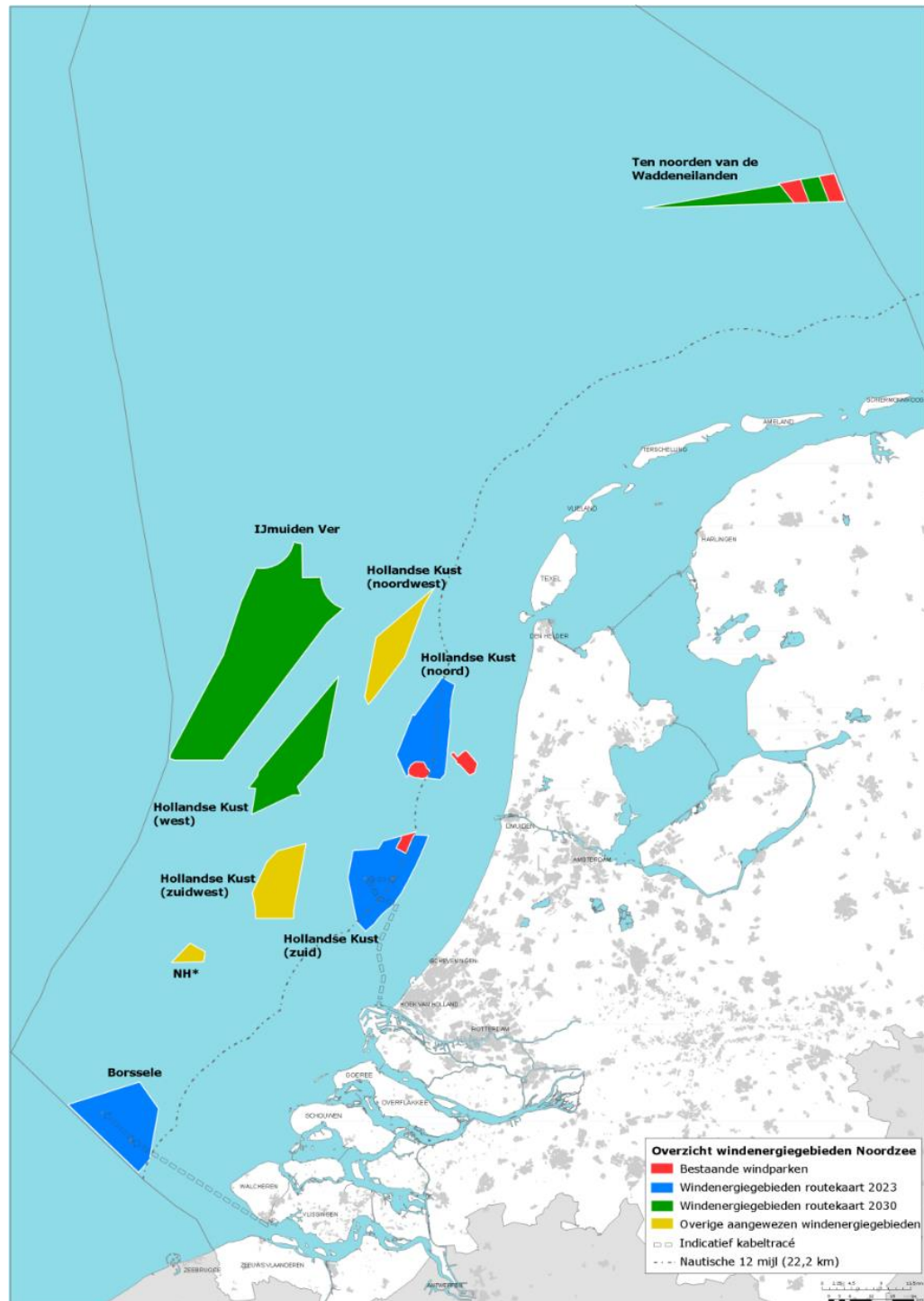
<sup>9</sup> Milieueffectrapport kavelbesluit Borssele kavel I, 12 juni 2015; Milieueffectrapport kavelbesluit Borssele kavel II, 12 juni 2015; Milieueffectrapport kavelbesluit Borssele kavel III en innovatiekavel (kavel V), 13 november 2015; Milieueffectrapport kavelbesluit Borssele kavel IV, 13 november 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>.

- 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 zeehonden) 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.
- Landschap
  - De windparken in de gebieden Borssele en Hollandse Kust kunnen bij goed weer deels zichtbaar zijn vanaf de kust.
- 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 gaswinning (exploratie, winning of gebruik van platforms) een aandachtspunt zijn voor de ontwikkeling van de windenergiegebieden.
  - 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
  - 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.

In de routekaart windenergie op zee is een keuze gemaakt om in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) twee windparken van 700 MW te realiseren in 2024/2025. De gebieden die in de volgende figuur in geel zijn weergegeven zijn aangewezen voor windenergie in de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee, partiële herziening van het Nationaal Waterplan (Kamerstukken I/II, 2014/15, 33 561, A/nr. 11 Herdruk), maar worden vooralsnog niet voorzien in de routekaart windenergie op zee. De redenen hiervoor zijn als volgt<sup>10</sup>:

- De gebieden Hollandse Kust (noordwest) en Hollandse Kust (zuidwest) zijn niet in de routekaart windenergie op zee opgenomen, omdat in deze gebieden de belangen van de aanwezige mijnbouw moeilijk te verenigen zijn met windturbines. Ook zijn dit relatief waardevolle visgebieden;
- Het zuidelijke (kleinere) deel (Windenergiegebied ten noorden van de scheepvaartkruising North Hinder) is dusdanig van omvang, dat er onvoldoende ruimte is voor windenergie om gebruik te kunnen maken van een standaard aansluiting van TenneT van 700 (of maximaal 760) MW, hetgeen het gebied relatief duur maakt om te ontsluiten.

<sup>10</sup> Zie ook de kamerbrief over de routekaart windenergie op zee (Kamerstukken II, 2017/18, 33 561, nr. 42)



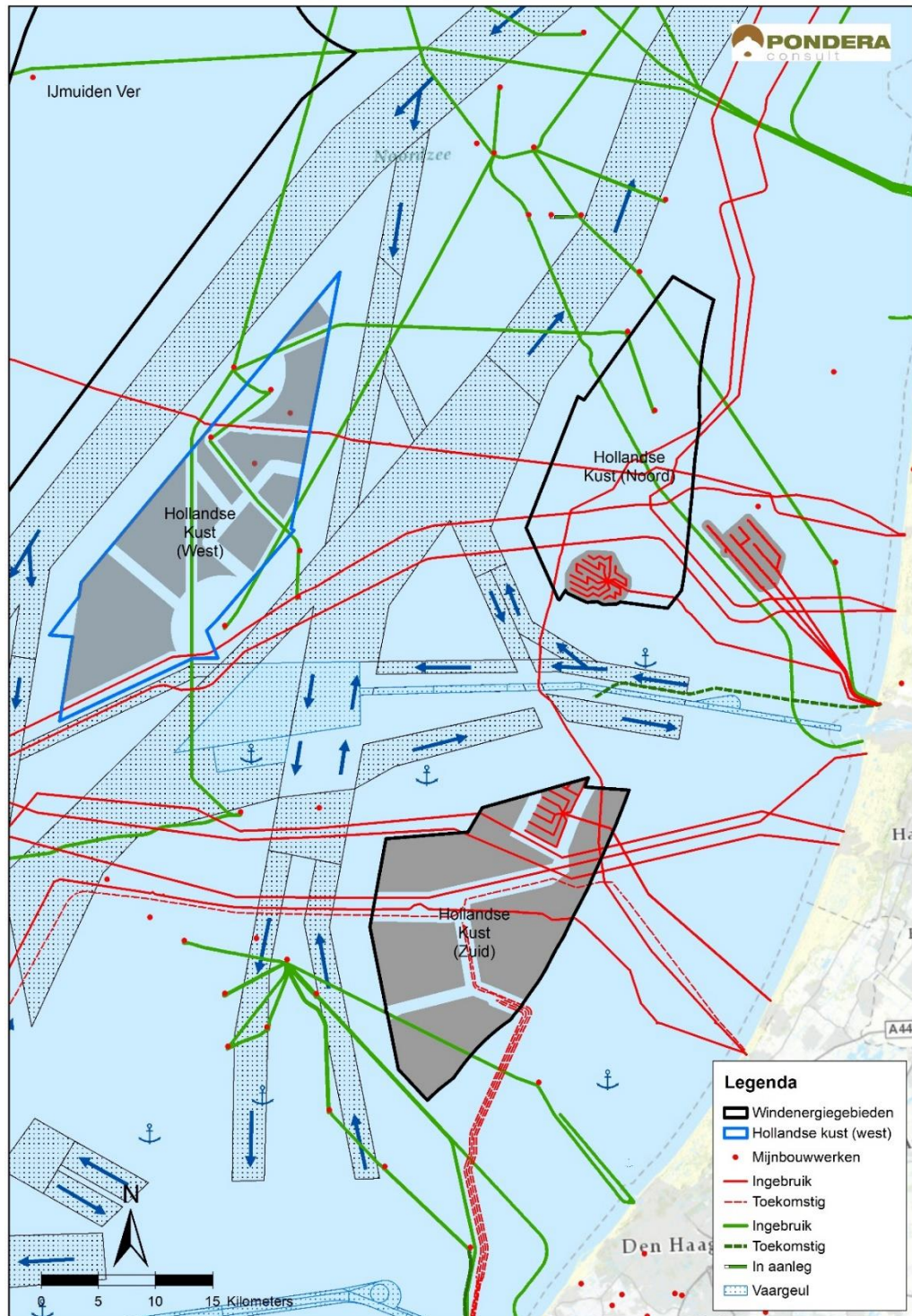
\* Windenergiegebied ten noorden van de scheepvaartkruising North Hinder

Uiteraard zal het verder in dit MER gaan over de nadere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (west) voor windenergie. Dit wordt gedaan door in dit MER in te gaan op de voorkeursverkaveling voor kavel VI én een alternatieve ligging van kavel VI aan de zuidzijde van het windenergiegebied.

### **3.2 Ligging en beschrijving van windenergiegebied Hollandse Kust (west)**

Het aangewezen windenergiegebied Hollandse Kust (west) ligt in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ). Het gebied ligt op ongeveer 51 kilometer van de kust (ca. 27,5 nautische mijl) bij Petten en beslaat in totaal 349 km<sup>2</sup> (figuur 3.1).

Figuur 3.1 Ligging windenergiegebied Hollandse Kust (west)



Bron: Pondera Consult

#### Kabels en leidingen

Diverse (in gebruik zijnde) telecomkabels en buisleidingen kruisen het gebied Hollandse Kust (west) (zie figuur 3.2):

- Pangea segment 2 (telecomkabel);
- buisleiding (olie) van Petrogas E&P LLC;
- diverse buisleidingen (gas, glycol) van Wintershall B.V.

Daarnaast lopen kabels en buisleidingen door het gebied die verlaten zijn, zoals UK-NL10 en UK-NL14 (telecomkabels), REMBRANDT-1 (telecomkabel) en diverse buisleidingen van Wintershall BV. Net buiten het gebied zijn nog meer kabels en leidingen gelegen.

In kavel VI wordt rekening gehouden met een afstand van 500 meter aan weerszijde van de bestaande kabels of leidingen. Plaatsing van windturbines dient geheel binnen de kavel te gebeuren (inclusief de turbinebladen, er is dus geen overdraai buiten het gebied mogelijk).

Figuur 3.2 Kabels en leidingen in windenergiegebied Hollandse Kust (west)



Bron: Pondera Consult

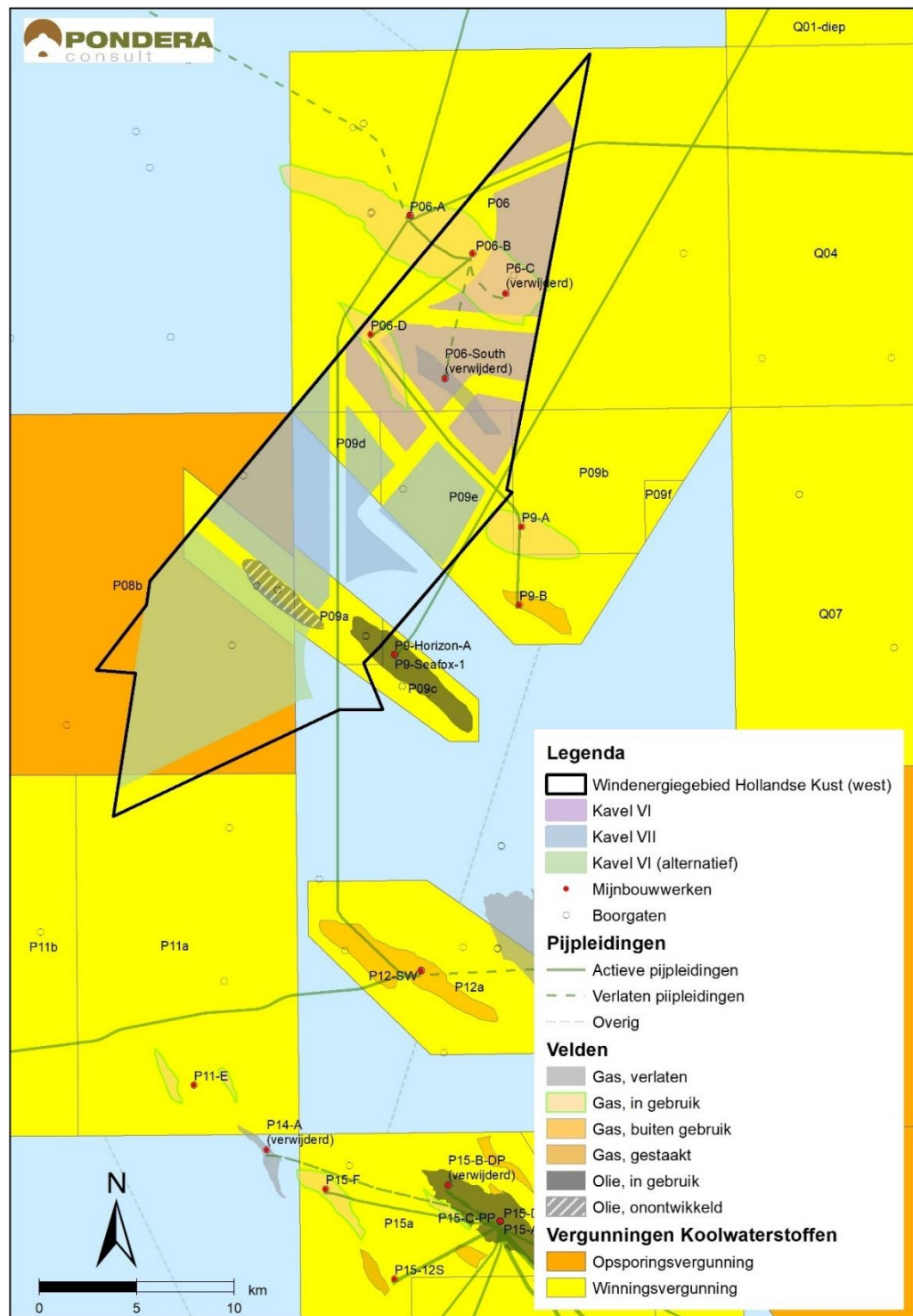
#### Overige functies

In het windenergiegebied Hollandse Kust (west) vindt visserij plaats. Het gebied ligt ingeklemd tussen intensief bevaren scheepvaartroutes die onderdeel zijn van het verkeersscheidingsstelsel Noordzee. Het gebied is voorts van belang voor de oost-west-bereikbaarheid van Nederlandse havens en voor veerbootdiensten tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk.

Voor (delen van) het gebied zijn opsporings- en winningsvergunningen voor delfstoffen afgegeven (zie figuur 3.3).



Figuur 3.3 Olie- en gasvelden in windenergiegebied Hollandse Kust (west)



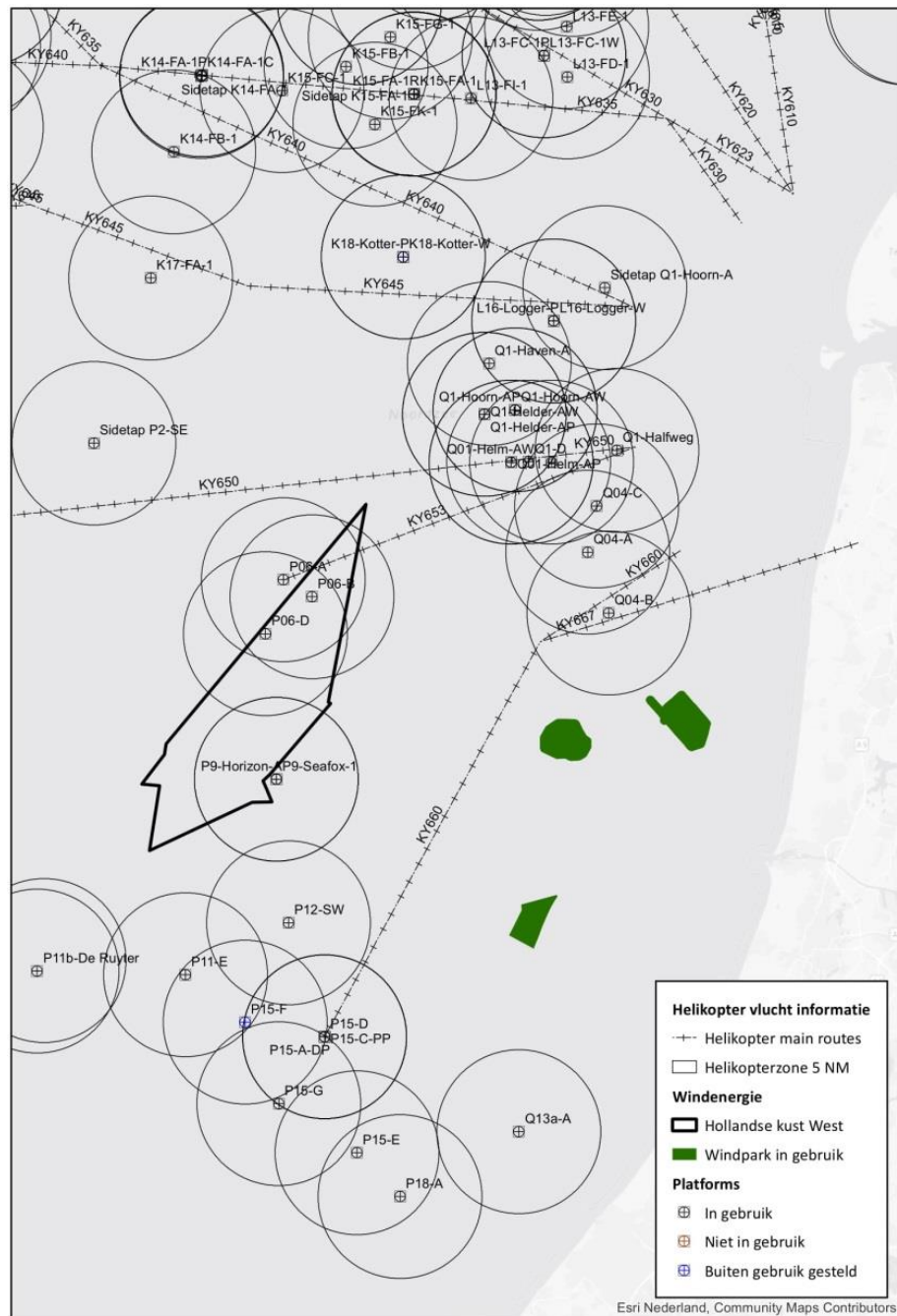
Bron: Pondera Consult

Ook zijn in het gebied installaties (platforms) voor de gaswinning gesitueerd (P06-B en P06-D). In de omgeving, net buiten het gebied, liggen voorts de productieplatforms P06-A (ten

noordwesten van het gebied) en P09-Horizon-A (ten zuidoosten van het gebied). Op het laatstgenoemde platform na, worden de activiteiten op de genoemde platforms naar verwachting in 2022 beëindigd. De locaties van de platforms zijn te vinden in figuur 3.4.

Mede door de aanwezigheid van genoemde platforms zijn in en nabij het gebied 'helicopter main routes' en helikopter veiligheidszones aanwezig (zie figuur 3.4). Een helicopter main route (HMR) is een luchtverkeersroute waar civiele helikopters opereren op een geregelde basis, voornamelijk van en naar olie- en gasplatforms. Onder de helicopter main routes in en nabij het gebied bevindt zich KY650, een doorgaande route richting (de EEZ van) het Verenigd Koninkrijk en KY653 die door het noordelijke deel van het windenergiegebied loopt.

Figuur 3.4 Ligging mijnbouwplatforms en Helicopter Main Routes



Effect van/op nabijgelegen windparken

Ten oosten van Hollandse Kust (west) liggen de bestaande windparken Prinses Amaliawindpark en Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) op een afstand van respectievelijk ongeveer 31 en 42 kilometer. De vergunning voor OWEZ loopt tot 2026 en zal daarna verwijderd moeten worden. Voor 2024 verrijst nog een windpark ter plaatse van kavel V van het windgebied

Hollandse Kust (noord). Ten zuidoosten van het windenergiegebied ligt het bestaande windpark Luchterduinen. Voor 2024 worden even ten zuiden van Luchterduinen nog vier windparken ontwikkeld ter plaatse van de kavels I t/m IV van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Volgens de routekaart windenergie op zee worden later nog kavelbesluiten voor het windenergiegebied IJmuiden Ver in procedure gebracht. Deze liggen ten (noord-)westen van Hollandse Kust (west).

Hoofdstuk 11 gaat in op de effecten op de elektriciteitsopbrengst als gevolg van windafvang en turbulentie van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) op andere windparken en vice versa.

#### Bodemopbouw en bathymetrie

De waterdiepte van windenergiegebied Hollandse Kust (west) varieert van 21 tot 33 meter (lowest astronomical tide - LAT). De waterdiepte varieert van 21 tot 33 meter (lowest astronomical tide - LAT). De zeebodem wordt gekenmerkt door een betrekkelijk hoge dynamiek met continue zandtransport. Er liggen zandbanken en -golven in het gebied. Migratiesnelheden variëren doorgaans van 0 tot 1 meter per jaar voor zandbanken en 1 tot 10 meter voor zandgolven. De zeebodem bestaat hoofdzakelijk uit fijn tot gemiddeld grof zand met een korreldiameter tussen de 150 en 350  $\mu\text{m}$ .<sup>11</sup>

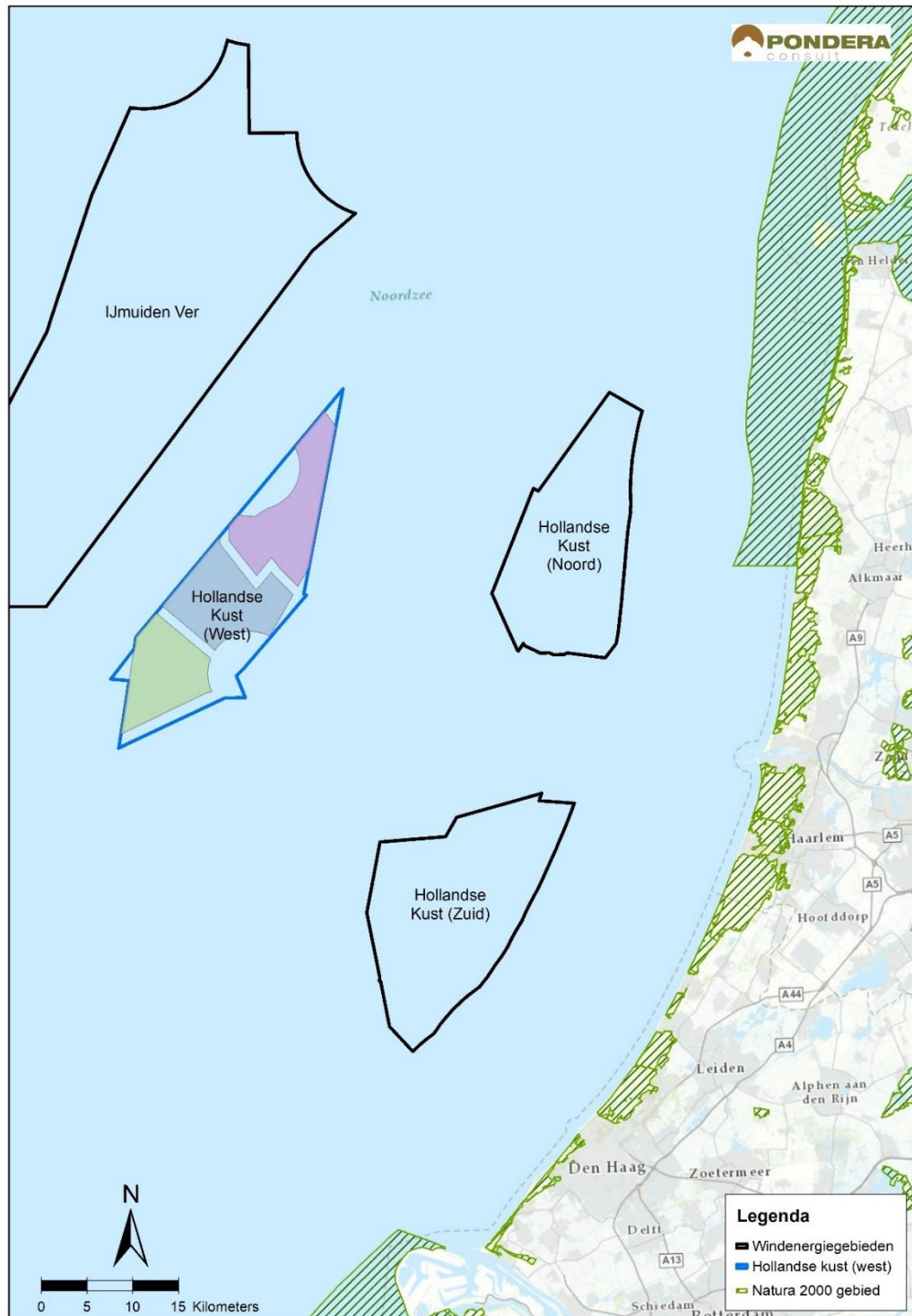
#### Natura 2000

Het dichtst bijgelegen Natura 2000-gebied, de Noordzeekustzone, is gelegen op circa 45 kilometer afstand. De afstand tot andere mogelijk relevante Natura 2000-gebieden als Voordelta, Oosterschelde, Vlakte van de Raan, Westerschelde en Saeftinghe, Duinen en Lage Land Texel, Waddenzee, Duinen Vlieland en Friese Front is ten minste 65 kilometer. De Klaverbank en Doggersbank liggen op respectievelijk circa 115 en 185 kilometer. Het mogelijk aan te wijzen Natura 2000-gebied De Bruine Bank ligt aan de westzijde van het windenergiegebied Hollandse Kust (west). De Bruine Bank is een gebied met grote dichtheden en aantallen zeekoeten en alken en verdient om die reden ook aandacht in het MER. Omdat het (nog) niet als Natura 2000-gebied is aangewezen<sup>12</sup>, is geen precieze begrenzing of afstand tot de Bruine Bank aan te geven.

<sup>11</sup> RvO, 2018, Geological Desk Study Hollandse Kust (west) Wind Farm Zone, WOZ2180087.

<sup>12</sup> In het KEC is ervan uitgegaan dat de Bruine Bank voor 2023 wordt aangewezen. Daarom is de Bruine Bank in het KEC betrokken alsof het al aangewezen is.

Figuur 3.5 Ligging Natura 2000-gebieden ten opzichte van windenergiegebied Hollandse Kust (west)



Bron: Pondera Consult

### 3.3 Ligging kavel binnen windenergiegebied Hollandse Kust (west)

#### 3.3.1 Benodigde capaciteit

Vanwege de capaciteit van de beoogde platforms op zee van TenneT van elk circa 700 MW en de totaal beschikbare oppervlakte (349 km<sup>2</sup>), en gelet op een optimale benutting van de capaciteit van de te realiseren aansluitingen (net op zee), is het voorstel om het gebied te verkavelen in twee deelgebieden met elk een platform op zee en aansluiting op het hoogspanningsnet op het land. De deelgebieden bieden op deze wijze elk ruimte voor maximaal 760 MW<sup>13</sup>.

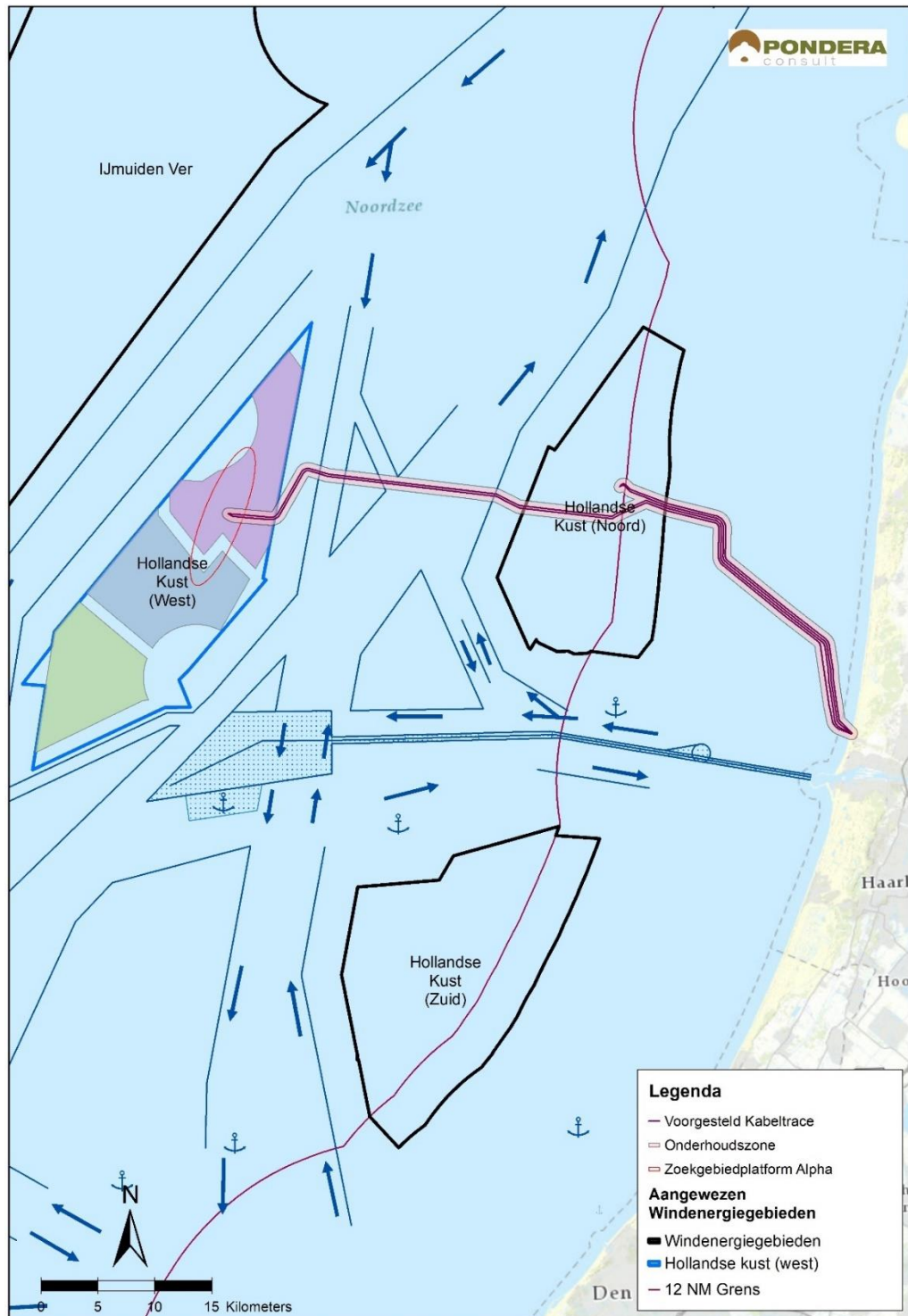
#### 3.3.2 Samenhang met Net op zee

De kavelindeling van het gebied Hollandse Kust (west) wordt ontworpen in samenhang met het net op zee. De verkaveling ontstaat in eerste instantie aan de hand van het in kaart brengen van belemmeringen die plaatsing van windturbines onmogelijk maken, zoals de aanwezige kabels en leidingen in het gebied. Vervolgens wordt op basis van een zo kort mogelijk tracé van de kabels tussen turbines en het platform (inter-array kabels) gekomen worden tot een kavelindeling.

In de beleidsnota Noordzee 2016-2021 staat het beleid geformuleerd voor de Noordzee, waaronder de visie, opgave en beleid voor kabels en leidingen op de bodem van de Noordzee. Bij kabels en leidingen wordt gekeken of een tracé mogelijk is waarbij de nieuwe kabels en leidingen worden gebundeld met bestaande kabels en leidingen. Voor kavel VI is gekozen om te bundelen met de kabels van kavel V van windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Vanuit de oostkant van kavel VI wordt een zo kort mogelijke route naar kavel V gevolgd. Figuur 3.6 toont de locatie van het voorkeurstracé in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Voor dit tracé zijn, parallel aan deze m.e.r.-procedure voor kavel VI, tracés naar Beverwijk onderzocht op (milieu)effecten. Derhalve wordt hier verwezen naar de volgende website voor meer informatie over die m.e.r.-procedure: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/noz-hollandse-kust-noord>.

<sup>13</sup> Vanuit het oogpunt van kostenefficiëntie kan het voordelig zijn om meer dan het minimale nominale vermogen op te stellen. Immers het windpark zal lang niet altijd op vol vermogen draaien, waardoor de transportcapaciteit van het net op zee meestal maar ten dele wordt benut. Door meer windvermogen op te stellen ('overplanting') dan het nominale vermogen van het kavelbesluit kunnen de kosten per hoeveelheid elektriciteit (kWh) afnemen. Zie paragraaf 3.6 in <https://www.rvo.nl/file/ontwikkelkader-windenergie-op-zee-september-2018>.

Figuur 3.6 Voorgesteld kabeltracé van platform Alpha kavel VI



Bron: Pondera Consult

### 3.3.3 Doorvaart en medegebruik

De in het NWP2 opgenomen beleidskeuze voor het openstellen van het windpark voor doorvaart en medegebruik voor schepen tot 24 meter betekent dat recreatievaartuigen (en bepaalde vormen van (sport)visserij), door het windpark in kavel VI heen mogen varen en er mogen verblijven en (hengel)vissen onder voorwaarden. Vanaf 1 mei 2018 zijn ook drie bestaande windparken voor de Nederlandse kust onder voorwaarden toegankelijk voor schepen met een lengte over alles tot 24 meter. Het betreft het Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ), Prinses Amalia Windpark (PAWP) voor de kust van IJmuiden en windpark Luchterduinen (LUD) voor de kust van Noordwijk. De Gemini-windparken Buitengaats en ZeeEnergie ten noorden van de Wadden blijven gesloten gebied. Gelet op het beleidsuitgangspunt van meervoudig ruimtegebruik en het beginsel van vrije doorvaart op zee, wordt doorvaart en medegebruik geëvalueerd en behoort een wijziging van de regels tot de beleidsopties. Te denken valt aan het mogelijk maken van doorvaart voor schepen tot 45 meter. Dit wordt in dit MER nader op effecten onderzocht.

### 3.3.4 Kavelgrenzen

Ruimte in windenergiegebied Hollandse Kust (west)

ECN (Energieonderzoek Centrum Nederland) heeft onderzoek gedaan naar de mogelijke vermogensdichtheid van windparken. Uit dit onderzoek en aanvullende berekeningen blijkt dat het gebruik van de gehele oppervlakte van gebied Hollandse Kust (west) niet per sé nodig is voor het plaatsen van windturbines met een gecombineerde capaciteit van ca. 1,4 GW<sup>14</sup>. Er is ruimte voor drie kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (west).

Voorkeursverkaveling

Op basis van een eerste verkenning is een voorkeursverkaveling en een verkavelingsalternatief vastgesteld. De grenzen van de kavels uit de voorkeursverkaveling worden vastgelegd in een voorbereidingsbesluit op grond van artikel 9 van de Wet windenergie op zee.

De voorkeursverkaveling is weergegeven in figuur 3.7. Kavel VI heeft in de voorkeursverkaveling een bruto-oppervlakte van 90 km<sup>2</sup> en is gesitueerd in het noorden van het gebied Hollandse Kust (west). Het TenneT-platform Hollandse Kust (west Alpha) wordt geplaatst in het zuidoosten van kavel VI. Kavel VII ligt in de voorkeursverkaveling centraal in het gebied Hollandse Kust (west) en heeft een bruto-oppervlakte van 87 km<sup>2</sup>. Er is een zoekgebied voor het TenneT-platform Beta ten oosten van het middelpunt van kavel VII.

Van het totaaloppervlak van windenergiegebied Hollandse Kust (west) van 349 km<sup>2</sup> wordt ruimte gereserveerd voor:

1. Aanwezige kabels en leidingen in het windenergiegebied en een zone van 500 meter daaromheen;

<sup>14</sup> ECN, 2018, Optimal wind farm power density analysis for future offshore wind farms, ECN-E--18-025. De studie 'Study into levelised Cost of Energy of variants for wind farm site boundaries of Hollandse Kust (west), Ten Noorden van de Waddeneilanden and IJmuiden Ver' heeft dit, aangevuld met memo's over de 'Levelized Cost of Energy of variant 8.2 for Hollandse Kust (west)' en 'Wake effects of three modified versions of TNW variant 2' in kaart gebracht. Studies zijn te vinden via <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/windparken/woz-kavels-2024-2030>



2. Platform west Alpha van TenneT (en een zone van 500 meter daaromheen) voor de verbinding naar het vaste land voor kavel VI;
3. Platform west Beta van TenneT (en een zone van 500 meter daaromheen) voor de verbinding naar het vaste land voor kavel VII;
4. Toekomstige kabels van platform Alpha van TenneT naar land (500 meter onderhoudszone aan weerszijde en tussenafstand tussen de twee kabels van 200 meter is in totaal 1.200 meter breed);
5. Toekomstige kabels van platform Beta van TenneT naar land (500 meter onderhoudszone aan weerszijde en tussenafstand tussen de twee kabels van 200 meter is in totaal 1.200 meter breed);
6. Een verbinding tussen platform Beta en Alpha (500 meter onderhoudszone aan weerszijde, dus 1.000 meter breed in totaal);
7. Een veilige afstand tot mijnbouwlocaties;
8. Een veilige afstand tot de vaarroute van de ferry tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk (noordelijke punt van het windenergiegebied);
9. Een duidelijker grens van het gebied aan de zuidwestzijde voor scheepvaart (een punt van het gebied wordt niet benut);
10. Een veiligheidszone van 1.000 meter tussen de onderlinge kavels.

De exacte ligging van platform Beta en de toekomstige kabels vanaf dit platform zijn afkomstig van TenneT, maar zijn ten tijde van het opstellen van dit MER nog niet definitief. Geringe wijzigingen in de ligging van het platform en/of de kabels (in ordegrrootte van enkele honderden meters) leidt voor dit MER naar verwachting niet direct tot een andere effectbeoordeling, maar de ligging van de grenzen van kavel VII kunnen wel wat anders worden, doordat het platform Beta en de kabels vanaf dit platform in kavel VII zijn gelegen. Met name de coördinaten die in bijlage 3 zijn opgenomen kunnen dan wijzigen. Zie verder ook paragraaf 3.5.

**Figuur 3.7 Voorkeursverkaveling van windenergiegebied Hollandse Kust (west) met voor kavel VI een zuidelijk verkavelingsalternatief**



Bron: Pondera Consult

Het meest zuidelijke deel van het gebied Hollandse Kust (west), daar waar “VI (alternatief) 75 km<sup>2</sup>” in de vorige figuur staat, wordt in de voorkeursverkaveling vrijgehouden, evenals de meest noordelijke punt. Om ander (bestaand) gebruik van het gebied zoals visserij en scheepvaart vooralsnog zo min mogelijk te beperken, is gekozen voor het niet benutten van een (aaneengesloten) gebied in het zuiden. Ook vanuit het oogpunt van helikopterbereikbaarheid is het vanwege de ligging van het platform P09-Horizon-A gunstiger om de zuidelijke punt niet in te vullen. Daarnaast is het voorstelbaar dat op langere termijn meer behoefte ontstaat aan windenergie op zee dan waar de routekaart windenergie op zee vanuit gaat en dan is het raadzaam om één wat groter gebied vrij te houden hiervoor, in plaats van meerdere kleinere gebieden. Dit omdat een aaneengesloten gebied efficiënter is voor de aanleg van een windpark dan meerdere kleinere gebieden. Dat is de reden dat één aaneengesloten gebied in het zuiden van het windenergiegebied wordt vrijgehouden.

Met de ‘noordelijke invulling’ van het gebied Hollandse Kust (west) en de plaatsing van platform west Alpha in het zuidoosten van kavel VI, kan het kabeltracé van Hollandse Kust (west Alpha) op efficiënte wijze aansluiten bij het tracé van Hollandse Kust (noord) als beschreven in paragraaf 2.2.2, terwijl de lengte van de inter-array-kabels beperkt blijft. Voor kavel VII is de exacte locatie van het TenneT-platform (west Beta) nog niet bepaald.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Zoals beschreven in paragraaf 1.2 wordt voor dit net op zee een aparte rijkscoördinatieprocedure gevolgd, inclusief een apart te doorlopen m.e.r.-procedure. In de beleidsnota Noordzee 2016-2021 is het beleid geformuleerd voor onder meer zandwinning in en kabels en leidingen op de bodem van de Noordzee. Bij kabels en leidingen wordt achtereenvolgens gekeken of 1) een tracé mogelijk is waarbij de nieuwe kabels en leidingen worden gebundeld met bestaande kabels en leidingen, 2) een tracé mogelijk is waardoor de winbare zandvoorraad niet essentieel aangetast wordt. De beleidsnota Noordzee geeft aan dat indien het gebruik van een voorkeurstracé economisch of milieutechnisch niet mogelijk is, of indien er in het gebied geen tracé is aangewezen, er maatwerk nodig is.

In de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 is het 'Ontwerpproces: afstand tussen mijnbouwlocaties en windparken' opgenomen. Ook zijn in deze beleidsnota als acties voor de vliegveiligheid en afstand tussen mijnbouwlocaties en windparken opgenomen 'onderzoeken van effecten van zogturbulentie in en om offshore windturbineparken op vliegveiligheid'<sup>16</sup> en 'onderzoek en besluitvorming over toepasbaarheid van segmentbenadering'<sup>17</sup>. De vraag is daarin beantwoord tot op welke afstand het zogeffect van windturbines nog een negatieve invloed heeft op de offshore helikopter operaties.

De coördinaten van de kavel VI zijn in bijlage 3 opgenomen (in ETRS 1989 UTM Zone N31).

#### Verkavelingsalternatief

Het verkavelingsalternatief is weergegeven in figuur 3.7. Ook in het alternatief is niet het hele gebied Hollandse Kust (west) in gebruik, zodat vooralsnog ruimte beschikbaar blijft voor ander (bestaand) gebruik, zoals visserij en scheepvaart. Daarnaast is medegebruik binnen de windparken voor bepaalde activiteiten mogelijk. Kavel VI heeft in het verkavelingsalternatief een bruto-oppervlakte van 75 km<sup>2</sup> in plaats van 90 km<sup>2</sup>. Kavel VI is in het verkavelingsalternatief gesitueerd in het uiterste zuiden van het gebied Hollandse Kust (west). De beschikbare oostelijke punt wordt vanuit overwegingen voor de scheepvaartveiligheid niet benut voor de kavel. Ook de westelijke punt blijft onbenut. Kavel VII ligt in het verkavelingsalternatief (nog steeds) centraal in het gebied Hollandse Kust (west) en heeft een bruto-oppervlakte van 87 km<sup>2</sup>. Het TenneT-platform west Alpha is gelegen ten noorden van beide kavels, op dezelfde locatie als in de voorkeursverkaveling. Het verkavelingsalternatief betreft een 'zuidelijke invulling': ten westen en ten noorden van het TenneT-platform west Alpha worden in het verkavelingsalternatief geen turbines geplaatst. Doordat het TenneT-platform west Alpha niet (centraal) in een kavel is gesitueerd maar er buiten, zullen de inter-array-kabels langer zijn.

In de effecthoofdstukken van dit MER zal de voorkeursverkaveling vanuit het oogpunt van relevante aspecten zoals ecologie, scheepvaartveiligheid en mijnbouw onderzocht worden. Voor zover redelijkerwijs relevant kan zijn vanwege mogelijk afwijkende resultaten, zal ook het verkavelingsalternatief worden onderzocht en worden de effecten tussen de voorkeursverkaveling en het verkavelingsalternatief vergeleken. Dit gebeurt veelal kwalitatief en waar zinvol kwantitatief.

### 3.4 Keuze voor uitgifte van twee kavels (VI en VII)

In de routekaart windenergie op zee is opgenomen dat windenergiegebied Hollandse Kust (west) ruimte biedt voor circa 1,4 GW, zie hoofdstuk 2.

Vanwege de dalende kosten van windenergie op zee is reeds voorafgaand aan de besluitvorming over kavel V in gebied Hollandse Kust (noord) besloten geen kavels van 0,35

<sup>16</sup> NLR-CR-2016-266 Offshore windturbinezog en veilige helikopteroperaties, te vinden via <https://www.noordzeeloket.nl/nieuws>

<sup>17</sup> Desk study, Helicopter accessibility of oil & gas platforms near the offshore wind farms Hollandse Kust (zuid and noord), april 2017, te vinden via <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2017/05/160426%20To70%20report%2016.200.01%20Helicopter%20accessibility%20-%20final.pdf>

GW meer uit te geven, maar kavels van ten minste ca. 0,7 GW. Naar verwachting zijn er voldoende geïnteresseerde partijen die een windpark van 0,7 GW kunnen financieren en realiseren op basis van een concurrerend plan. Door grotere kavels uit te geven, ontstaat iets meer flexibiliteit en mogelijkheid tot schaalvergroting voor de ontwikkelaar. De ontwikkelaar hoeft geen ruimte meer vrij te houden voor de grenzen tussen kavels en tracés van de aansluitverbinding, zoals eerder bij twee kavels van 0,35 GW het geval was. Indien uitgegaan wordt van 0,7 GW per kavel, dan zijn twee kavels mogelijk die optellen tot de 1,4 GW genoemd in de routekaart windenergie op zee voor windenergiegebied Hollandse Kust (west).

In het MER worden, gelet op de voorkeursverkaveling, de effecten inzichtelijk gemaakt van de realisatie van windturbines in kavel VI in windenergiegebied Hollandse Kust (west). Voor zover redelijkerwijs relevant kan zijn worden ook de effecten van het verkavelingsalternatief onderzocht en worden de effecten tussen de voorkeursverkaveling en het verkavelingsalternatief vergeleken.

Voor kavel VII wordt een separate m.e.r. doorlopen.

### 3.5 Aansluiting op het elektriciteitsnet

Aansluiting van windenergiegebied Hollandse Kust (west) op het elektriciteitsnet gebeurt door middel van twee platforms die ieder met twee exportkabels naar de kust zijn aangesloten op het landelijke hoogspanningsnetwerk. De platforms (west Alpha en west Beta), exportkabels en netaansluiting worden door TenneT aangelegd. Hiervoor worden separate m.e.r.'s doorlopen.

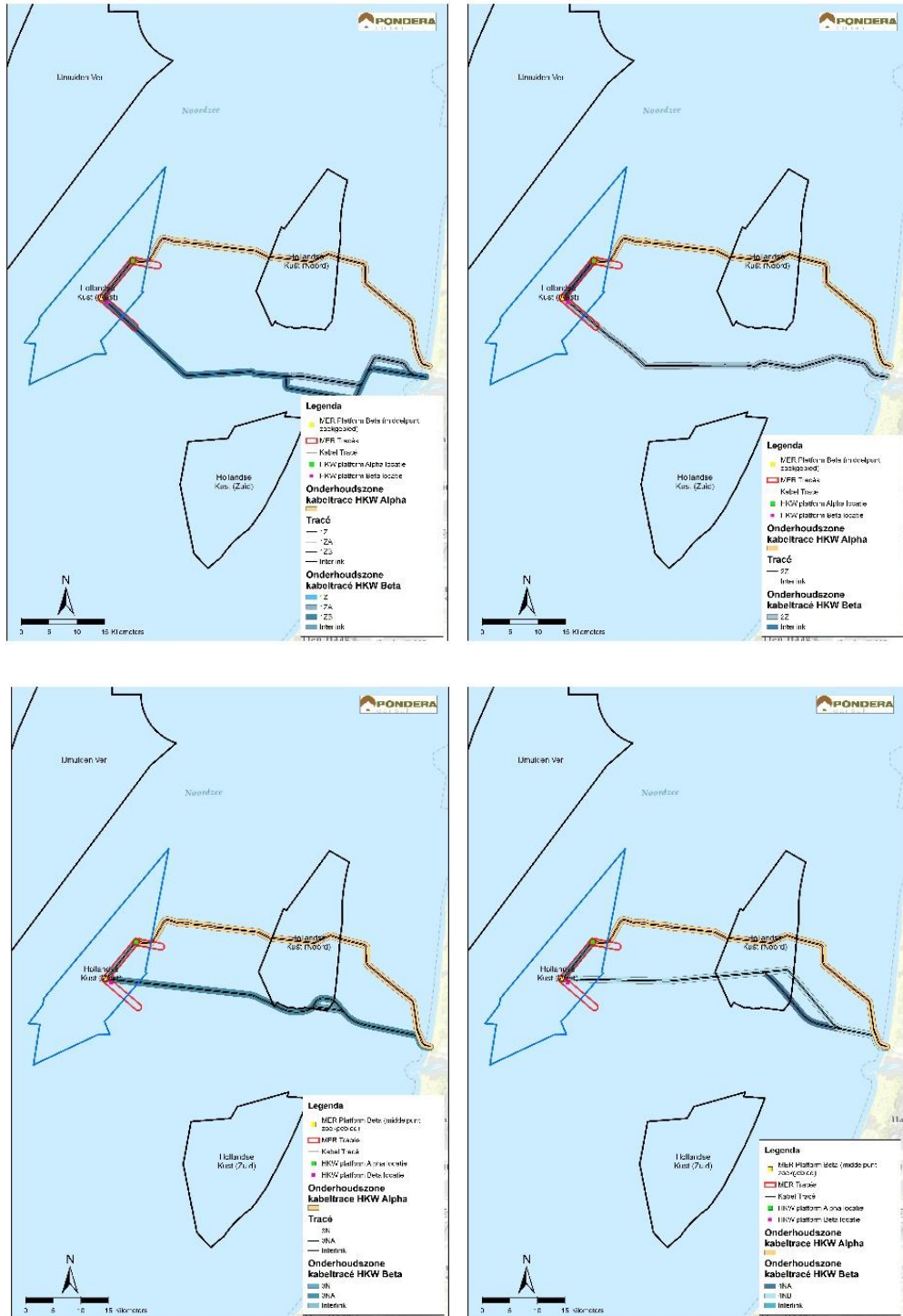
Het platform Alpha is gepositioneerd aan de noordoostzijde van windenergiegebied Hollandse Kust (west). De windturbines in kavel VI worden op platform Alpha aangesloten. Indien gekozen wordt voor het verkavelingsalternatief dan ligt aansluiting op platform Beta meer voor de hand (en wordt kavel VII op platform Alpha aangesloten). Figuur 3.7 geeft de ligging van het platform Alpha weer. Om de exportkabels aan te sluiten op het platform en ook ruimte te hebben voor de kabels van de windparken (infield cables) die in strengen aankomen bij het platform, is een ruimte van 500 meter rondom het platform gereserveerd. De onderhoudszone aan weerszijde van de exportkabels bedraagt 500 meter (hierbinnen kan niet gebouwd worden). De exportkabels liggen elk 200 meter van elkaar.

Platform Beta, gelegen halverwege het windenergiegebied, is bedoeld voor de windturbines in kavel VII. Tussen platform Alpha en platform Beta zal nog een 66 kV kabel lopen om beide platforms te verbinden.

Omdat, zoals gezegd op moment van schrijven van dit MER, ook het MER wordt opgesteld voor het Net op zee Hollandse Kust (west Beta), zijn de ligging van platform Beta, de ligging van de exportkabels vanaf platform Beta naar de kust en de 66kV-interlink tussen de platforms Alpha en Beta nog niet precies bepaald. Ook is de ligging van platform Alpha en de exportkabels vanaf platform Alpha naar de kust nog niet helemaal definitief omdat het inpassingsplan en vergunningen nog niet onherroepelijk zijn op het moment van opstellen van dit MER. Toch is in voorgaande kaarten een locatie bepaald van de platforms en de kabels in afstemming met TenneT, omdat het voor de effectbepaling in dit MER van belang is om een uitgangspunt te

hanteren. Dit is bijvoorbeeld nodig om turbineopstellingen te kunnen bepalen ten behoeve van de scheepvaartveiligheidsberekeningen. Volledigheidshalve zijn hierna vier kaarten opgenomen, waarop is te zien welke vier tracéalternatieven in het MER voor het Net op zee Hollandse Kust (west Beta) zijn onderscheiden. Te zien is dat in het MER voor het Net op zee Hollandse Kust (west Beta) tracéalternatieven worden onderzocht die sterk lijken op de gehanteerde tracés 1 en 2 in dit MER (m.b.t. kavel VII). Het deel van tracéalternatieven 3 en 4 binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (west), loopt noordelijker dan tracé 1 en 2. Indien tracéalternatief 3 of 4 wordt gekozen als voorkeursalternatief voor het Net op zee Hollandse Kust (west Beta), dan zal met de plaatsing van windturbines in kavel VII rekening moeten worden gehouden met dit tracé in plaats van het tracé dat in eerste instantie als uitgangspunt voor dit MER (m.b.t. kavel VII) is gehanteerd. Op voorhand worden geen wezenlijk andere effecten verwacht dan hetgeen in dit MER is beschreven, indien tracéalternatief 3 of 4 in plaats van tracéalternatief 1 of 2 wordt gekozen. Dit wordt nogmaals aan het einde van dit MER getoetst, nadat de effectbeoordeling heeft plaatsgevonden.

Figuur 3.8 Tracé-alternatieven Net op Zee Hollandse Kust (west Beta) (1 linksboven, 2 rechtsboven, 3 linksonder en 4 rechtsonder)



## 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 per kavel (voorkeursligging en alternatieve ligging) onderzocht. De alternatievenbenadering bestaat uit het onderzoeken van een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types binnen een dergelijk kavel.

De kavel binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (west) 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 in 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 het kader hieronder staat kort een uitleg van de bandbreedte-benadering en de te beschouwen alternatieven.

#### Bandbreedte

Door kavels uit te geven waarbinnen verschillende windturbineopstellingen en -types en funderingsmethoden mogelijk zijn, binnen een bepaalde bandbreedte, wordt een flexibele inrichting van de kavels mogelijk. De ontwikkelaar heeft 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 de kavelbesluiten 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 wat betreft mogelijke effecten toelaatbaar is, dan zijn alle opstellingen die daarbinnen blijven eveneens mogelijk.

#### Alternatieven

De worst case situatie zal voor verschillende aspecten anders zijn (bijvoorbeeld voor vogels anders dan voor zeezoogdieren). 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. Anderzijds is het van belang te weten welke wensen bestaan ten aanzien van turbinegrootte, aantal turbines en funderingswijze. Als uitgangspunt is gehanteerd dat het moet gaan om reële technische opties voor realisatie binnen de termijn verbonden aan de uit te geven kavel VI, dat wil zeggen uitgifte in 2020/2021 en operationeel zijn van het park in 2024/2025.

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. 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 kavel VI van Hollandse Kust (west) gebouwd zouden kunnen worden.

In het KEC 3.0 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 enkele meeuwensoorten de meest kritische effecten ondervinden. Om de effecten niet de PBR-waarde (Potential Biological Removal<sup>18</sup>) te laten overschrijden is een mitigerende maatregel ingezet waarbij de turbinegrootte verder is ingeperkt van minimaal 4 MW voor Borssele I-II, naar minimaal 6 MW voor Borssele III-V en Hollandse Kust (zuid) I-IV en minimaal 8 MW voor Hollandse Kust (noord) V en minimaal 10 MW voor Hollandse Kust (west) VI en VII.

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 10 MW en turbines met een groter vermogen dan 10 MW opgesteld vermogen, resulteert dit in de rotordiameters zoals weergegeven in tabel 4.1. Deze tabel is afkomstig van ECN. De tabel laat de relatie zien tussen rotordiameters en het vermogen van turbines en is gebruikt in dit MER om de rotordiameter te bepalen van turbines met een bepaald vermogen.

<sup>18</sup> PBR (Potential Biological Removal). De PBR is een maat voor het aantal exemplaren van een soort dat jaarlijks 'extra' (= bovenop de natuurlijke sterfte en emigratie) aan de populatie onttrokken kan worden zonder dat die populatie daardoor structureel achteruit zal gaan.



Tabel 4.1 Rotordiameters.

Power Density Rotor ( $W/m^2$ )	Opgesteld vermogen (MW)						
	10	11	12	13	14	15	16
260	221	232	242	252	262	271	280
270	217	228	238	248	257	266	275
280	213	224	234	243	252	261	270
290	210	220	230	239	248	257	265
300	206	216	226	235	244	252	261
310	203	213	222	231	240	248	256
320	199	209	219	227	236	244	252
330	196	206	215	224	232	241	248
340	194	203	212	221	229	237	245
350	191	200	209	217	226	234	241
360	188	197	206	214	223	230	238
370	186	195	203	212	219	227	235
380	183	192	201	209	217	224	232

De minimale afstand waarop de turbines gepositioneerd worden is aangenomen op 600 meter, de maximale afstand bestaat uit de afstand die aangehouden wordt als de kavel homogeen 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 of gravity based fundering. Ook zijn innovatieve funderingen denkbaar zoals een suction bucket. De aanlegwijze kan verschillen en beschouwd zijn intrillen, heien, boren en suction (bij een suction bucket fundering). 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 welke wijze van funderen dan ook zal moeten voldoen aan de geluidnorm in tabel 4.2.

### Elektrische infrastructuur

De inter-array bekabeling, dat wil zeggen 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 steeds minder windturbines op één kabel aangesloten worden.

Het windpark van kavel VI zal zich aansluiten op platform Alpha van TenneT. Dit MER gaat niet in op de aanleg van dit platform, de kabel naar land (exportkabel) en de netaansluiting op het hoogspanningsnet op land. TenneT gaat daarvoor de effecten onderzoeken in een separaat MER. In figuur 3.7 is de ligging van platform Alpha weergegeven. De windturbines worden direct aangesloten op dit platform van TenneT. In dit voorliggende MER wordt wel het tracé van de inter-array kabels van de turbines binnen de kavel naar het platform Alpha onderzocht. Het tracé wordt gevormd door meerdere kabels die in strengen groepen van windturbines aansluiten op het platform. Het is gebruikelijk om inter-array-kabels in windparken in te graven en op één tot drie meter diepte te houden om beschadiging te voorkomen. Hierbij worden twee varianten onderzocht: ingraven op één meter diepte en op drie meter diepte.

### Overzicht bandbreedte

De bandbreedte aan invullingsmogelijkheden binnen de uit te geven kavel staat in tabel 4.2. De eerste kolom geeft de variabelen weer. Het gaat dan om bijvoorbeeld de rotordiameter van windturbines. In de tweede kolom staat welke bandbreedte is onderzocht, bijvoorbeeld een rotordiameter per turbine van minimaal 164 meter<sup>19</sup> en maximaal 279 meter<sup>20</sup>. De waarden van de bandbreedte zijn gebaseerd op de huidige stand der techniek en verwachtingen omtrent ontwikkelingen voor de komende jaren.

Tabel 4.2 Bandbreedte MER.

Onderwerp	Bandbreedte
Vermogen individuele windturbines	Minimaal 10 MW*
Tiphoogte individuele windturbines	189 – 304 meter**
Tiplaagte individuele windturbines	Minimaal 25 meter
Rotordiameter individuele windturbines	164 – 279 meter**
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 600 meter
Aantal bladen per windturbine	2,3, multirotor**
Type funderingen	Monopile, multipile, tripod, gravity based structure, suction buckets
Aanlegwijze paalfunderingen	Intrillen, heien, boren, suction
Maximaal geluidniveau (in geval van heien)	168 dB re 1 mPa2s op 750 meter
In geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per turbine:	
Monopile	1 paal van 6 tot 12 meter
Multipile (waaronder 'tripods' en 'jackets')	3 tot 6 palen van 1 - 4 meter
In geval van een fundering zonder heien: afmetingen op zeebodem:	
Gravity Based	Tot maximaal 40 x 40 meter
Suction Bucket	Diameter bucket: n.t.b.

<sup>19</sup> In eerdere MER-en voor kavelbesluiten is 164 meter als rotordiameter gebruikt voor windturbines met circa 8 MW. Nu bijvoorbeeld Vestas haar V164 turbine heeft voorzien van een vermogen van 10 MW is hier gekozen om ook relatief kleinere rotoren in verhouding met het vermogen te onderzoeken en dus in dit MER voor een 10 MW turbine uit te gaan van een minimum rotordiameter van 164 meter.

<sup>20</sup> De maximale tiphoogte is 304 meter vanwege de reservering van het luchtruim boven 304 meter voor helikopterverkeer. Met een minimum tiplaatte van 25 meter volgt daarmee een maximale rotor van 304-25=279 meter. Conform tabel 4.1 is een dergelijke rotor als maximum passend voor een 16 MW turbine.

Onderwerp	Bandbreedte
Elektrische infrastructuur (inter-array bekabeling)	66 kV, ingegraven op 1 of 3 meter diepte <sup>21</sup>

\* = dat betekent met een maximum van 760 MW maximaal 76 turbines.

\*\*Multirotor-turbines mogen hier van afwijken. De toepassing van deze innovatieve turbines vereist maatwerk in het MER.

Niet alle parameters uit de tabel zijn even belangrijk wat betreft de te verwachten meest kritische 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 10 MW krijgen, maar qua maatvoering (tiphoogte, -laagte en rotordiameter) passen binnen de bandbreedte uit de voorgaande tabel, dan zullen de effecten niet meer zijn dan wordt beschouwd als worstcase in het MER. Dat komt doordat er voor kavel VI een maximum vermogen van 760 MW geldt en bij toepassing van turbines met een individueel vermogen van meer dan 10 MW zullen dan in totaal minder 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, en dus minder turbines, wijzigt het worstcase scenario niet. De maatvoeringen zijn bepalend voor de effecten, niet het vermogen per turbine an sich. Dit is steeds de conclusie geweest van de uitgevoerde MER-en voor eerdere kavelbesluiten, maar om dit te laten zien zullen in dit MER ook de effecten in beeld worden gebracht van een alternatief met grotere vermogens dan 10 MW. Gezien de maximale afmetingen die mogelijk zijn, zie tabel 4.2 en met name dan 279 meter als maximale rotor, wordt naast een 10 MW alternatief ook een alternatief met 16 MW turbines op effecten onderzocht. Deze 16 MW per turbine is ontleend aan tabel 4.1, waarin voor een rotor van 279 meter een vermogen 'past' van circa 16 MW (in tabel 4.1 wordt 280 meter vermeld bij een 16 MW turbine bij een vermogensdichtheid van 260 Watt/m<sup>2</sup>).

#### 4.2.2 Alternatieven

De worst case situatie kan voor verschillende aspecten, bijvoorbeeld voor vogels en voor zeezoogdieren, 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.

<sup>21</sup> Hierbij kunnen twee varianten worden onderzocht: ingraven op één meter diepte en op drie meter diepte.

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

Milieuaspect	Bandbreedte	
	Alternatief (Worst case)	Alternatief (Best case)
Vogels en vleermuizen	76 x 10 MW-turbines Tiplaagte 25 m, rotordiameter 164 m	47 x 16 MW-turbines Tiplaagte 25 m, rotordiameter 279 m
Onderwaterleven*	47 x 16 MW-turbines 1 turbinelocatie per dag	76 x 10 MW-turbines 1 turbinelocatie per dag
Scheepvaart	76 x 10 MW-turbines Jacket-fundering met diameter 18 m	47 x 16 MW-turbines Monopaalfundering met diameter 12 m
Geologie en hydrologie	76 x 10 MW-turbines	47 x 16 MW-turbines
Landschap**	76 x 10 MW-turbines Min. rotordiameter 164 m Min. ashoogte: 107 m	47 x 16 MW-turbines Max. rotordiameter 279 m Max. ashoogte: 164,5 m
Overige gebruiksfuncties	76 x 10 MW-turbines	47 x 16 MW-turbines
Elektriciteitsopbrengst**	76 x 10 MW-turbines	47 x 16 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 er niet zozeer sprake van een worst- of best case voorafgaand aan het effectonderzoek.		

#### 4.2.3 Nulalternatief: huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het nulalternatief is de huidige situatie met de autonome ontwikkeling<sup>22</sup>. Het nulalternatief is het alternatief waarbij er geen kavelbesluit wordt genomen voor kavel VI. Het gebied in kavel VI zal zich dan ontwikkelen conform vastgesteld of voorgenomen beleid, maar zonder realisatie van het windpark. Deze situatie dient als referentiekader voor de effectbeschrijving. In de nulsituatie zijn het Prinses Amaliawindpark en Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) in gebruik, evenals Luchterduinen en Gemini. Ook worden als autonome ontwikkeling de toekomstige windparken in windenergiegebied Borssele en kavels I-IV van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en kavel V in Hollandse Kust (noord) meegenomen.

Met de Wet windenergie op zee zijn de Waterwetvergunningen voor windparken (uit Ronde 2) waarvoor geen subsidie is verleend komen te vervallen. Daarom hoeven deze niet in de cumulatie te worden meegenomen in de MER-en.

Daarnaast zijn er windparkontwikkelingen in België, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk. Met name de bestaande en in aanbouw zijnde parken in Engeland zijn door de relatief nabije ligging mogelijk relevant in het kader van autonome ontwikkeling of cumulatie met de windparkontwikkelingen in het gebied Hollandse Kust (west).

<sup>22</sup> Autonome ontwikkelingen zijn op zich zelf staande ontwikkelingen die onafhankelijk van het windpark plaatsvinden en waarover al een besluit is genomen (bijvoorbeeld waarvoor vergunning is verleend).

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. Hiernaar is in het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) onderzoek gedaan. In bijlage 8 bij het KEC zijn de windparken opgenomen die voor de cumulatieve effecten van belang zijn.

Tenslotte kunnen ook windparken op land en overige ontwikkelingen relevant zijn om te beschouwen in het kader van autonome ontwikkeling of cumulatie. Indien relevant, dan worden deze in het betreffende effecthoofdstuk genoemd. Te denken valt aan een mogelijke beleidswijziging resulterend in de verbreding van de doorvaartmogelijkheden van schepen tot 45 meter<sup>23</sup>. Dit wordt in het MER nader uitgewerkt.

#### **4.2.4 Voorkeursalternatief**

##### **Bepalen van de voorkeursbandbreedte (VKA)**

De bandbreedte wordt onderzocht door voor relevante milieuaspecten (zoals ecologie en veiligheid) en belangen (zoals visserij, mijnbouw en scheepvaart) te onderzoeken wat de maximale effecten zijn die kunnen optreden. Voor de diverse aspecten vormen verschillende uitwerkingen van de bandbreedte de worst case situatie. Daarom worden diverse opstellingen doorgerekend. Hierbij valt te denken aan de effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren, waar grote monopalen de worst case kunnen zijn, omdat hier veel hei-energie voor nodig is waardoor naar verwachting de meeste effecten optreden. Daarentegen kan een groot aantal relatief kleinere turbines 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. Het verkleinen van de bandbreedte - dus verkleinen van de opstellingsmogelijkheden binnen de kavels - is één van deze maatregelen die op voorhand wordt genomen door 10 MW per turbine voor kavel VI van windenergiegebied Hollandse Kust (west) als ondergrens aan te houden.

##### **Vaststellen van de maximaal uit te geven bandbreedte**

Op basis van de uitkomsten van dit MER en andere overwegingen wordt uiteindelijk een beslissing genomen over de gewenste uit te geven bandbreedte (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 (zie hoofdstuk 3), wordt een zogenaamde Passende

<sup>23</sup> Sinds 1 mei 2018 zijn drie windparken voor de Nederlandse kust onder voorwaarden toegankelijk voor schepen met een lengte over alles tot 24 meter. Het betreft het Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ), Prinses Amalia Windpark (PAWP) voor de kust van IJmuiden en windpark Luchterduinen (LUD) voor de kust van Noordwijk. Visserij is niet toegestaan, uitgezonderd hengeltvisserij. Gelet op het beleidsuitgangspunt van meervoudig ruimtegebruik en het beginsel van vrije doorvaart op zee, wordt doorvaart en medegebruik geëvalueerd en behoort een wijziging van de regels tot de beleidsopties.

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 8) bij het MER gevoegd.

## 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 (CO<sub>2</sub>), stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) en zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>). 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 de meest recente en relevante (internationale) kennis onderzocht welke beschermde soorten voorkomen op de locatie, welke mogelijke effecten op soortniveau 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),
- veranderingen in foerageermogelijkheden (habitatverlies),
- verlies van rustgebieden en,
- barrièrewerking.

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, dan wel 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 orde grootte 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 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 VI van windenergiegebied Hollandse Kust (west) 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 in het gebied Hollandse Kust (west) 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 de nieuwe dichtheidskaart voor zeehonden. 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.

### Vissen

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

- 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 de aanwezigheid van harde structuren.
- Effect van verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten in windparken.

### 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 megaribbels (e.g. Vanosmael et al. 1982)<sup>24</sup>.

### 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 de op te stellen MER-en, waarin de vraag beantwoord wordt of significante effecten van een windpark in het gebied Hollandse Kust (west) 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<sup>25</sup>. Het gaat enkel om externe werking gezien Kavel VI buiten Natura 2000-gebieden ligt. 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 (NOx). Schepen die worden ingezet maken gebruik van

<sup>24</sup> 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

<sup>25</sup> De Flora- en faunawet en de Natuurbeschermingswet 1998 zijn (samen met de Boswet) per 1 januari 2017 geïntegreerd in de Wet natuurbescherming.



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.

#### 4.3.3 Scheepvaart en veiligheid

Voor de scheepvaartveiligheid wordt een kwantitatieve analyse uitgevoerd met het SAMSON model (Safety Assessment Models for Shipping and Offshore in the North Sea). Daarnaast wordt een kwalitatieve analyse uitgevoerd, waarbij aandacht wordt besteed aan de verkeersstromen rond kavel VI, kruisend verkeer en risico's voor niet-routegebonden kleine scheepvaart. Tevens wordt nagegaan wat de effecten zijn van het toestaan van doorvaart door de kavel voor schepen tot 24 meter conform bestaand beleid en tot 45 meter (in verband met mogelijke beleidswijzigingen), waarbij ook het aspect SAR (Search and Rescue) wordt meegenomen.

#### 4.3.4 Visserij

In het MER worden de gevolgen voor de bestaande visserij meegenomen. Vissers verliezen visgronden. Wageningen Economic Research doet onderzoek naar de waarde van de misgelopen vangsten (Hintzen et al, 2018). Daarnaast is het van belang te bepalen welke delen van het gebied Hollandse Kust (west) 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. Dit is mede afhankelijk van de vraag of in het kader van de doorvaartregels de maximale toegestane scheepslengte (lengte over alles, LOA) in de toekomst wordt aangepast van de huidige 24 meter in 45 meter.

#### 4.3.5 Overige gebruiksfuncties

De gebruiksfuncties in de omgeving van de locatie zijn olie- en gaswinning, helikopterverkeer van en naar de mijnbouwplatforms in de nabijheid en een Helicopter Main Route (HMR), militaire gebieden, zand-, grind- en schelpenwinning, scheepvaart- en luchtvaartradar, kabels en leidingen, archeologische en cultuurhistorische waarden en recreatie en toerisme.

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

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

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

Verder zal het MER ingaan op wat een windpark eventueel kan bijdragen aan de regionale economie; denk daarbij aan havenactiviteiten, toeristisch bezoek aan het windpark etc. Het effect op recreatie en toerisme kan mede afhankelijk zijn van de zichtbaarheid van windturbines vanaf de kust. Zichtbaarheid wordt in dit MER beschreven bij het aspect 'landschap'.

#### 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 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).

#### 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 en de windparken in de windenergiegebieden Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord) die tussen het windenergiegebied Hollandse Kust (west) en de kust in liggen.

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, 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: de ecologische effecten en effecten op 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 referentiesituatie, 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. Cumulatie is 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 <sub>2</sub> -emissie reductie NO <sub>x</sub> -emissie reductie SO <sub>2</sub> -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 <sub>2</sub> -emissie reductie, zie hiervoor
Vogels en vleermuizen	Aanleg windpark Verstoring aanleg fundering Verstoring door toegenomen scheepvaart	Verstoring in aantal km <sup>2</sup>
	Gebruk windpark  Lokale zeevogels Aanvaringsrisico Barrièrewerking Verstoring door windturbines Verstoring door onderhoud windpark Habitatverandering door veranderd gebruik	Aantal vogelslachtoffers Kwalitatief effect van omvliegen Verstoring in aantal km <sup>2</sup>  Habitatverlies in km <sup>2</sup> en vertaling naar populatiereductie
	Broedende kolonievogels Aanvaringsrisico Barrièrewerking, habitatverlies/verandering foerageermogelijkheden Verstoring door windturbines	Aantal vogelslachtoffers Kwalitatief effect van omvliegen  Verstoring in aantal km <sup>2</sup>
	Trekvogels en vleermuizen Aanvaringsrisico (#slachtoffers)	

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	BAND-model) Barrièrewerking	Aantal vogelslachtoffers/vleermuis- slachtoffers Kwalitatief effect van omvliegen
	Verwijdering windpark Verstoring door verwijderen fundaties Verstoring door toegenomen scheepvaart	Verstoring in aantal km <sup>2</sup>
Onderwaterleven	Bodemdieren en vissen  Effecten bij aanleg, gebruik en verwijdering van resp. geluid en trillingen, bodemberoering, aanwezigheid van harde structuren op, verbod op bodem-beroerende activiteiten (visserij) en elektromagnetisch veld van de kabel, op: Biodiversiteit Recruitment Dichtheden biomassa Beschermd soorten	Verandering in aantal soorten Aanwas substraatsoorten Dichtheid per m <sup>2</sup> Dichtheid en effect op beschermde soorten
	Zeezoogdieren  Aanleg Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen en seismisch onderzoek  Fysieke aantasting  Gebruik Verstoring door geluid en trillingen turbines Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)  Verwijdering Idem aanleg	Verstoord oppervlak (km <sup>2</sup> ) Aantal verstoorde dieren / effect op populatie Tijdsduur van de verstoring (bruinvisverstoringdagen) Aantal aangetaste dieren   Verstoord oppervlak (km <sup>2</sup> ) Aantal verstoorde dieren / effect op populatie Tijdsduur van de verstoring Aantal aangetaste dieren
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,	

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de kans op aanvaring,</li> <li>- verlies van leef-, foerageer- en rustgebied, - verstoring en blokkering migratieroutes;</li> <li>- aanbod van optimaal hechtingsoppervlak voor organismen;</li> <li>- afsluiting voor visserij.</li> </ul>	
Scheepvaart en veiligheid	<p>Veiligheid Kans op 'rammen' en 'driften' routegebonden en niet-routegebonden verkeer Gevolgschade van 'rammen' en 'driften'</p> <p>Scheepvaart Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart Effect van doorvaart voor schepen tot 24 meter en tot 45 meter</p>	<p>Kans op rammen/driften</p> <p>Gevolgschade in de vorm van vrijkomende hoeveelheid olie</p> <p>Kwalitatief</p>
Overige gebruiksfuncties	<p>Beïnvloeding van:</p> <p>Olie- en gaswinning Luchtvaart/helikopterbewegingen Zand-, grind- en schelpenwinning</p> <p>Baggerstort Scheeps- en luchtvaartradar Kabels en leidingen Telecommunicatie</p> <p>Munitiestortgebieden en militaire gebieden</p> <p>Recreatie en toerisme</p> <p>Cultuurhistorie en archeologie Schelpdierkweek en zeewierteelt</p> <p>Bestaande windparken</p>	<p>Beperkingen olie- en gaswinning Effect op veilige luchtvaart Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning Beperkingen baggerstortgebieden Schaduwwerking en bouncing Interferentie kabels en leidingen Verstoring kabelverbindingen Verstoring straalpaden Aanwezigheid munitiestortgebieden en militaire gebieden Beperkingen recreatievaart Beperkingen kusttoerisme Aantasting archeologische resten Beperkingen en mogelijkheden schelpdierkweek en zeewierteelt Beïnvloeding bestaande windparken</p>
Visserij	Beïnvloeding van visserijmogelijkheden	Kwalitatief en kwantitatief
Lokale en regionale economie	Effecten op bijvoorbeeld productiviteit, werkgelegenheid en innovatie	Kwalitatief
Geologie, morfologie, hydrologie en waterkwaliteit	<p>Effect op golven</p> <p>Effect op waterbeweging (waterstand/stroming)</p> <p>Effect op waterdiepte en bodemvormen</p> <p>Effect op bodemsamenstelling</p> <p>Effect op troebelheid en waterkwaliteit (waaronder de effecten van kathodische bescherming)</p> <p>Effect op sedimenttransport</p> <p>Effect op kustveiligheid</p>	Kwalitatief en kwantitatief
Landschap	Zichtbaarheid aan de hand van: <ul style="list-style-type: none"> <li>- de eigenschappen van het object,</li> </ul>	Percentage zichtbaarheid in de tijd

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de kromming van de aarde,</li> <li>- de visus van het menselijk oog en</li> <li>- de meteorologische omstandigheden</li> </ul> Dominantie van het beeld Interpretatie zichtbaarheid a.d.h.v. fotovisualisaties	Percentage van de beeldhoek Kwalitatief op basis van fotovisualisaties

Om de effecten van de alternatieven 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.

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

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

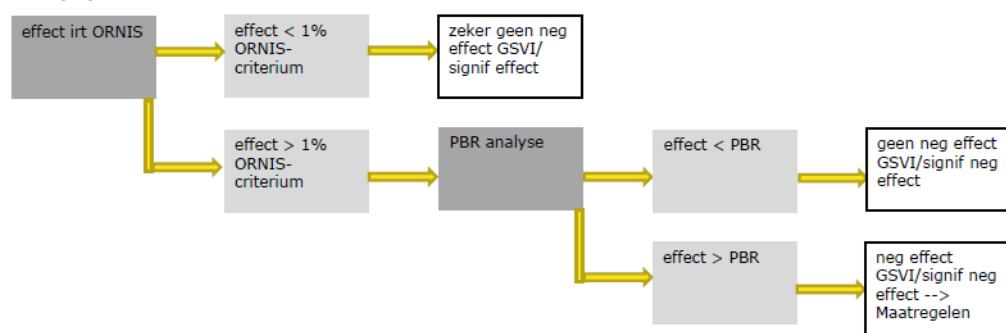
Wanneer een kwantitatieve beoordeling van effecten mogelijk is, dan worden twee verschillende criteria aangehouden:

- Het 1% ORNIS-criterium.
  - Volgens dit criterium mag, bij gebrek aan overlegging van enig wetenschappelijk tegenbewijs, iedere additionele sterfte van minder dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte aan de betrokken populatie (gemiddelde waarde) als niet significant worden 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 uitgesloten kunnen worden. Blijven soorten onder deze grens, dan worden ze

niet verder in beschouwing genomen. Overschrijden ze deze 1%-norm wel, dan zal in meer detail naar de mogelijke populatie-effecten gekeken dienen te worden. De 1%-norm wordt in dit MER en de 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.

In de volgende figuur wordt de beoordeling van effecten op populaties in een stroomschema weergegeven:



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 (specifiek bijlage 6 daarvan).

### 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 grijze en gewone zeehond en bruinvis wordt getoetst aan de gunstige staat van instandhouding van de soort zoals beschreven in de Wet natuurbescherming (voorheen de Flora- en faunawet). Tevens wordt getoetst aan de specifieke instandhoudingsdoelstellingen

van Natura 2000-gebieden Voordelta, Oosterschelde, Westerschelde & Saefthinghe, Waddenzee, Noordzeekustzone en Vlakte van Raan, welke instandhoudingsdoelstellingen hebben voor de grijze of gewone zeehond of bruinvvis. Voor bruinvissen wordt op basis van het ASCOBANS-verdrag (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas) een norm bepaald die overeenkomt met maximaal 5 procent reductie van de huidige populatie.

#### **(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 Habitats<sup>26</sup>.

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.

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. 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 de (bouw van) alle windparken, samen met enkele andere activiteiten op zee, tot onaanvaardbare negatieve ecologische effecten leiden. Zo nodig

<sup>26</sup> OSPAR Commission (2008) OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats. Reference Number: 2008-6. (<http://www.ospar.org/documents?d=32794>).



kunnen dan voorschriften worden opgenomen in de kavelbesluiten waarmee deze effecten worden voorkomen of verminderd.

Het gaat in het KEC om mogelijke cumulatieve effecten op de populaties van relevante soorten gedurende de realisatie van de windparken op zee uit de routekaart windenergie op zee. In de kavelbesluiten voor de verschillende windparken wordt aanvullend gekeken of er locatiespecifieke 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 dieren 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 vogels en vleermuizen minder snel in aanvaring komen met de rotorbladen.

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

1. Bruinvissen. De effecten van onderwatergeluid op bruinvissen 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 en naar 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. In het KEC is er voor gekozen om vogels en vleermuizen te toetsen aan de PBR (Potential Biological Removal), zie ook paragraaf 4.4.2. Populatiekenmerken als groei- en herstelcapaciteit en omvang en trend van betreffende populatie zijn in deze maat verwerkt. Zolang de PBR niet overschreden wordt, zal er geen sprake zijn van significante en dus onacceptabele effecten. Vanwege het grote aantal vogelsoorten wordt hierbij eerst gebruik gemaakt van het 1% ORNIS-criterium als "grove zeef". Dat wil zeggen dat wanneer voor soorten de extra sterfte lager is dan 1% 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% van de natuurlijke sterfte wordt verder onderzoek gedaan naar de effecten door middel van de PBR. Voor bruinvissen wordt aan de waarden getoetst zoals die zijn overeengekomen in het ASCOBANS-verdrag (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas).

#### 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 dit MER en de

Passende Beoordeling voor het kavelbesluit in het gebied Hollandse Kust (west) 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 is vervolgens nagegaan of mitigerende maatregelen denkbaar zijn om de omvang van het effect te verminderen of teniet te doen.

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 HYDROLOGIE

### 5.1 Beoordelingskader

In de volgende tabel 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

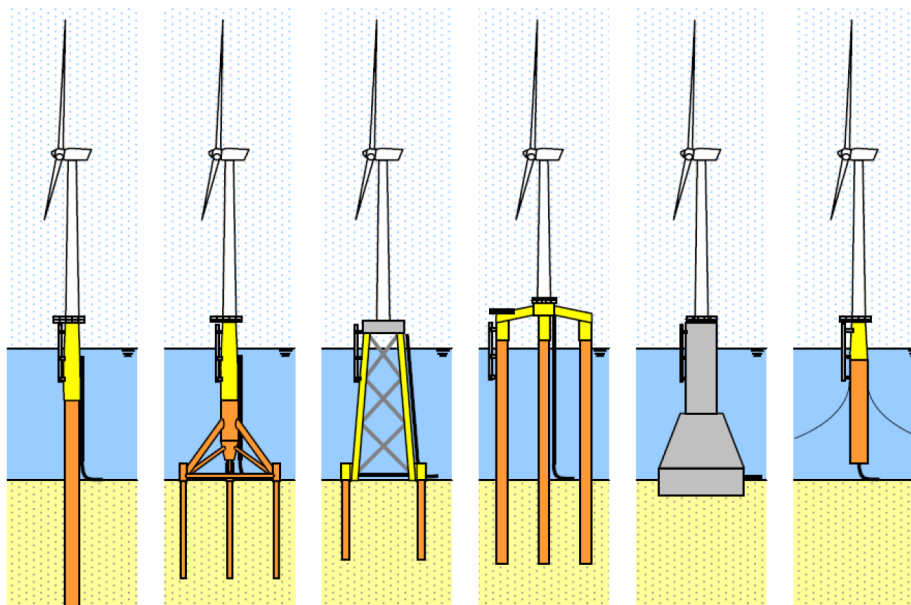
In kavel VI en kavel VII worden windturbines met elk een totale maximale capaciteit van 760 MW gebouwd. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op kavel VI. Er wordt opgemerkt dat de effecten voor kavel VII of voor de alternatieve ligging van kavel VI niet wezenlijk anders zijn dan de effecten op kavel VI. Zie voor locaties kavel VI, VII en alternatief VI hoofdstuk 3.

Er zijn in dit hoofdstuk 2 alternatieven beschouwd voor het vermogen van de windturbines; een (laag) vermogen van 10 MW en een (hoog) vermogen van 16 MW per turbine. In het eerste geval zullen er 76 windturbines geplaatst worden, in het tweede geval 47 om het totaal van circa 760 MW te bereiken.

Voor de fundatie van offshore windturbines zijn verschillende type funderingen mogelijk (zie figuur 5.1). 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 5.1: Type funderingen van offshore windturbines, van links naar rechts: Monopile, Tripod, Jacket, Suction bucket, Gravity Based, Floating)



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 (hele windpark). Onderstaande afmetingen zijn indicatief bedoeld en kunnen project specifiek afwijken.

Type fundering	Oppervlakte fundering (m <sup>2</sup> )*	Oppervlakte erosiebescherming (m <sup>2</sup> )*	Totaal oppervlak (m <sup>2</sup> )*
Jacket Ø 3,5 m (10 MW)	2.930	70.196	73.100
Jacket Ø 4,5 m (16 MW)	3.000	70.196	74.800
Monopile Ø 10,0 m (10 MW)	5.970	47.800	53.700
Monopile Ø 12,5 m (16 MW)	5.770	46.100	51.900
Tripod Ø 4,0 m (10 MW)	2.870	68.800	71.600
Tripod Ø 5,0 m (16 MW)	2.770	66.500	69.200
Suction bucket Ø 20,0 m (10 MW)	23.900	573.000	597.000
Suction bucket Ø 25,0 m (16 MW)	23.000	554.000	577.000
Gravity Based Fundatie Ø 40,0 m (10 MW)	95.500	764.000	859.500
Gravity Based Fundatie Ø 50,0 m (16 MW)	92.300	738.300	830.600

\*Weergegeven zijn de totaaloppervlaktes van een park met 76 x 10 MW turbines of 47 x 16 MW turbines.

Alternatief 1 (minste bodemberoering, best case): een 16 MW-turbine op een monopile fundering met een doorsnede van 12,5 meter. Erosiebescherming (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.

Alternatief 2 (meeste bodemberoering, worst case): een 10 MW-turbine op een gravity based fundering met een doorsnede van 40 meter ter plaatse van de zeebodem. Erosiebescherming (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.

De beoordelingscriteria worden in de volgende paragrafen besproken.

### 5.1.1 Golven

Bepalende factoren voor het golfklimaat zijn de 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 ontstaan door niet lokale windvelden elders die 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, golflengte, waterdiepte).

### 5.1.2 Waterbeweging (waterstand en stroming)

De waterbeweging wordt bepaald door een samenspel van getij, wind, luchtdruk en wateraanvoer door de rivieren. 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 over het algemeen, zeker op 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 grootse bodemvormen zijn zandbanken, deze zijn over het algemeen enkele meters hoog en tientallen kilometers lang en zijn relatief stabiel, ze 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, zijn circa 200-1000 m lang en migreren in de richting van de dominante getijdestroom, in de Noordzee is

dat de vloedstroom. Migratiesnelheden van de zandgolven varieert 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 zijn enkele tientallen meters groot en migreren snel (meters per dag/week) onder invloed van voornamelijk golven. De migratierichting is dan ook sterk afhankelijk van de golfrichting. 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 - mediane korrelgrootte, de mate van sedimenttransport. Hoe grover het zand hoe kleiner het transport is 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), zandwingsgebieden en bestaande offshore windparken.

#### 5.1.6 Sedimenttransport

Sedimenttransport zorgt voor een herverdeling van grind, zand en slib langs de kust, met name in noordwaartse richting. Sedimenttransport treedt op als gevolg van de gezamenlijke werking van golven, stromingen en wind. Door golven 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.

### 5.1.7 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 het kustfundament. 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 m<sup>3</sup> 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

In het algemeen kan worden gesteld dat, vanuit morfologische en hydrodynamisch perspectief, en gespiegeld aan de levensduur van de ingreep, in de omgeving van de locatie Hollandse Kust (west) sprake is van een door natuurlijke processen gestuurd dynamisch evenwicht. Binnen dit evenwicht is de variatie van morfologie en hydrologie in tijd en ruimte groot. Zo neemt bijvoorbeeld de invloed van golven op de zeebodem in de richting van de kust toe en wordt deze in de tijd gestuurd door de weersomstandigheden. De invloed van het getij op de morfologische veranderingen is juist relatief groter in dieper water en wordt in de tijd gestuurd door de positie van zon en maan. De morfologie en hydrologie van de nabijgelegen kustzone wordt behalve door natuurlijke processen ook beïnvloed door grootschalige, menselijke ingrepen. De Deltawerken, de aanleg van Maasvlakte 2, de Zandmotor bij Ter Heijde, het zandsuppletie beleid langs de gehele Nederlandse kust en de zandwinning daarvoor op dieper water, de aanleg van de Hondsbosche en Pettemerzeewering, en de aanwezigheid van zandwinning- en baggerstort(havenslib)locaties ten noordwesten van Hoek van Holland en de loswallen ten westen van IJmuiden hebben duidelijk invloed op hun omgeving.

#### Golven

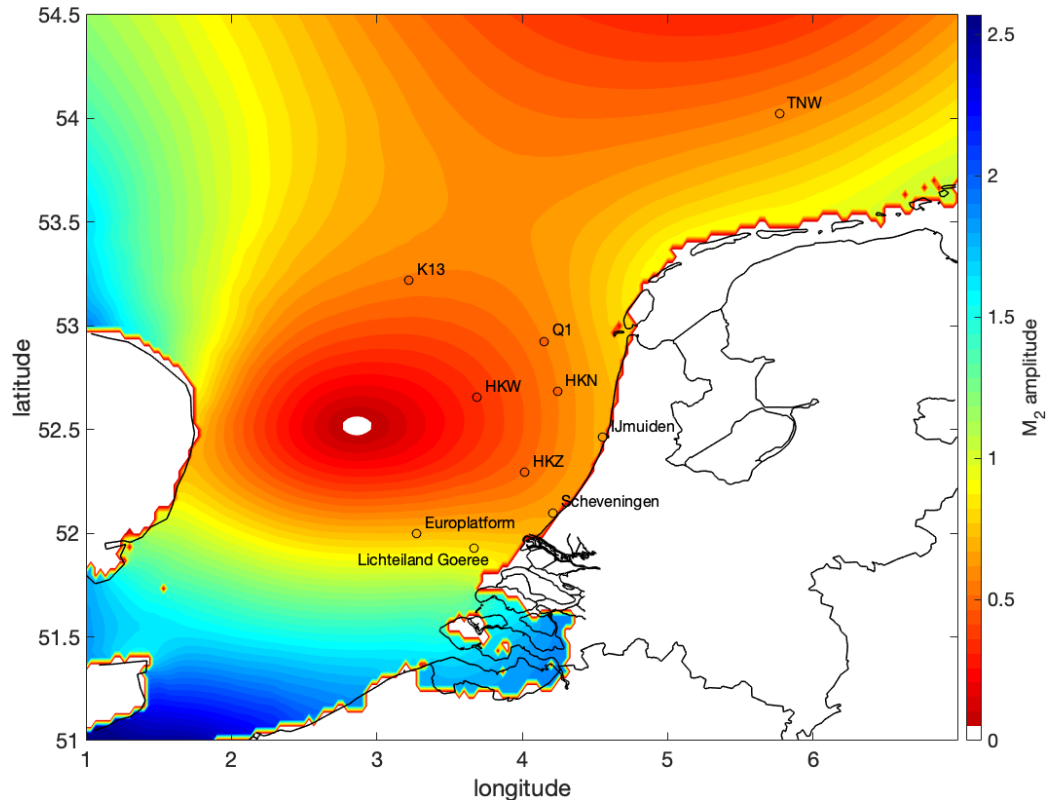
De golfhoogte in de omgeving van het windenergiegebied varieert sterk in de tijd. Metingen van Rijkswaterstaat, verricht in de periode 1979 - 2002 op de nabijgelegen meetstations IJ-geul munitiestortplaats en Meetpost Noordwijk wijzen op het voorkomen van extreme significante golfhoogten van 5,8 - 6,7 meter eens in de 10 jaar en 6,6 - 7,7 meter eens in de 100 jaar (Weerst & Diermans, 2004). De hoogste golven op die locaties (volgens waarnemingen tot 7,3 meter) komen uit het noordwesten. Op andere locaties in de Noordzee zijn extreme golfcondities tot 8-9 m voorgekomen. Bij deze golven is de strijklengte het grootst. Analyse van complete meetseries (Wijnberg, 1995) wijst voorts op een gemiddelde significante golfhoogte  $H_s$

(gemiddelde van de hoogste 1/3 van de golven van 0,9 meter in de zomer en 1,8 meter in de winter, met een jaargemiddelde van 1,3 meter. Bij Meetpost Noordwijk, die dicht bij de kust en in ondieper water stond dan de meetstations bij de IJ-geul, is een jaargemiddelde significante golfhoogte van 1,1 meter gemeten. De meeste golven komen uit zuidwestelijke en noordwestelijke richting. De onderliggende deining, die ontstaat in de Atlantische Oceaan en in de noordelijke Noordzee, komt exclusief uit het noordwesten (Wijnberg, 1995).

#### Waterbeweging (waterstand en stroming)

Het gemiddelde getijverschil langs de Hollandse kust neemt toe van noord (Den Helder: 1,4 meter) naar zuid (Scheveningen: 1,7 meter) 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 meter 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 5.2 is weergegeven hoe de M<sub>2</sub>-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 5.2: 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 (M<sub>2</sub>), Bron: WaterProof Marine Consultancy gebaseerd op TPXO data**

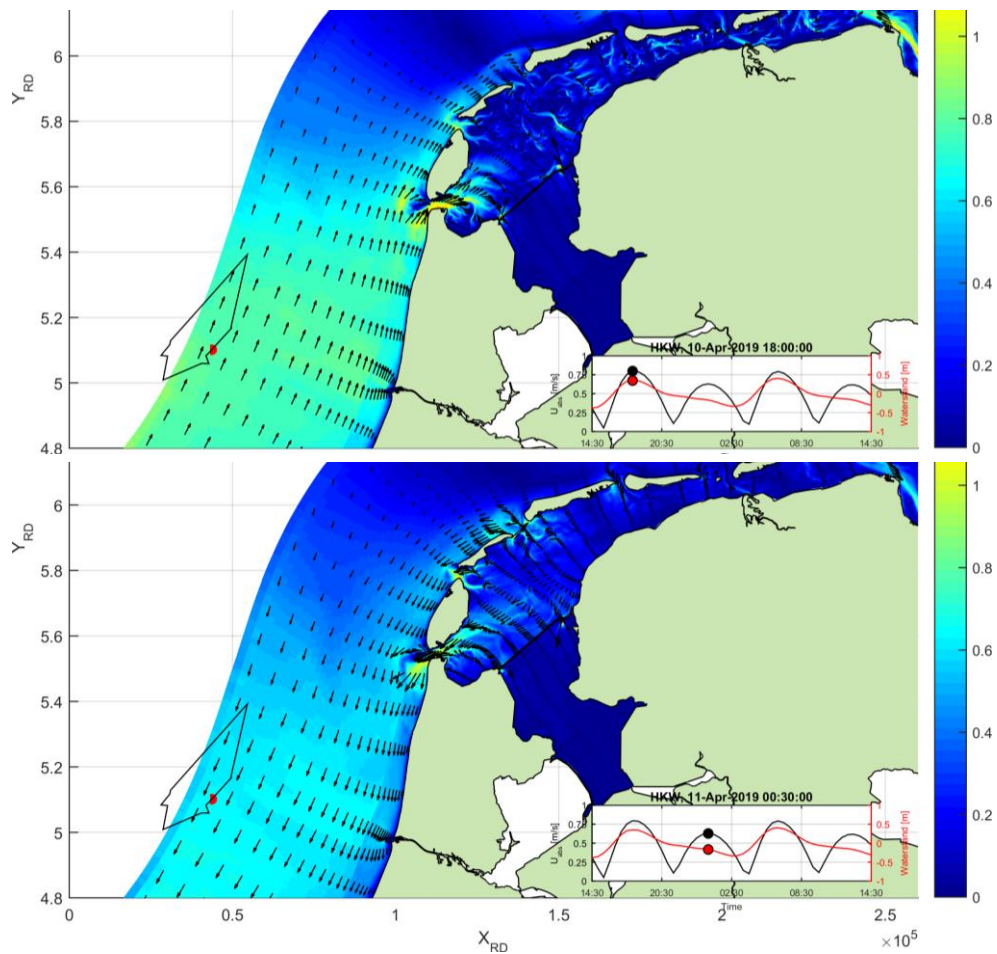


De maximale vloedstroom treedt op tijdens hoogwater. Bij gemiddeld getij is de dieptegemiddelde vloed stroming circa 0,75 m/s. De maximale ebstroom treedt circa 2,5 uur



voor laagwater op en heeft tijdens gemiddeld tij een sterkte van circa 0,65 m/s. (zie tabel 5.3). Omdat de vloedstroom groter is dan de ebstroom en de transporten voor het grootste deel door de getijde stroming worden bepaald, vind een noordelijk gericht residueel sedimenttransport plaats.

**Figuur 5.3: Stroomsnelheden op de Noordzee tijdens maximale vloedstroom bij windpark HKW (bovenste paneel) en maximale ebstroom bij HKW (onderste paneel). Modelresultaten kuststrook model**

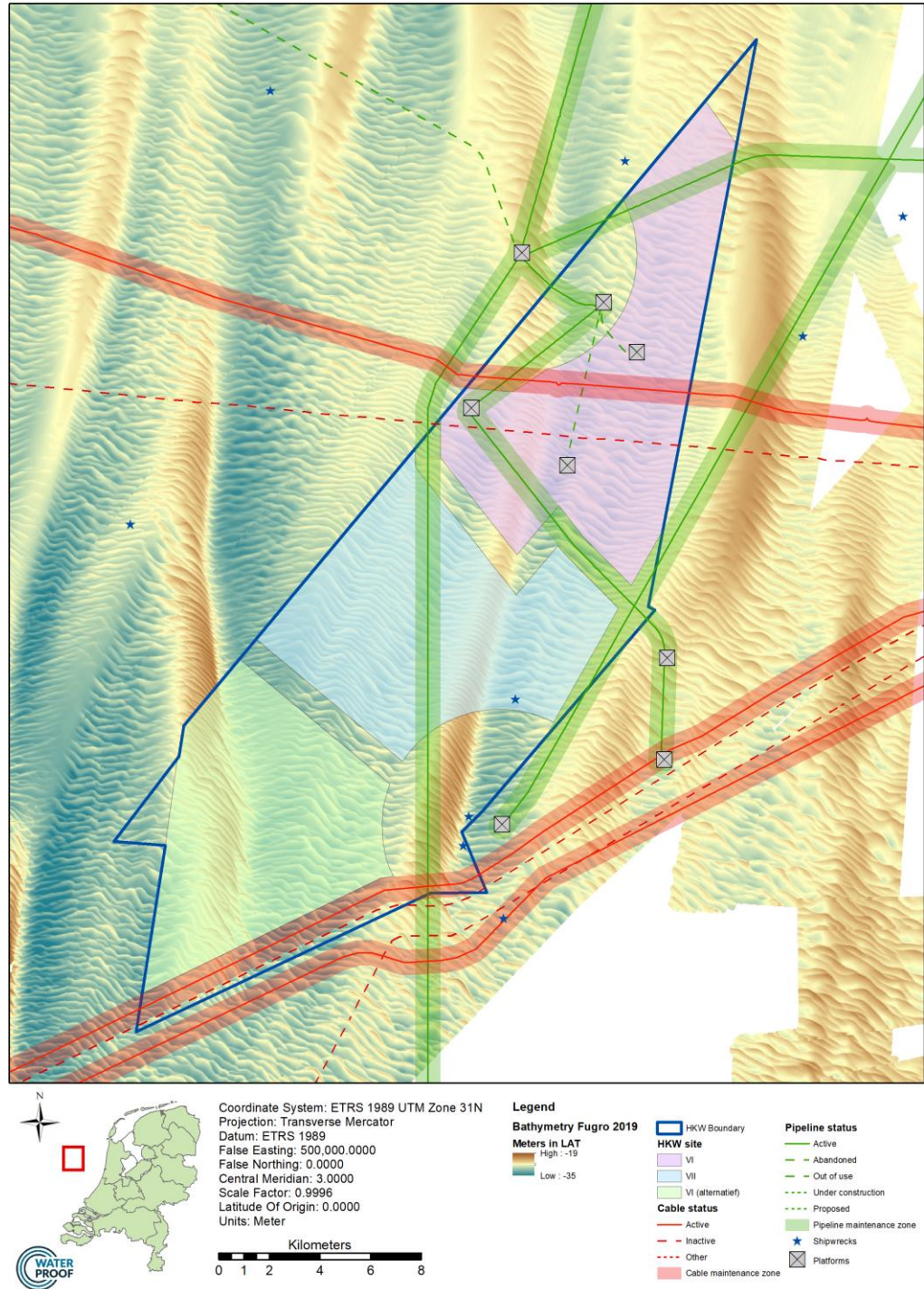


Gedetailleerde ADCP-metingen die momenteel bij de windparken HKN en HKZ worden uitgevoerd (waterdiepte 25-30 m) laten ook zien dat de residuele stroming noordelijk gericht is. Er wordt opgemerkt dat door wind de residuele stroming, en de gerelateerde sediment transporten, bij zuidelijk gerichte winden tijdelijk van richting kunnen veranderen.

#### Waterdiepte en bodemvormen

In het windenergiegebied Hollandse Kust (west) zijn enkele zandbanken aanwezig die een zuid-noord oriëntatie hebben (figuur 5.4). De zandbanken hebben een hoogte van circa 5-10 m, de hoogste delen zijn gelegen op een diepte van circa NAP -25 m, de omliggende bodem ligt op circa NAP -30 tot -35 m. De zandbanken zijn over het algemeen zeer stabiel en niet-mobiel (Svasek, 2019).

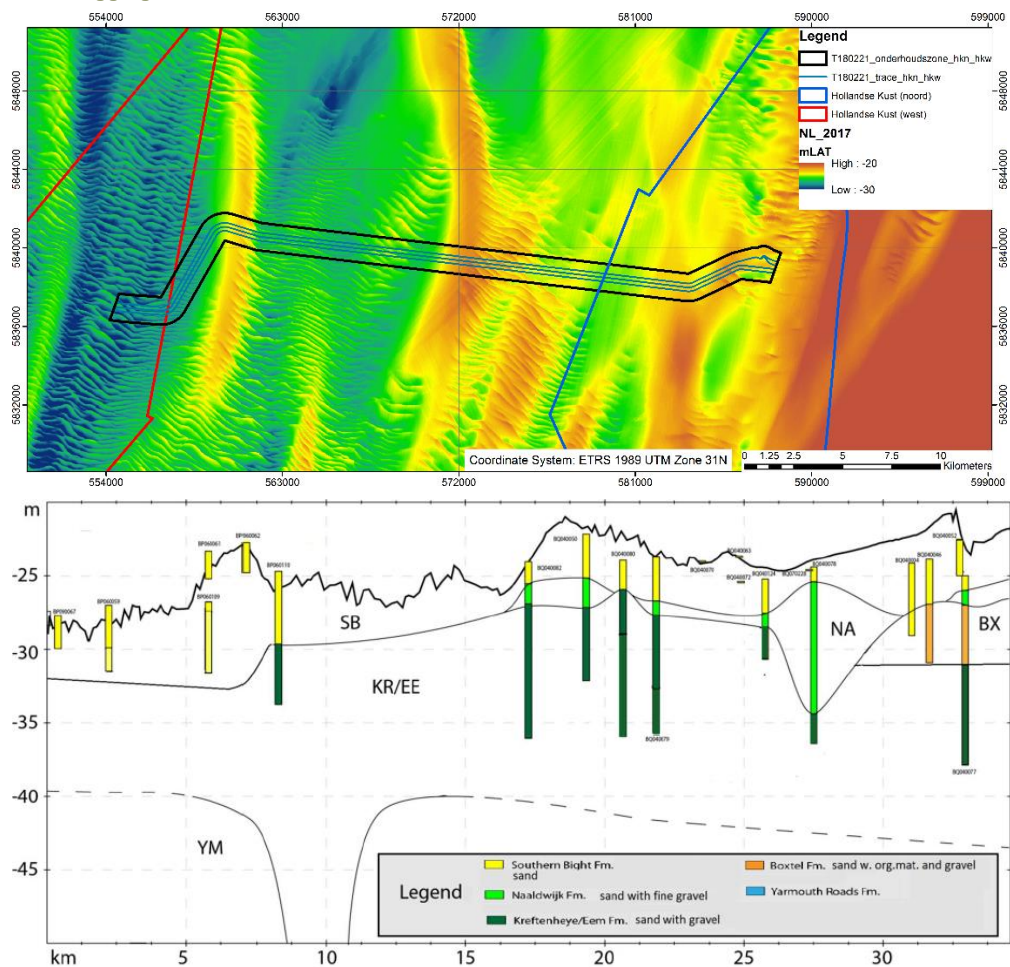
Figuur 5.4 Bathymetrie Windenergiegebied Hollandse Kust (west). Samengestelde bathymetrie van surveys uitgevoerd tussen 2012-2015 door de Hydrografische Dienst.



Bovenop de zandbanken zijn zandgolven aanwezig. Deze zandgolven hebben een hoogte van circa 2 meter met maxima tot 4 meter (Deltares, 2018A). De zandgolven migreren in een richting van -10 tot 10 graden ten opzichte van het noorden. 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 migratiesnelheden variëren tussen de circa 1,5-3,0 m/jaar (Deltares, 2018A).

In het plangebied kunnen ook megaribbels voorkomen. Deze bodemvormen hebben 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 (< 1 m) bodemvormen (ribbels) reageren het meest direct op de hydrodynamische processen.

**Figuur 5.5: Onderste paneel: Oost-westelijk georiënteerde dwarsdoorsnede van de bodemopbouw tussen het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west). Hollandse Kust (west) is gelegen tussen km 0 – 7. Bovenste paneel: locatie van de beschouwde raai en bodemligging. Bron: Deltares, 2018B**



### **Bodemsamenstelling**

In figuur 5.5 wordt een Oost-West doorsnede tussen het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west) weergegeven (Deltares, 2018A). Deze figuur laat zien dat in het Hollandse Kust (west) gebied (gelegen tussen km 0 – 7) de Southern Blight Bank formatie aanwezig is tot een diepte van circa NAP -32 m. Het Southern Bligh Bank laagpakket omvat schelphoudend zand dat actief over de zeebodem beweegt. Onder deze formatie bestaat de bodem uit de Kreftenheye en Eem tot een diepte van circa NAP -40 m. De Formaties van Kreftenheye (deels omgewerkt Eem) en Eem zijn heterogeen. De Formatie van Kreftenheye is gevormd door vlechtende rivieren tijdens en aan het eind van de laatste IJstijd en hier komt grindig zand in voor (Deltares, 2018B). De Eem Formatie is fijnkorreliger van aard en bevat naast kleig zand ook schelpen. Tenslotte is vanaf NAP -40 m de formatie van Yarmouth Roads aanwezig.

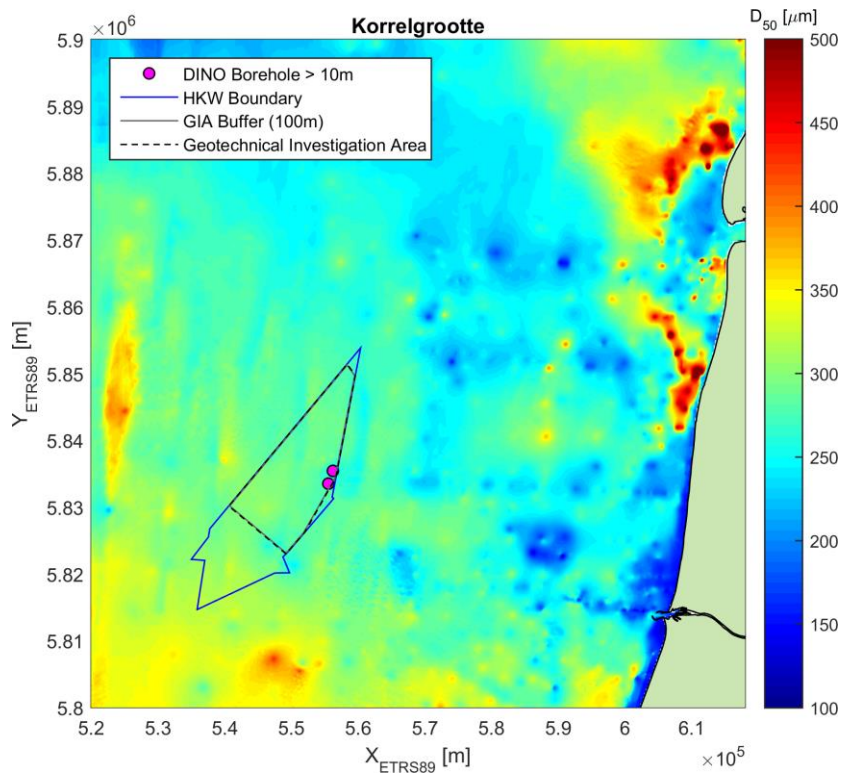
De gemiddelde korreldiameter van zeebodemsediment in de zuidelijke Noordzee vertoont een zekere samenhang met de waterdiepte en de stroomsnelheid. Diepere en verder noordwaarts gelegen gebieden zijn fijnkorreliger dan ondiepere gebieden voor de Hollandse kust (Niessen & Schüttenhelm, 1986). De zeebodem ter plaatse van het plangebied bestaat voornamelijk uit middelgrof zand (gemiddelde korrelgrootte (D50) van 250 - 350  $\mu\text{m}$ ) met een slibgehalte van <5% (zie figuur 5.6 en figuur 5.7).

In het gebied zijn niet nog veel boringen uitgevoerd naar diepere lagen. De in het Dinoloket aanwezige 2 boringen in het windparkgebied zijn weergegeven in figuur 5.7. Uit analyse van die boringen volgt dat de onderliggende lagen (tot een diepte van 10 meter) voornamelijk bestaan uit zand. Slechts op enkele plaatsen zijn kleine laagjes met meer slibrijk materiaal aanwezig. Echter, de percentages fijne deeltjes (<63 $\mu\text{m}$ ) komt nergens boven de 10%.

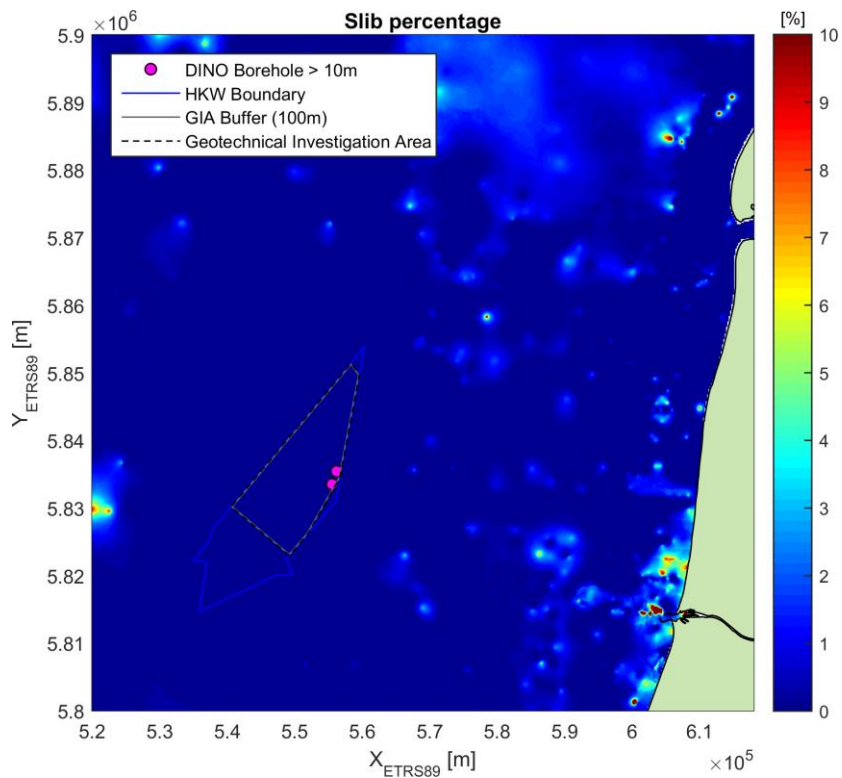
### **Troebelheid en waterkwaliteit**

De troebelheid van het water wordt bepaald door het gehalte aan zwevend materiaal in de waterkolom. Wind, getijstromingen 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 Hollandse Kust (west) circa 60 km uit de kust is gelegen is het effect daarvan ter plaatse van Hollandse Kust (west) verwaarloosbaar.

**Figuur 5.6: Korrelgrootte (D50) van het sediment in de bovenste laag van de bodem op de Noordzee en op Hollandse Kust (west). Bron: TNO, SedimentAtlas**

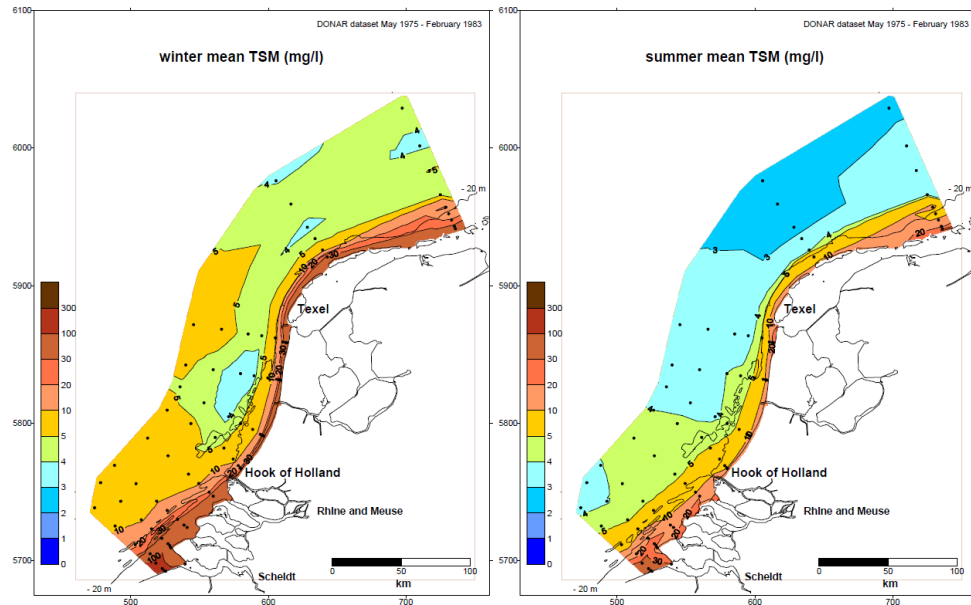


**Figuur 5.7: Percentage slib in het bodemmateriaal (bovenste laag) van het sediment op de Noordzee en op Hollandse Kust (west). Bron: TNO 2012**



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 5.8). Ter hoogte van Hollandse Kust (west) kavel VI en VII bedraagt de troebelheid gedurende de winter circa 5-10 mg/l en kleiner dan 5 mg/l gedurende gemiddelde zomercondities.

**Figuur 5.8: Gemiddelde concentratie zwevend stof langs de Nederlandse Kustzone voor gemiddelde wintercondities (linker paneel) en gemiddelde zomercondities (rechter paneel). Bron: Sediment Atlas, RIKZ, 2002**



### 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 golfgeïnduceerde stromingen evenwijdig aan de kust zijn in deze zone dominant. In de diepere delen van de Noordzee, waar het windpark gelegen is, worden de zandtransporten voor een groot deel beïnvloed door de migratie van bodemvormen (ribbels, mega ribbels en zandgolven). Omdat de meeste bodemvormen ofwel met de residuele getijtransporten noordwaarts migreren, ofwel door golven een noordelijke propagatierichting hebben, is ook het residuele zandtransport noordelijk gericht. Daarmee is ook het slibtransport netto noordwaarts gericht. De jaarlijks gemiddelde netto slibflux langs de Nederlandse kust wordt geschat op 10 - 25 miljoen ton/jaar (De Kok, 2004, Dankers, 2015).

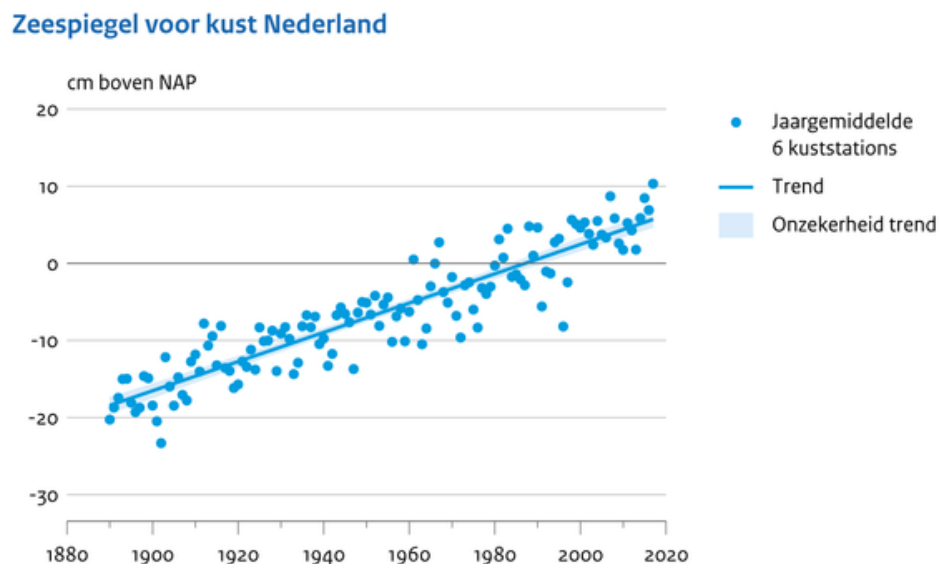
### Kustverdediging

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 Mm<sup>3</sup>/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. De stijging wereldwijd is van eenzelfde 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 IPCC geven verwachtingen van 26 tot 82 centimeter stijging tot aan het einde van de 21<sup>e</sup> eeuw.

**Figuur 5.9: Gemeten zeespiegelstijging (gemiddelde tussen 6 kuststation) op de Noordzee**



Bron: Deltares; PSM5L; bewerking PBL

PBL/mei18  
www.clo.nl/nlo22910

Om de zeespiegel bij te kunnen houden wordt verwacht dat de onderhoudsbehoefte van de Nederlandse kustlijn in de toekomst, bij gelijkblijvende zeespiegelstijging zal toenemen tot circa 12 – 24 Mm<sup>3</sup>/jaar. Wanneer de zeespiegel inderdaad versnelt gaat stijgen zal de behoefte verder toenemen tot 30-66 Mm<sup>3</sup>/jaar (NationaleVisieKust, 2013).

### 5.2.2 Autonome ontwikkeling

In de autonome ontwikkeling 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 langetermijn ontwikkeling en een zodanig grootschalige setting, dat veranderingen slechts op een grote tijdschaal significant zullen zijn. Alleen de kustverdediging is bij autonome ontwikkeling in het

geding. Indien suppletiemaatregelen ter compensatie van de gevolgen van stijging van de zeespiegel bij de autonome ontwikkeling zijn inbegrepen, vinden ook ten aanzien hiervan geen wezenlijke veranderingen plaats.

## 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 Hollandse Kust (west) 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 windturbinefunderingen enigszins 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 minder worden gehinderd dan bij een gesloten constructie. De mate waarin minder reflectie van golven optreedt is sterk afhankelijk van het ontwerp en moeilijk te kwantificeren.

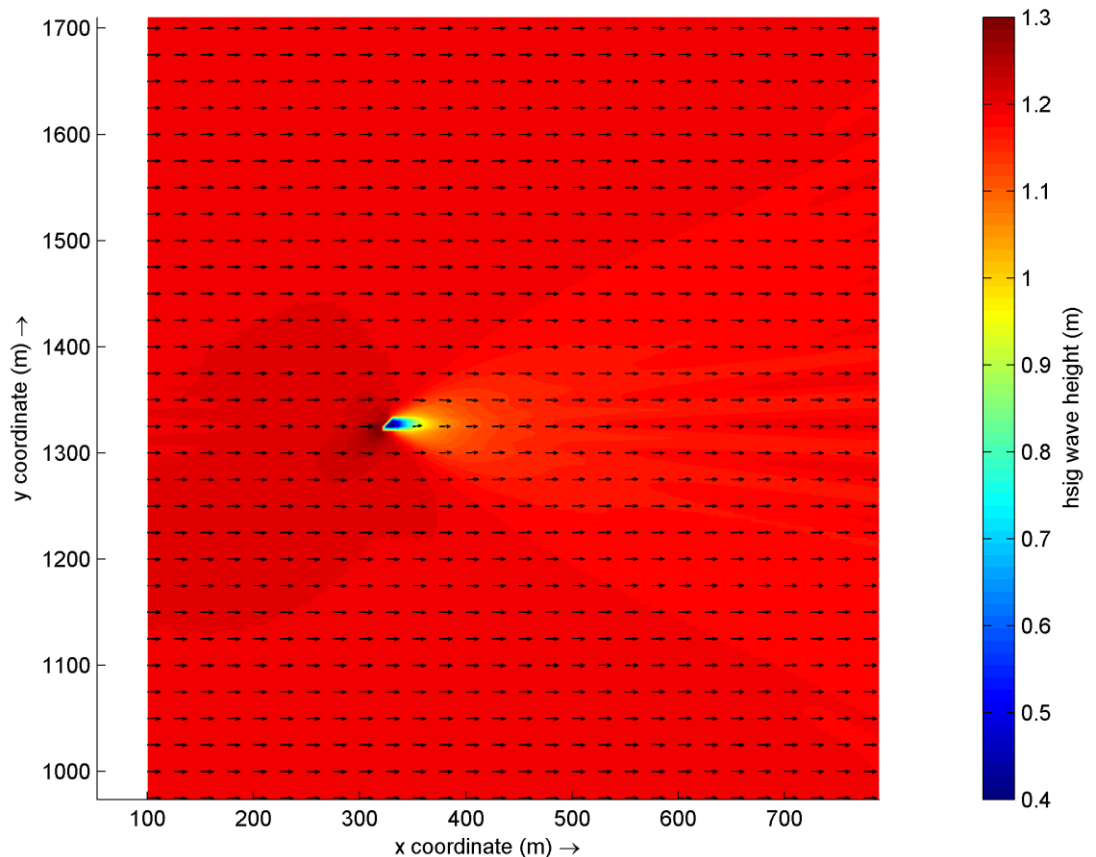
Bij funderingen waarbij sprake is van dichte constructie, zoals een monopile, suction bucket of gravity based, zal sprake zijn van een kleine verandering van het golfveld en groter ten opzichte van een open constructie. Een dergelijk fundering veroorzaakt golfreflectie aan de loefzijde en golfafscherming aan de lijzijde. Alleen zeer lokaal zal achter een dichte fundering een verlaging van de golfhoogte optreden (Hoffman et al. 1997; Chakrabari, 1987). Met een SWAN model (Simulating WAVes Nearshore) is het effect van een constructie met een diameter van 10 m op het omliggende golfveld bepaald.

De figuur 5.10 laat zien dat voor de situatie met een monopile de golven lokaal verhogen (+0,1 m) en dat achter de monopile de golfhoogte lokaal sterk afneemt (-0,5 m). De afname van golfhoogte is zichtbaar tot over een afstand van circa 100 m, hierna is de afname nog maar zeer beperkt (1-2%). Effecten van veranderingen in de bathymetrie vergroten het effect.

Omdat het effect zeer gering is en alleen lokaal optreedt, is het effect voor de alternatieven neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.



**Figuur 5.10: 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,  $dir=270$ )**



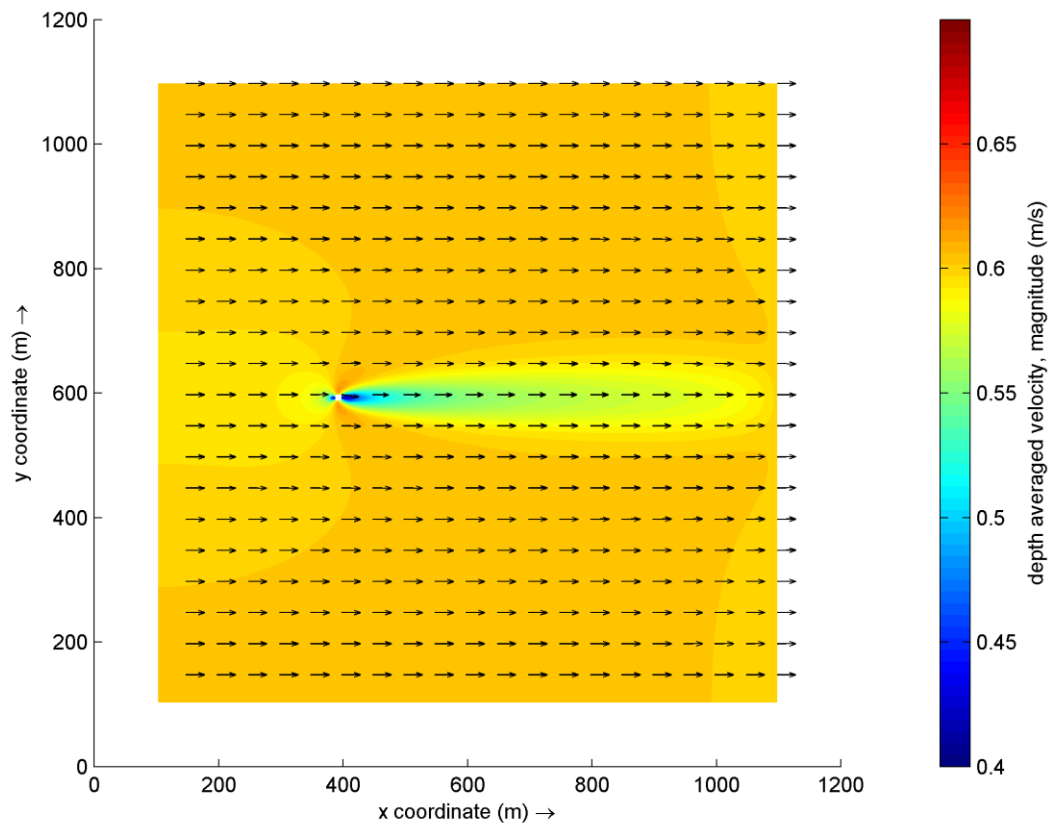
### Waterbeweging (waterstand en stroming)

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, tripile/tripod, 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, zoals bijvoorbeeld een monopile, in een stromingsveld veroorzaakt een kleine verandering van de stroomsnelheid aan weerszijden van de monopile en turbulentie aan de lijszijde van de monopile. Deze veranderingen zijn echter gering. In figuur 5.11 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 (niet gemodelleerd in Delft3D). Zidelings van de funderingen nemen de stroomsnelheden iets toe. 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 5.11: Delft3D modelresultaat; effect van een paal met een diameter van 10 m op de stroomsnelheden.**



De effecten van een gravity base fundering op de waterbeweging zijn groter doordat de gemiddelde diameter van het deel van de fundering dat zich onder water bevindt aanzienlijk groter is (circa 40-45 m). Gelijk aan de beschouwde monopile in figuur 5.11 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 uiteindelijk effect hebben op de stroming door- en om het windpark heen.

De effecten zijn gezien de beperkte omvang en het lokale karakter, voor alternatief 1 als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Wel wordt verwacht dat een gravity base fundering een beperkt negatief effect kan hebben. Derhalve scoort alternatief 2 (met de gravity base fundering) licht negatief (0/-).

### Waterdiepte en bodemvormen

De veranderingen in de bodemligging worden veroorzaakt door het sedimenttransport. Het sedimenttransport wordt onder andere beïnvloed door golven, getijstrooming 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 m/jaar zal het circa 150 jaar duren voordat de bodemligging weer op het huidige niveau ligt.

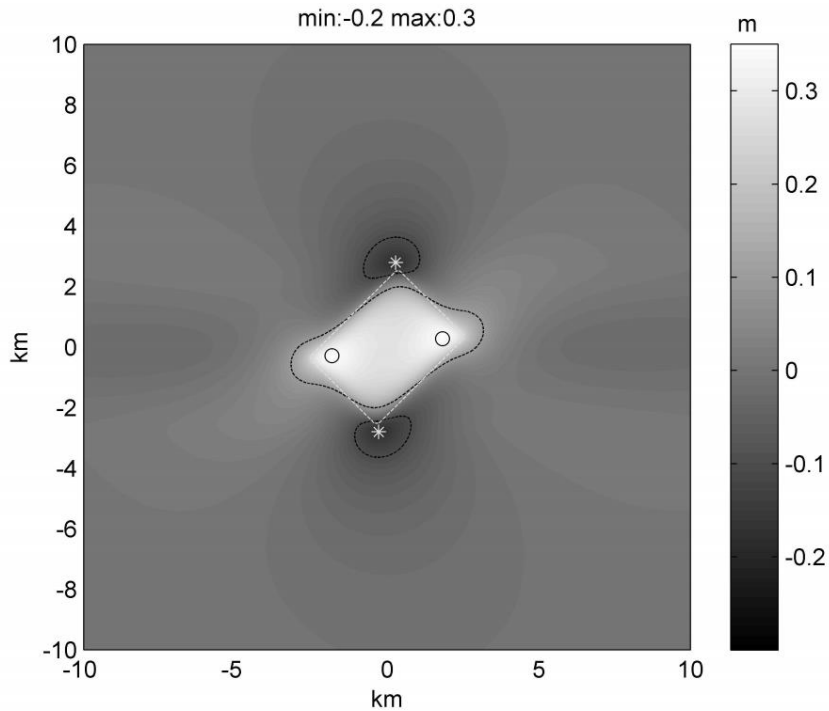
Wanneer op grote schaal van tientallen kilometers wordt gekeken naar de bodemligging van (Van Dijk, 2018) de Noordzee kan gesteld worden dat de bodemligging vrijwel niet verandert. De exacte bodemdaling of stijging is daarnaast lastig te bepalen omdat de nauwkeurigheid van de uitgevoerde bathymetrische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

### Grootschalige effecten

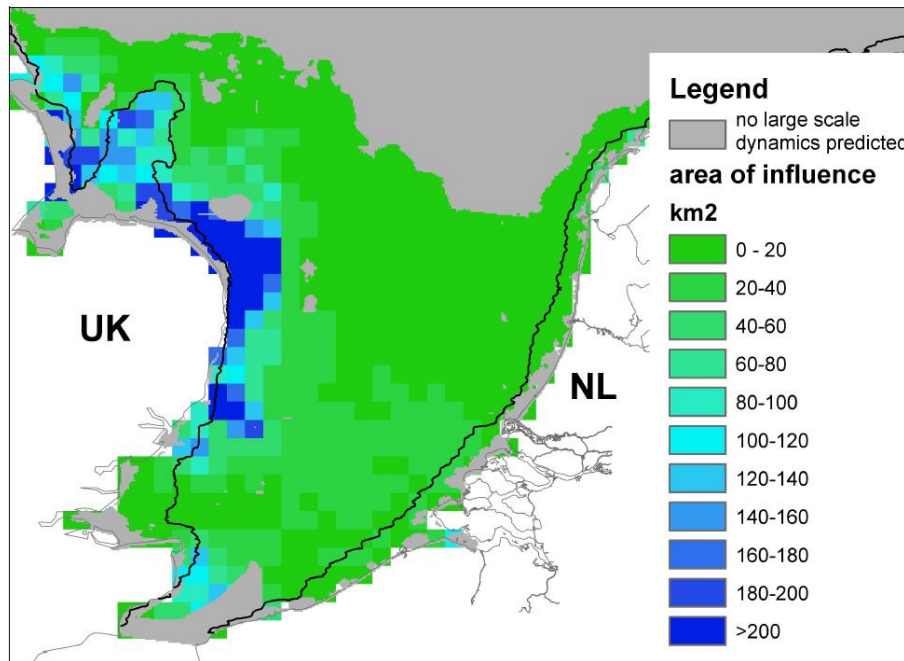
Er is nog niet veel onderzoek beschikbaar naar de grootschalige effecten van een windpark op de bodemligging. In figuur 5.12 wordt weergegeven welke invloed een fictief windpark heeft op de morfologische ontwikkeling op lange termijn (Van der Veen, 2008). Het windpark in dit voorbeeld heeft een oppervlakte 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  $\mu\text{m}$ ). Zoals uit figuur 5.12 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 Hollandse Kust (west) is vergelijkbaar met (en zeer gering lager dan) het voorbeeld.

In figuur 5.13 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 Hollandse Kust (west) wordt verwacht dat bij een windpark met een grootte van circa 14 km<sup>2</sup> en 72 windturbines het invloedsgebied circa 0-20 km<sup>2</sup> is.

Figuur 5.12 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 µm)



Figuur 5.13: 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)

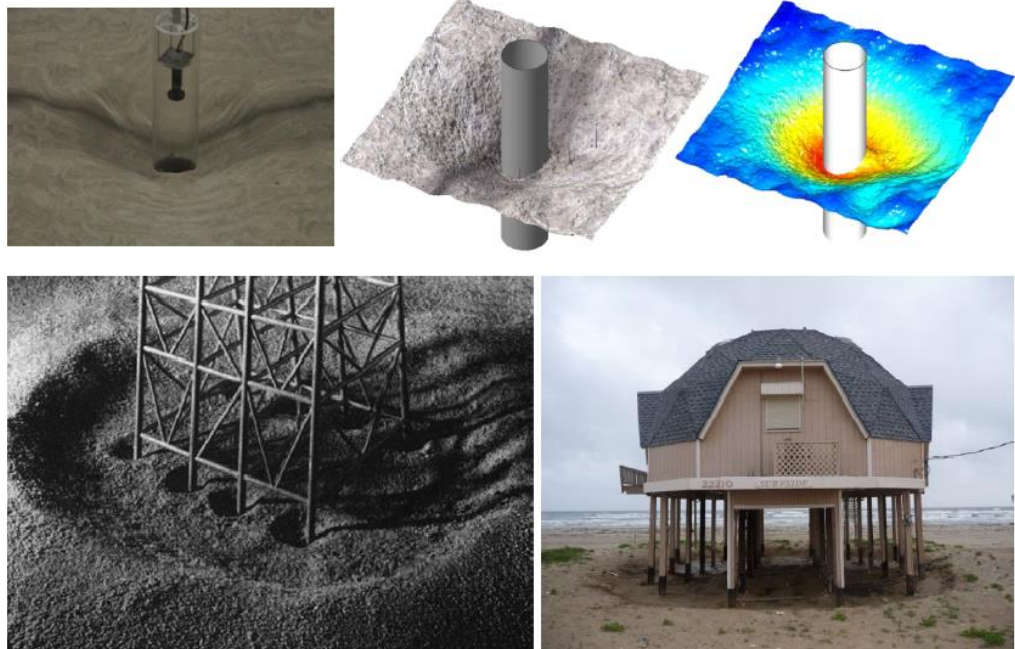


De grootschalige effecten van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (west) zijn op basis van het voorgaande en op basis van de natuurlijke veel grotere dynamiek als gevolg van bodemvorm migratie vrijwel verwaarloosbaar. De alternatieven zijn ook voor dit criterium niet onderscheidend. De effecten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

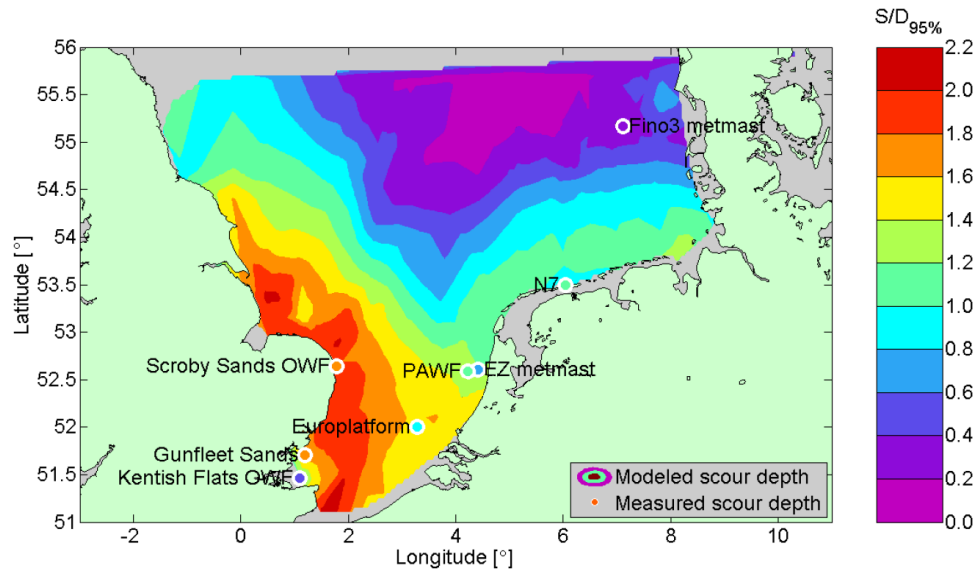
#### Lokale effecten

Lokaal kunnen de effecten op de bodemligging wel groot zijn. Wanneer geen bodembescherming wordt toegepast gaan ontgrondingskuilen rond de funderingen van de windturbines ontstaan. De grootte en diepte van deze ontgrondingskuilen is 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 5.15 is een kaart van de Noordzee weergegeven waarop de ontgrondingsdiepte in relatie tot de diameter van de fundering is gepresenteerd. Vergelijkbaar met figuur 5.13 worden de grootste ontgrondingskuilen verwacht langs de Engelse kust. Ter plaatse van Hollandse Kust (west) wordt verwacht dat de diepte circa 1,0-1,4 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 zal de ontgraving worden tegengegaan.

**Figuur 5.14: Voorbeelden van ontgrondingskuilen die bij funderingen van windturbines kunnen ontstaan (Deltares, 2018)**



**Figuur 5.15: Kaart waarop de ontgrondingsdiepte versus de paaldiameter is weergegeven voor de Noordzee (Deltares, 2018)**



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.

### Bodemsamenstelling

De samenstelling van de bodem binnen het plangebied van Hollandse Kust (west) is vrij uniform. De bodem bestaat uit erodeerbaar sediment, voornamelijk middelgrof zand (250 – 350). 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 grootschalig zeebodemveranderingen. Dit blijkt ook uit onderzoek dat is gedaan naar de morfologische effecten van het Prinses Amaliawindpark (ACRB, 2013) en onderzoek dat onlangs (2018-2019) door onder andere Deltares in het JIP HaSPro (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 die ook nog eens zeer geleidelijk in de tijd ontstaan (tijdschaal maanden tot jaren, zie als voorbeeld figuur 5.16).

De fijne fractie die zeer gering in het sediment aanwezig is zal daardoor ook langzaam in suspensie komen waardoor geen verhoging van de troebelheid plaatsvindt. Uit onderzoek van Floeter et al. (2017), wordt daarnaast geconcludeerd dat uit resultaten van een vooronderzoek naar de invloed van een offshore windpark op vertroebeling blijkt, dat het moeilijk is de

vertroebeling die door een windpark wordt veroorzaakt te scheiden van natuurlijke vertroebeling.

**Figuur 5.16: 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 ordegrrootte 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).

#### **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). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

#### **Kustverdediging**

De gevolgen van kavel VI en VII 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). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

### 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). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

#### 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). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

#### 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 ( $\varnothing$  40 – 50 m) en erosiebescherming ( $\varnothing$  120 - 150 m) groter dan bij de andere funderingstypen (zie 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 exportkabels 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 techniek (ploegen, trenchen of een combinatie) zal de verstoorde breedte maximaal 15 meter zijn (breedte van een trencher). Wanneer de kabel dieper ingegraven wordt, is de verstoorde breedte groter. 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 6 turbines van 10 MW op een streng worden aangesloten<sup>27</sup>. Dit betekent dat er 60 MW per streng kan worden aangesloten wat neer komt op 6 turbines van 10 MW (alternatief 1) per streng of 4 turbines van 16 MW (alternatief 2) per streng. Voor alternatief 1 wordt daarom als uitgangspunt genomen dat in totaal 13 strengen nodig zijn voor alternatief 2 in totaal 12 strengen. De totale lengte aan parkbekabeling (worst case) zal neerkomen op circa 160 tot 170 km (beide alternatieven vallen binnen deze range).

<sup>27</sup> Tennet. 2015. 66 kV Systems for Offshore Wind Farms. Report No.: 113799-UKBR-R02, Rev 2. 05-03-2015



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 ontwikkeld 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 windturbine wordt aangelegd. Het (tijdelijk) verstoorde oppervlak ligt daarmee rond de 170 km x 15 m breed + 20% = 310 ha.

Om bovenstaande redenen zijn de effecten op waterdiepte en bodemvormen neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De effecten van de alternatieven zijn niet onderscheidend.

#### **Bodemsamenstelling**

Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het 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 deze effecten.

Door de aanleg van erosiebescherming wordt hard substraat in de vorm van stortsteen geïntroduceerd). De erosiebescherming wordt uitsluitend zeer lokaal (drie maal de diameter van de monopaal) 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 m<sup>3</sup> worden gefluïdiseerd. Bij een percentage slib van circa 2% (conservatief) en een dichtheid van 1600 kg/m<sup>3</sup> 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 (<<

5%) 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/liter, maar kan tijdens storm oplopen tot 1.000 mg/liter. 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 begraven van de kabels (trenchen, jetten, mass-flow excavation) is niet wezenlijk onderscheidend voor de effecten.

De effecten worden om bovenstaande redenen neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Bij de verwijdering van de gravity based fundering treden vergelijkbare effecten op, maar in geringere omvang. Bij de beoordeling is, gezien de geringe omvang en tijdelijk aard van de effecten, geen onderscheid gemaakt tussen de alternatieven.

#### **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 (effectbeoordeling: 0). Bij de beoordeling wordt, gezien de geringe omvang en tijdelijk 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). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

### **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 zijn neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

## 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 parkbekabelingstracé en is van tijdelijke aard. Alleen bij een gravity based 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 (16 MW)	Alternatief 2 (10 MW)
Golven	0	0
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0	0/-
Waterdiepte en bodemvormen	0	0
Bodemsamenstelling	0	0
Troebelheid en waterkwaliteit	0	0
Sedimenttransport	0	0
Kustverdediging	0	0

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 bodemverstoord 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.

## 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 Hollandse Kust (west) zullen nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en verwaarloosbare effecten optreden.

Op het schaalniveau van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) 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) en de waterbeweging en morfologie (Van der Veen, 2008). 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 onduidelijkheid van de ontwikkelingen van windenergie op het Nederlandse deel van de Noordzee. De effecten ten aanzien van cumulatie op het niveau van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) worden dan ook als neutraal beoordeeld.

## 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. 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 is opgenomen. Dit hoofdstuk is te beschouwen als een samenvatting van het rapport van Bureau Waardenburg. Voor meer informatie en achtergronden wordt verwezen naar dit rapport.

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 sluit af met leemten in kennis.

De toetsing aan de Wet natuurbescherming gebeurt voor soorten in bijlage 7 en voor gebieden in bijlage 8 (Passende Beoordeling).

### 6.2 Te beschouwen alternatieven/bandbreedte

In kavel VI worden windturbines met een totale maximale capaciteit van 760 MW gebouwd. Ontwikkelaars kunnen voor de bouw zelf bepalen welke turbines gebouwd gaan worden en in welke configuratie, binnen de bandbreedte die is aangegeven in het kavelbesluit (zoals minimaal 10 MW per turbine). Om tot een goede inschatting te komen van de effecten van mogelijke initiatieven binnen de kavels worden de effecten op ecologie bepaald voor een bandbreedte van verschillende lay-outs en turbintypes (tabel 6.1). Deze specificaties garanderen een worst case benadering van effecten. Daarbij gaat het met name om het verschil in rotordiameter (minimum 164 en maximum 279 meter) en het verschil in aantal turbines (minimaal 47 en maximaal 76 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)	Oppervlakte van kavel VI (km <sup>2</sup> )
1	10 MW	76	760	25	107	164	90
2	16 MW	47	752	25	164,5	279	90

Uitgangspunt is dat de turbines driebladig zijn, zoals de gangbare techniek momenteel is. Om ook het effect van tweebladige turbines in beeld te brengen, wordt hier specifiek een paragraaf aan besteed. Daarnaast wordt ingegaan op welke effecten verwacht worden als kavel VI aan de zuidzijde van windenergiegebied Hollandse Kust (west) wordt gerealiseerd (verkavelingsalternatief).

### 6.3 Beoordelingskader

De beoordeling van effecten van de verschillende alternatieven (§6.2) 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 2.4 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 VI behandeld tijdens deze drie verschillende stadia. Er wordt onderscheid gemaakt in drie groepen vogels:

- lokaal verblijvende niet-broedvogels;
- broedende (kolonie)vogels;
- vogels op seizoenstrek.

Ook wordt het effect beschouwd op vleermuizen tijdens de aanleg-, gebruiks- en verwijderingsfase.

Tabel 6.2 Beoordelingskader vogels en vleermuizen.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
VOGELS	
Aanleg windpark (constructiefase)	
Verstoring aanleg fundering	Aantal verstoorde vogels
Verstoring door scheepvaart	Aantal verstoorde vogels
Gebruik windpark (operationele fase)	
Lokaal verblijvende niet-broedvogels	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers <sup>28</sup>
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines, onderhoud en habitatverandering door veranderd gebruik	Aantal verstoorde vogels
Broedende (kolonie)vogels	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers

<sup>28</sup> Binnen het Kader Ecologie en Cumulatie 3.0 (Rijkswaterstaat, 2018) is afgesproken om het effect van habitatverlies te kwantificeren door een sterfte van 10% aan te houden van de individuen die habitatverlies ondervinden.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers <sup>29</sup>
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud	Aantal verstoorde vogels
Vogels op seizoenstrek	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Aantal kilometers omvliegen
Habitatverlies	Aantal km <sup>2</sup> van het foerageergebied
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud	Aantal verstoorde vogels
Verwijdering windpark (verwijderingsfase)	
Verstoring door verwijderen kabeltracé	Aantal verstoorde vogels
Verstoring door scheepvaart	Aantal verstoorde vogels
VLEERMUIZEN	
Aanvaringsrisico	Aantal vleermuisslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Aantal km <sup>2</sup> 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 de volgende tabel 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. Geen overtreding van verbodsbepalingen (soortenbescherming Wet natuurbescherming) of negatieve effecten (mogelijk wel positieve) op doelen van beschermde gebieden (gebiedsbescherming Wet natuurbescherming).
+	Positief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een merkbare positieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. Geen overtreding van verbodsbepalingen (soortenbescherming Wet natuurbescherming) of negatieve effecten (mogelijk wel positieve) op doelen van beschermde gebieden (gebiedsbescherming Wet natuurbescherming).

Score	Effect	Gevolgen
0	Neutraal effect	Voorgenomen ingreep onderscheidt zich niet wezenlijk van de referentiesituatie. Geen overtreding van verbodsbepalingen (soortenbescherming Wet natuurbescherming) of effecten op doelen van beschermde gebieden (gebiedsbescherming Wet natuurbescherming).
-	Negatief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een merkbare negatieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. Overtreding van verbodsbepalingen (soortenbescherming Wet natuurbescherming) en effecten op doelen van beschermde gebieden (gebiedsbescherming Wet natuurbescherming) zijn mogelijk.
--	Sterk negatief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. Overtreding van verbodsbepalingen (soortenbescherming Wet natuurbescherming) en effecten op doelen van beschermde gebieden (gebiedsbescherming Wet natuurbescherming) zijn waarschijnlijk.

## 6.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Om te beoordelen in welke mate een toekomstig windpark in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) 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 op het Nederlands deel van de Noordzee inclusief windenergiegebied Hollandse Kust (west), zoals die ook gebruikt zijn in het Kader Ecologie en Cumulatie en de recente actualisatie daarvan (Rijkswaterstaat 2019, Gyimesi et al 2018 en Van der Wal et al, 2018).

Daarvoor zijn de volgende bronnen gebruikt:

- Negen vliegtuigtellingen, die ook het windenergiegebied Hollandse Kust (west) doorkruisten, zijn uitgevoerd in 2010-2011 in het kader van het Shortlist Masterplan programma (Rijkswaterstaat) (Poot et al, 2011);
- 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) en diverse Europese tellingen die zijn samengebracht in de European Seabirds At Sea (ESAS) database (Tasker et al, 1984, Reid & Camphuysen 1998);
- Data die beschikbaar zijn van vogeltellingen uitgevoerd voor de bouw van de windparken in de nabijheid (Luchterduinen, OWEZ en Prinses Amaliawindpark (Skov, et al, 2015a; Skov, et al, 2015b; Skov et al, 2016, Skov et al, 2017, Heinänen & Skov, 2018, Krijgsveld et al, 2011; Leopold et al, 2013b).

In vergelijking met vogels is er weinig bekend over de populatiegroottes van vleermuizen. Het European Topic Centre on Biological Diversity 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. Verder zijn de gegevens over vleermuizen uit het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat 2015, 2019) ook in voorliggende hoofdstuk verwerkt. De



totale populatiegroottes liggen in werkelijkheid hoger dan gepresenteerd in dit MER. Dit komt voornamelijk omdat data van (grote) niet-Europese landen, zoals Rusland en Wit-Rusland, ontbreken. Bovendien ontbreken populatieschattingen ook voor een aantal EU landen, zoals voor Denemarken, Duitsland en Estland, of zijn deze gebaseerd op 'expert judgement' (Rijkswaterstaat 2015).

#### 6.4.1 Lokaal verblijvende niet-broedvogels

In de volgende tabellen worden de maandelijks getelde dichtheden (aantallen per km<sup>2</sup>) weergegeven voor de verschillende soorten en soortgroepen en de verschillende bronnen (vliegtuigtellingen (Poot et al, 2011) en vliegtuig- en scheepstellingen (MWTL/ESAS)).

**Tabel 6.4 Gemiddelde dichtheden (aantallen per km<sup>2</sup>) in windenergiegebied Hollandse Kust (west) kavel VI op basis van geïnterpoleerde gegevens van vogels geteld vanuit vliegtuigen (Poot et al. 2011a).**

soort/soortgroep	2010						2011		
	5	7	8	9	10	11	1	2	4
duikers						0,02	0,05	0,02	
jan-van-gent		0,14	0,78	0,26	0,30	0,34		0,03	
dwergmeeuw						0,14		0,22	1,35
drieteenmeeuw			0,00	2,71	0,95	0,20	0,41	1,86	
grote meeuwen	1,30	1,37	0,31	6,35	0,36	0,71	0,45	0,97	1,11
grote stern	0,00	0,00	0,19						0,88
alk						0,06	1,46	0,32	
alkachtigen			0,02	0,01	7,37	0,23	2,25	4,28	1,37

**Tabel 6.5 Geïnterpoleerde dichtheden (aantallen per km<sup>2</sup>) van vogels in Kavel VI van Hollandse Kust (west). Tweemaandelijks dichtheden zijn bepaald op basis van ESAS/MWTL tellingen conform Rijkswaterstaat (2019) voor kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, zilvermeeuw, jan-van-gent, drieteenmeeuw en grote jager, en conform Rijkswaterstaat (2015) voor de andere soorten.**

soort/soortgroep	feb	apr	jun	aug	okt	dec
aalscholver	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
alk	3,2	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5
drieteenmeeuw	0,4	0,2	0,2	0,0	0,6	0,5
duikers	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
dwergmeeuw	0,0	0,6	0,0	0,0	0,1	0,0
fuut	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
grote jager	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
grote mantelmeeuw	0,2	0,1	0,1	0,3	0,4	0,3
grote stern	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
jan van gent	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,9
kleine alk	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
kleine jager	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
kleine mantelmeeuw	0,6	0,8	0,4	0,3	0,4	0,0

soort/soortgroep	feb	apr	jun	aug	okt	dec
kokmeeuw	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
kuifaalscholver	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
noordse stormvogel	0,8	0,2	0,2	0,0	0,1	0,5
papegaaiduiker	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
stormmeeuw	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
stormvogeltje	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
vaal stormvogeltje	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
visdief/noordse stern	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0
zeekoet	5,8	0,7	0,0	0,6	4,6	7,0
zilvermeeuw	0,4	0,5	0,3	0,2	0,5	0,5
zwarte zee-eend	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0

#### 6.4.2 Broedende (kolonie) vogels

Binnen de begrenzing van het plangebied 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 de volgende tabel aangegeven of de soort in aanvaring kan komen met windturbines in de kavel qua vlieghoogte of afstand tot de broedplaats (incidentele exemplaren die een grotere foerageerafstand hebben daargelaten). 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 6.6 Kolonievogels die beschermd zijn in het kader van de Wet natuurbescherming en bereik in verband met potentie van aanvaring met windturbines in kavel VI.**

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	Nee, kavel VI ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
Aalscholwers	Nee, kavel VI ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
Noordse stormvogel	Ja, maar ze vliegen vrijwel uitsluitend vlak boven het wateroppervlak.	Nee
Drieteenmeeuw	Ja, maar kavel VI ligt buiten bereik van beschermde kolonies op basis van hun reguliere vliegbewegingen, dus het gaat hooguit om incidenten.	Nee
Kokmeeuw	Nee, kavel VI ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
Stormmeeuw	Nee, kavel VI ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
Kleine mantelmeeuw	Ja, de Natura 2000-kolonie in de Duinen en Lage Land Texel kan kavel VI bereiken.	Ja
Zilvermeeuw	Nee, kavel VI ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
Grote mantelmeeuw	Nee, kavel VI ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee

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?
Dwergstern	Nee, kavel VI ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
Noordse stern	Nee, kavel VI ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
Visdief	Nee, kavel VI ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
Grote stern	Nee, kavel VI ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
Zeekoet	Nee, kavel VI ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
Alk	Nee, kavel VI ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee

In het kader van de soortbescherming van de Wet natuurbescherming worden ook aanvaringslachtoffers berekend, zie bijlage 7.

### 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, LWT/SOVON 2002, Exo et al 2002, Krijgsveld et al 2011, Hill et al 2014). In de volgende tabel zijn de belangrijkste soorten opgenomen voor Hollandse Kust (west).

Tabel 6.7 Overzicht van de meest voorkomende soorten in drie trekgroepen boven windenergiegebied Hollandse Kust (west).

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	+
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	+/-

Soort	Voorkomen*	Vliegrichting**	Vlieghoogte***
grote zee-eend	2	2	+/-
eider	1	2	+/-
kokmeeuw	1	2	+
zilvermeeuw	1	2	+
stormmeeuw	1	2	+
grote stern	3	2	+
visdief	2	2	+
zwarte stern	1	2	+
steltlopers	1	2	-
bijv. rosse grutto, bonte strandloper, tureluur, zilverplevier			
'land'vogels (zang- en watervogels)			
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	- / -^
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 rotor hoogte			

### Vliegintensiteit

Naar verwachting vertonen alle zeevogels hier breedfront trek vanuit het Kanaal de Noordzee op en vice versa. Specifieke trekbanen met hogere trekdichtheden zijn niet bekend uit het gebied. Voor landvogels is in onderstaande tabel een schatting gegeven van de flux (aantal

vogels dat passeert). Aangezien geen lokale fluxmetingen zijn gedaan zijn gegevens bij OWEZ de beste kwantitatieve schatting in windenergiegebied Hollandse Kust (west), zie tabel 6.8.

**Tabel 6.8 Schatting van de flux van niet-zeevogels per strekkende km die door windenergiegebied Hollandse Kust (west) op rotorhoogte trekken en procentuele soortgroepverdeling vastgesteld met behulp van visuele waarnemingen door Krijgsveld et al. (2011) rond OWEZ. Hiervoor is uitgegaan van de rotorgrootte van OWEZ en voor zangvogels twee rotorgrootte alternatieven van Hollandse Kust (west) (V1 = 107 m ashoogte en 164 m rotordiameter; V2 = 164,5 m ashoogte en 279 m rotordiameter)<sup>30</sup>.**

Soortgroep	Fractie van totale flux op OWEZ	Aantalsschattingen per strekkende kilometer		
		OWEZ	Hollandse Kust (west) V1	Hollandse Kust (west) V2
ganzen en zwanen	0,007	~2.000	idem	idem
eenden	0,004	~400	idem	idem
reigers	0,001	~400	idem	idem
roofvogels en uilen	0,0004	~200	idem	idem
steltopers	0,003	~500	idem	idem
zangvogels overdag	0,15	~17.000	~25.000	~32.000
zangvogels nacht	1	~90.000	~130.000	~168.000
zangvogels totaal		~107.000	~155.000	~200.000

### Vliegrichtingen

In het najaar vliegen trekvogels van het vaste land naar de Britse Eilanden, terwijl in het voorjaar de trekstroom omgekeerd is. 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 is voor de verschillende groepen trekvogels de vliegrichting onderscheiden.

### Vlieghoogtes

Zeevogels trekken eigenlijk onder bijna alle omstandigheden, echter een gunstige wind ten opzichte van de trekrichting is van invloed voor de meeste soorten. Het is bekend dat ze in grote aantallen op lage hoogten vliegen (onder de 100 m, maar meestal nog veel lager), en daarmee zijn bij windturbines met hogere tiplaagtes in het algemeen minder aanvaringslachtoffers 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.

Met name niet-zeevogels trekken bij voorkeur onder gunstige omstandigheden over voor hen gevaarlijke grote zee-oppervlakten, dat wil zeggen; gunstige wind (in de rug), geen neerslag en geen gesloten wolkendeck. Vaak is de trek dan beperkt tot maar een aantal hoogtelagen;

<sup>30</sup> Voor zangvogels is een hoogteprofiel beschikbaar (tijdens oktobernachten in OWEZ), zodat onderscheid gemaakt kan worden tussen verschillende rotorhoogten. Hiervoor zijn de turbine-afmetingen van 10 MW en 16 MW turbines genomen.

daaronder bewegen zich dan vooral de startende en landende vogels. Zangvogels en steltlopers vliegen op gunstige dagen vaak op honderden meters hoogte tot meer dan 2 km hoogte, waarbij de onderste lagen relatief leeg zijn. Onder minder gunstige omstandigheden (tegenwind) verplaatsen de vogels zich in de onderste luchtlagen en is het in de hogere luchtlagen rustig. Gemiddeld genomen vliegt ongeveer 20% van het totale volume aan trek op een hoogte van rond 100 m; dit zijn vooral zangvogels en dan vooral in de nacht (Krijgsveld et al. 2011).

#### **Routes trekvogels over Noordzee**

De afbakening van migratieroutes is niet eenvoudig. Zeer veel vogels trekken over de Noordzee en hun herkomst (broedgebied) en bestemming (overwinteringsgebied) zijn over het algemeen bekend. Veelal is er echter geen sprake van vast omschreven "routes", zeker niet in een vorm waarin deze exact op een kaart kunnen worden gezet en waarvan dan zou kunnen worden aangegeven of deze over of juist langs het windenergiegebied Hollandse Kust (west) lopen. In bijlage II van bijlage 4 zijn de relevante kaarten omtrent hoofdmigratieroutes uit Lensink & van der Winden (1997) opgenomen. Kort samengevat kunnen de volgende globale trekpatronen over het plangebied onderscheiden worden:

- Seizoenstrek van vogels (zangvogels, watervogels, zeevogels) die van noordelijke/oostelijke broedgebieden in Scandinavië/Siberië naar zuidelijke/zuidwestelijke overwinteringsgebieden vliegen en in het voorjaar vice versa;
- Seizoenstrek van vogels die van noordelijke/oostelijke broedgebieden in Scandinavië en Siberië naar westelijke overwinteringsgebieden op de Britse eilanden vliegen en in het voorjaar weer terug;
- Seizoenstrek (najaarstrek) van zeevogels die van de Britse Eilanden naar de Continentale kustlijn oversteken om vervolgens langs die kustlijn naar het zuiden door te trekken.

### **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 Hollandse Kust (west) tot de kust is uitgesloten dat er in het windenergiegebied foerageervluchten worden gemaakt.

#### **Vleermuizen tijdens seizoenstrek**

Langeafstand migratie is voor de rosse vleermuis en ruige dwergvleermuis goed gedocumenteerd. Deze soorten trekken in de herfst vanuit Scandinavië, de Baltische Staten en zelfs vanuit Rusland naar plaatsen in Europa met een zachter zeeklimaat (Rydell et al. 2014). 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 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. 2014 a, b, 2017, 2017c). In sommige windparken in de Noordzee, zoals PAWP, zijn binnen een maand meer dan 100 vleermuisgeluiden opgenomen (Lagerveld et al. 2014a, Jonge Poerink et al, 2013). In de

Nederlandse windparken OWEZ en PAWP zijn met zekerheid ruige dwergvleermuizen en rosse vleermuizen waargenomen (Jonge Poerink et al. 2013, Lagerveld et al. 2015). Deze parken liggen dicht bij de kust dan windenergiegebied Hollandse Kust (west). Omdat ook vanaf deze locaties vleermuizen zijn vastgesteld, is het voorkomen van deze soorten in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) te verwachten. 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 (*Vespertilio murinus*), bosvleermuis (*Nyctalus leisteri*), noordse vleermuis (*Eptesicus nilsoni*), laatvlieger (*Eptesicus serotinus*) en gewone dwergvleermuizen (*Pipistrellus pipistrellus*). Rosse vleermuizen gebruiken echolocatie van een lagere frequentie dan ruige dwergvleermuizen. Lagere tonen worden minder gedempt door de atmosfeer en dragen dus verder. Rekening houdend hiermee in detectiekansberekeningen (EUROBATS), dan komt het percentage van rosse vleermuizen waarschijnlijk nog iets lager uit.

Op basis hiervan kan de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) slachtoffers van de ruige dwergvleermuis en de rosse vleermuis vallen. Daarom wordt hieronder een populatieschatting van deze soorten gegeven (voor verdere informatie zie bijlage 4). Andere soorten zijn slechts incidenteel en in zeer kleine aantallen boven de Noordzee waargenomen. Aanvarings-slachtoffers van deze soorten worden daarom slechts kort behandeld in dit MER.

De herkomst van ruige dwergvleermuizen over de Noordzee is nog nooit systematisch bestudeerd. Door Limpens et al (2017) 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). Momenteel is een programma opgestart om meer te weten te komen over de grootte van bronpopulaties van trekkende vleermuizen (Lagerveld et al, 2017a) en om trekkende vleermuizen te gaan volgen op zee (Lagerveld et al, 2017b).

De meest waarschijnlijke herkomst van trekkende rosse vleermuizen boven de Noordzee is te vinden in de Baltische Staten, Wit-Rusland, Rusland, Polen, Duitsland en mogelijk Scandinavië. Op basis van deze kennis worden in de volgende tabel populatieschattingen en trends zover bekend voor deze landen weergegeven.

**Tabel 6.9 Populatieschattingen en trends in mogelijke EU herkomstlanden van rosse vleermuizen in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) (source: 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	=

Wat betreft overige vleermuissoorten is de gewone dwergvleermuis tijdens de meest recente meting van Imares/Field Company slechts een keer waargenomen op OWEZ in augustus 2013. Op basis hiervan lijkt het waarschijnlijk dat de gewone dwergvleermuis slechts als dwaalgast of zeldzame bezoeker op de Noordzee waar te nemen is.

De tweekleurige vleermuizen komen niet in het Verenigd Koninkrijk voor en zijn zeldzaam in België, Nederland en Denemarken. Tweekleurige vleermuizen zijn meerdere malen gevonden op platforms in de Noordzee, maar alle waarnemingen komen vanuit gebieden ten noorden van Nederland (Boshamer & Bekker 2008).

## 6.5 Effectbeschrijving

In deze effectbeschrijving wordt eerst in z'n algemeenheid ingegaan op de 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 VI beschreven (6.5.2). In paragraaf 6.5.3 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. In het algemeen kunnen er drie hoofdeffecten van windturbines op zee op vogels worden onderscheiden (b.v. Drewitt & Langston, 2006):

- Aanvaringen
  - effecten op passerende (lees: vliegende) vogels, kortweg aanvaringsrisico's genoemd. Vogels kunnen met de rotor, de mast of het zog achter de windturbine in aanraking komen en gewond raken of sterven. Dit gevaar is 's nachts het grootst, met name in donkere of mistige nachten.
- 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 geheel. De verstoringafstand verschilt per soort. Dit leidt er toe dat een bepaald oppervlak voor gebruik door vogels verloren gaat. Verstoring van broedgebieden wordt hier buiten beschouwing gelaten omdat op zee geen vogels broeden.

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.

Alle bovengenoemde effecten doen zich voor tijdens de diverse fasen van de ontwikkeling en het gebruik van een windpark in het windenergiegebied Hollandse Kust (west):

- Aanlegfase - aanleg van funderingen, plaatsen turbines, aanleg kabels en hieraan gerelateerde scheepvaartbewegingen;
- Gebruiksfase - 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 Hollandse Kust (west) 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 Hollandse Kust (west). Echter de uitkomsten vormen de best beschikbare indicatie van de mogelijke effecten van een windpark aldaar op de verschillende soort(groep)en. Dit geldt met name voor de resultaten verkregen in de parken net over de grens in België gezien de 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 versterking 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. Gewinning van zee-eenden na enkele gebruiks jaren.
NLD	zeevogels en landvogels	Uitwijkgedrag door jan-van-gent, duikers, alkachtigen en zwarte zee-eend, ganzen, zwanen en eenden. Geen uitwijking door aalscholver, meeuwen, zangvogels en steltlopers. Habitatverlies van duikers, fuut, jan-van-genten,

Land	Soort(en)	Resultaten
		zwarte zee-eend, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, 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 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. Vlieg bewegingen vastgesteld van zangvogels op rotorhoogte.

In algemene zin treden de volgende effecten op, die in hoofdstuk 3 van bijlage 4 verder zijn beschreven (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). Onderscheid wordt gemaakt in effecten op vogels (tabel 6.11) en vleermuizen (tabel 6.12).

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.
	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).

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		<p>De huidige stand van kennis is dat voor het berekenen van aantallen aanvarings-slachtoffers gebruik wordt gemaakt van het Extended 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 aanvarings-slachtoffers te verwachten zijn dan bij lagere tiplhoogtes.</p> <p>Voor diverse parken en potentiële parken in West-Europa op zee zijn in het verleden slachtofferberekeningen gemaakt, waarbij de totale aantallen slachtoffers uiteenlopen tussen de tientallen en tienduizenden aanvaringen per windpark per jaar.</p>
	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	<p>Zowel uit onderzoek op land als op zee blijkt dat veel soorten vogels uitwijken bij nadering van een windpark op zee 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 &amp; Cook 2018, Skov et al. 2018). Zie verder ook bijlage 4.</p> <p>In sommige studies werd aangetoond dat de tussenruimte tussen turbines van invloed was op de barrière-ervaring van soorten (Larsen &amp; 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 &amp; Stienen 2007) maar over het algemeen wordt aangenomen dat de energetische gevolgen van barrièrewerking relatief laag zijn (Masden 2010).</p> <p>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 aanvarings-slachtoffers. Meer informatie hierover is te vinden in paragraaf 3.2.2 van bijlage 4.</p>
	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.

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
Habitat-verlies	Constructie-fase	<p>Over 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 &amp; 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 zitplek nadat boten weer vertrokken zijn, meeuwen landen zeer snel weer op hun oorspronkelijke plek.</p> <p>Onderzoek naar verstoring tijdens de bouw van OWEZ heeft geen aanwijzingen opgeleverd voor significante verstoring (door heigeluid) van lokale zeevogels (Leopold &amp; 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 operationele fase veroorzaakt de turbine geluid onder water. Uit onderzoek naar onderwatergeluid in Nederlandse windparken bleek dat de geluidsniveaus onder water laag zijn tijdens de operationele fase in vergelijking met het al aanwezige achtergrondgeluid van o.a. wind en scheepvaart (Haan et al. 2007, Jansen &amp; de Jong 2014). 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 onder water 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 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</p>

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		<p>geconstateerd voor verschillende soorten sterns, dwergmeeuw en drieteenmeeuw (Vanermen et al. 2013).</p> <p>Aanwezigheid van boten, mensen en materieel</p> <p>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 &amp; 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> <p>Aantrekking in plaats van habitatverlies</p> <p>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</p> <p>Het is momenteel onbekend hoe vermijding 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 Bradburry et al (2014) de aanname gedaan dat er 10% sterfte optreedt als gevolg van vermijding.</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 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 &amp; Lengkeek 2009, 2012). 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 foeragemogelijkheden 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 gevist worden omdat de visserij intensiteit in het gebied</p>

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		<p>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	<p>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.</p>

Tabel 6.12 Algemene effecten van windturbines op vleermuizen.

Fase van het windpark	Effecten
Constructiefase	<p>Habitatverlies door de constructie van windparken is niet bekend bij vleermuizen. 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.</p> <p>Er wordt juist verondersteld dat vleermuizen aangetrokken worden door windturbines in plaats van verstoord (Cryan &amp; Barclay 2009). 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 kan de conditie en dus de overlevingskansen van vleermuizen verhogen. Dit indirecte effect van windparkontwikkelingen kan daarom als mogelijk positief effect beschouwd worden.</p>
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).</p>

Fase van het windpark	Effecten
	<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>Vleermuisactiviteit op rotorhoogte is het hoogst tijdens rustige (windsnelheid lager dan 5 meter per seconde), warme en droge nachten in augustus en september. De twee vleermuissoorten die verwacht kunnen worden in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (ruige dwergvleermuizen en rosse vleermuizen), worden regelmatig als slachtoffers bij onshore windparken gevonden (Dürr 2013). Beide soorten worden daarom beschouwd als risicosoorten met betrekking tot windparkontwikkelingen. Vleermuisactiviteit is nog weinig gemeten op zee. Het beperkt aantal metingen met batdetectors laat een grote variatie in activiteitsniveaus zien. Deze hoge mate van variatie maakt directe vergelijking met windparken op land (met gedocumenteerde sterftcijfers) moeilijk en gemeten gegevens over aanvaringen op zee zijn nog niet voorhanden (Rijkswaterstaat 2015). Op basis van sterfte bij windturbines gemeten op land en expert judgement, zijn recentelijk schattingen van het aantal aanvaringslachtoffers gepubliceerd voor de zuidelijke Noordzee door Rijkswaterstaat (2015). Het is echter duidelijk dat de gemiddelde vleermuisactiviteit bij windparken op zee enkele meters boven het wateroppervlak laag is in vergelijking met de activiteit bij onshore windparken net boven de grond. Daarnaast ontbreekt de gewone dwergvleermuis op zee nagenoeg, een soort die in windparken op land veelvuldig als slachtoffer gevonden wordt.</p>
Verwijderingsfase	<p>Offshore windturbines vormen mogelijk een foerageerhabitat en een noodgedwongen tijdelijke rustplaats voor vleermuizen maar geen reguliere verblijfplaats. Bovendien treedt, vergelijkbaar met de aanlegfase, naar verwachting 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.</p>

### 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 16 MW 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 verwijdering van de funderingen zal waarschijnlijk bestaan uit het afsnijden (6 m onder de zeebodem) en afvoeren van de funderingen. Een mogelijk alternatief is om de funderingen in zijn geheel te verwijderen door 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/-).

#### 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/-).

**Tabel 6.13 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de aanleg en verwijdering van de twee windpark alternatieven in windenergiegebied Hollandse Kust (west) op vogels.**

Effecten windpark	Alternatief 1 76 * 10 MW ø 164 m	Alternatief 2 47 * 16 MW ø 279 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 dit MER is het Extended Band Model (Band 2012) gebruikt om aantallen aanvaringslachtoffers te berekenen (los van de indeling in lokaal verblijvende niet-broedvogels, broedende (kolonie) vogels en vogels tijdens seizoenstrek). In bijlage 4 wordt de theorie achter dit model nader toegelicht en worden de verschillende rekenstappen verder behandeld. Aantallen aanvaringslachtoffers onder zeevogels zijn berekend op basis van de geïnterpoleerde vogeldichtheden in kavel VI van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) op basis van tweemaandelijks tellingen vanuit vliegtuigen (MWTL) en schepen (ESAS) (cf. Rijkswaterstaat 2015, 2019). Deze tellingen zijn jaarrond uitgevoerd over een zeer lange periode en beslaan kleine delen van windenergiegebied Hollandse Kust (west). Het zijn de meest volledige reeks gegevens die over een lange periode zijn verzameld.

Jaarlijkse aantallen aanvaringslachtoffers voor de twee alternatieven in kavel VI zijn voor zeevogelsoorten berekend op basis van de ESAS/MWTL dichtheden en gepresenteerd in tabel 6.14. Soorten die niet of in lage dichtheden in kavel VI voorkomen, zijn niet gepresenteerd. Voor ganzen/zwanen, eenden, reigers, roofvogels, uilen en zangvogels is een andere data bron



aangehouden (OWEZ fluxen, Krijgsveld et al. 2011 en Fijn et al, 2015a) en daar zijn direct fluxen bepaald in plaats van dichtheden. De standaard avoidance-rate (gecombineerde waarde voor micro- en macro-avoidance) is gebaseerd op de soortspecifieke avoidance rates gerapporteerd door Maclean et al. (2009). Dit is conform de methodiek gekozen in het KEC 1.0 (Rijkswaterstaat, 2015) en het KEC 3.0 (Rijkswaterstaat 3.0).

Tabel 6.14 Maximaal aantal aanvaringslachtoffers dat jaarlijks verwacht wordt voor twee alternatieven van een windpark in kavel VI in windenergiegebied Hollandse Kust (west) bepaald met het Extended Band Model (Band 2012) op basis van vogeldichtheden voor zeevogels uit ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen en voor landvogels uit radaronderzoek (Krijgsveld et al. 2011, Fijn et al. 2015).

Soort	Alternatief 1 76 * 10 MW ø 164 m	Alternatief 2 47 * 16 MW ø 279 m
jan-van-gent	4	1
stormmeeuw	2	1
kleine mantelmeeuw	33	16
zilvermeeuw	15	9
grote mantelmeeuw	10	4
dwergmeeuw	1	0
drieteenmeeuw	3	1
visdief/noordse stern	0	0
ganzen en zwanen	37	25
eenden	5	4
reigers	7	5
roofvogels en uilen	2	1
steltlopers	5	4
zangvogels	1.388	1.381
Totaal	1.512	1.452

#### 6.5.4 Effecten tijdens gebruiksfase: lokaal verblijvende niet-broedvogels

##### Aanvaringen

In kavel VI van windenergiegebied Hollandse Kust (west) kunnen bij alternatief 1 jaarlijks in totaal 67 zeevogels slachtoffer vallen en bij alternatief 2 in totaal 33 zeevogelslachtoffers (tabel 6.14). Bij alternatief 1 kunnen onder grote mantelmeeuwen en zilvermeeuwen respectievelijk maximaal 10 en 15 slachtoffers per jaar vallen, terwijl onder kleine mantelmeeuwen jaarlijks maximaal 33 slachtoffers te verwachten zijn. Bij Alternatief 2 vallen respectievelijk 4, 9 en 16 aanvaringslachtoffers per jaar onder grote mantelmeeuwen, zilvermeeuwen en kleine mantelmeeuwen. De geactualiseerde dichtheden die gebruikt zijn voor kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, zilvermeeuw, jan-van-gent, drieteenmeeuw en grote jager conform KEC 3.0 (Rijkswaterstaat, 2019) vallen beduidend lager uit dan de dichtheden gebruikt in de oorspronkelijk KEC studie (Rijkswaterstaat 2015). Deels wordt dit mogelijk veroorzaakt door het gebruik van verschillende tijdsperiodes, maar zeker is dat in deze actualisatie een belangrijk verschil in dichtheidsbepaling (de manier van IDW interpolatieberekeningen) heeft geleid tot beduidend lagere dichtheden, die beter overeenkomen met de werkelijkheid (zie ook bijlage 3 in Van der Wal et al. 2018). Als gevolg hiervan zijn de schattingen aanvaringslachtoffers voor deze soorten over het algemeen lager in Hollandse Kust (west) dan in eerdere windparkbeoordelingen werd aangenomen (Fijn et al. 2015b, 2015c, Gyimesi et al. 2016, 2017).

Bij de jan-van-gent, stormmeeuw en drieteenmeeuw zullen minder dan 10 slachtoffers per jaar vallen bij beide alternatieven. Daarnaast zal onder dwergmeeuwen bij alternatief 1 maximaal 1 slachtoffer per jaar vallen. Bij andere soorten zullen geen jaarlijkse slachtoffers vallen, waardoor deze soorten niet zijn weergegeven in de voorgaande tabel.

Alternatief 1 met de meeste turbines is als negatief beoordeeld (-). Alternatief 2 met de minste turbines wordt volgens het beoordelingskader ook als negatief beoordeeld (-), de effecten zijn echter wel substantieel kleiner dan bij alternatief 1. Gelet op de beoordelingscriteria in het Kader Ecologie en Cumulatie (Bijlage in het KEC; Rijkswaterstaat 2015) over significantie met betrekking tot Natura 2000 doelstellingen, en gelet op de grote afstand die er is tussen windenergiegebied Hollandse Kust (west) en de meest nabij gelegen Natura 2000-gebieden, zijn significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden als gevolg van aanvaringen op lokale, niet-broedende zeevogels uit te sluiten. In de Passende Beoordeling (bijlage 8) wordt hier explicieter, per gebied en met de bijhorende instandhoudingsdoelstellingen verder op ingegaan.

Wel kan het doden van vogels als gevolg van de exploitatie van een windpark (aanvaringen) 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 7 van dit MER) wordt hier verder op ingegaan. Hier is vervolgens ook onderbouwd dat de gunstige staat van instandhouding van de betreffende soorten door de voorspelde additionele sterfte niet in het geding kan komen.

### Barrièrewerking

Lokale niet-broedende zeevogels zullen geen barrièrewerking ondervinden, omdat er voor deze soorten in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) 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 (effectbeoordeling: 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.

### Habitatverlies

Binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat, 2015, 2019) is afgesproken om het effect van habitatverlies te kwantificeren door een sterfte van 10% van de verstoorde vogels als gevolg van habitatverlies aan te houden (Bradbury et al. 2014). Op basis van de berekende dichtheden vanuit de scheepstellingen kan hiermee de sterfte door habitatverlies worden doorgerekend (tabel 6.15).

**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 90 km<sup>2</sup> voor kavel VI.

Soort	gem. jaarlijkse dichtheid (#/km <sup>2</sup> )	berekende sterfte door habitatverlies
duikers	0,01	0

Soort	gem. jaarlijkse dichtheid (#/km <sup>2</sup> )	berekende sterfte door habitatverlies
noordse stormvogel	0,29	3
stormvogeltje	0,02	0
jan van gent	0,31	3
grote jager	0,00	0
dwergmeeuw	0,13	1
kokmeeuw	0,00	0
stormmeeuw	0,12	1
kleine mantelmeeuw	0,41	4
zilvermeeuw	0,39	4
grote mantelmeeuw	0,23	2
drieteenmeeuw	0,32	3
grote stern	0,00	0
visdief/noordse stern	0,08	1
zeekoet	3,12	28
alk	0,82	7
kleine alk	0,01	0
papegaaiduiker	0,00	0

De effecten van habitatverlies worden als negatief beoordeeld (-) en zijn voor beide alternatieven nagenoeg gelijk, omdat het ruimteslag nagenoeg even groot is. Mocht er voor gekozen worden om het alternatief met minder turbines op een kleiner oppervlak te maken, dan is dit een beter alternatief gezien vanuit habitatverlies.

Volgens de beoordeling van mortaliteit van lokale, niet-broedende zeevogels als gevolg van habitatverlies door offshore windparken in het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat 2015), zijn significant negatieve effecten in het kader van Natura 2000 doelstellingen uit te sluiten. In de PB (bijlage 8) wordt hier verder op in gegaan. In bijlage 7 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 alle 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). Aangroeiende mosselen zouden als voedsel kunnen dienen voor zee- en eidereenden. Hoewel incidenteel een enkele eider zich enige tijd bij een installatie ver op zee kan ophouden (Thorpe 2005), zal buiten de kustwateren van een aantrekkende werking

op grote groepen zee- en eidereenden, door een verbeterd aanbod schelpdieren, waarschijnlijk geen sprake zijn. Wel zijn de eerste aanwijzingen gevonden dat door het ontstaan van benthische leefgemeenschappen ook een toename van vis rond de funderingspalen plaatsvindt (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 windmeetmast of transformatorplatform, zouden zit- en zelfs broedplaatsen kunnen bieden aan sommige zeevogels, zoals meeuwen en aalscholvers. Onderzoek naar de korte termijn effecten 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 de vogelsoorten meeuwen, aalscholvers en sterns werd geen vermijdingsgedrag geconstateerd en dit zijn alle soorten die potentieel gebruik kunnen maken van de toename van vis, via een toename van het benthos en een afname van de visserij (Lindeboom et al. 2011, Krijgsveld 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. 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 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Wet natuurbescherming worden overtreden.

### Samenvatting

In de volgende tabel 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 VI op lokaal verblijvende vogels.**

Effecten windpark	Alternatief 1 76 * 10 MW ø 164 m	Alternatief 2 47 * 16 MW ø 279 m
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-

## 6.5.5 Effecten tijdens gebruiksfase: broedende (kolonie)vogels

### Aanvaringen

Aanvaringslachtoffers van kolonievogels die het windenergiegebied Hollandse Kust (west) binnen bereik hebben tijdens foerageervluchten tijdens het broedseizoen, zijn in de bijlage 'Soortenbescherming Wet natuurbescherming' (Bijlage 7) van dit MER beschreven. Op basis van foerageerranges blijkt dat windenergiegebied Hollandse Kust (west) alleen door broedende kleine mantelmeeuwen bereikt kan worden uit de kolonie die binnen Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel ligt en waarvoor in dit gebied instandhoudingsdoelstellingen voor deze soort als broedvogel zijn geformuleerd. Voor deze soort worden hieronder voor beide kavels de effecten beoordeeld.

Windenergiegebied Hollandse Kust (west) ligt niet binnen de foerageerrange van andere Nederlandse of buitenlandse kolonies in Natura 2000-gebieden.

Duinen en Lage Land Texel heeft een instandhoudingsdoelstelling voor 14.000 broedparen. Uit de slachtofferberekeningen (§4.2 in bijlage 4) blijkt dat tijdens het broedseizoen (mei – juli) 12 individuen (Alternatief 1) en 6 individuen (Alternatief 2) per jaar slachtoffer worden in kavel VI van Hollandse Kust (west). Dit zijn echter niet allemaal broedende adulten. Een deel van een populatie kleine mantelmeeuwen bestaat uit zogenaamde 'floaters' (niet-broedende vogels). Schattingen van de grootte van dit deel van niet-broedende vogels zijn zeer divers (Gyimesi & Lensink 2012, Camphuysen 2013), maar een schatting van 40% van de populatie is beargumenteerd door Lensink & van Horssen (2012). Dit betekent dat volgens de rekensommen in kavel VI van Hollandse Kust (west)  $12 \cdot 0,6 = \pm 7$  (Alternatief 1) en  $\pm 3$  (Alternatief 2) slachtoffers onder broedende adulten zijn te verwachten. Daarnaast is het zo dat niet al deze slachtoffers afkomstig zijn uit de beschermde kolonie van de Duinen en Lage Land Texel.

Binnen de gemiddelde foerageerafstand van kleine mantelmeeuwen (80 km) broeden in verschillende kolonies in totaal circa 86.000 individuen (Scharringa et al. 2010; Boele et al. 2014; 2016; 2017; Lensink et al. 2015). Deze kunnen tijdens foerageervluchten in theorie tot in beide kavels van windenergiegebied Hollandse Kust (west) komen. Meer dan de helft hiervan komt niet uit Natura 2000-kolonies, zoals de grote kolonie op de Maasvlakte (>20.000 broedparen). Ook de dichtstbijzijnde kolonie met meer dan 1.000 broedparen ligt bijvoorbeeld in de haven van IJmuiden (Boele et al. 2014). Verder is het zo dat verschillende kolonies op verschillende afstanden van Hollandse Kust (west) liggen. Om hiervoor te corrigeren, zijn het aandeel vogels van alle kolonies waarvan kleine mantelmeeuwen Hollandse Kust (west) kunnen bereiken gewogen op basis van de afstand tussen de kolonie en beide kavels van het windenergiegebied. Zo tellen bijvoorbeeld de aantallen van kolonies die dicht bij Hollandse Kust (west) liggen zwaarder mee.

Volgens de laatst beschikbare telling was het aantal broedparen op Texel 18.401 in 2012 en nadien zijn de aantallen min of meer stabiel gebleven (Boele et al. 2014; 2016), oftewel 36.802 broedvogel individuen. Als worst-case scenario hebben we aangenomen dat al deze vogels op zee foerageertochten maken en in windenergiegebied Hollandse Kust (west) terecht kunnen komen. Dit aantal vormt 43% van de 86.000 broedende kleine mantelmeeuwen die beide kavels van Hollandse Kust (west) in theorie kunnen bereiken.

Als naast de koloniegrootte ook de afstand tussen het windenergiegebied en de kolonie meegewogen wordt, zal naar schatting 45% in Kavel VI van Texel komen. Op basis van dit percentage is bepaald hoeveel broedende adult kleine mantelmeeuw van de Texelse kolonie slachtoffer worden in kavel VI van Hollandse Kust (west):  $7 \cdot 0,45 = 3$  vogels bij Alternatief 1 en 2 vogels bij Alternatief 2. Daarom worden beide alternatieven van Hollandse Kust (west) voor aanvaringen als negatief (-) beoordeeld.

De berekende sterfte onder vogels van deze populatie als gevolg van aanvaringen met turbines van een windpark kan worden vergeleken met de natuurlijke sterfte van die vogelsoort, in dit

geval de kleine mantelmeeuw op een huidige populatie van 18.401 broedparen in het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel. Met een jaarlijkse overleving van 91% (Camphuysen & Gronert 2012) is de jaarlijkse natuurlijke mortaliteit 3.312 individuen op Texel op basis van waarvan de 1%-mortaliteitsnorm 33 vogels bedraagt. Wanneer de additionele sterfte door een windpark niet groter is dan 1% van de natuurlijke mortaliteit van de betreffende populatie van de onderzochte soort, kan met zekerheid gesteld worden dat dit geen invloed heeft op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden en wordt het effect van een windpark als verwaarloosbaar klein ofwel 'niet significant' geclassificeerd.

Voor de kolonie kleine mantelmeeuwen van het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel wordt maximaal 0,09% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte verwacht als gevolg van aanvaringen met windturbines in kavel VI van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) bij Alternatief 1 en maximaal 0,05% additionele sterfte bij Alternatief 2. Daarnaast ligt in het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel het huidige aantal broedparen ruim boven de instandhoudingsdoelstelling. Enige sterfte is dus toegestaan, zonder dat dit het behalen van de instandhoudingsdoelstelling in gevaar brengt. Significant negatieve effecten als gevolg van aanvaringen met windturbines in kavel VI van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) op de broedpopulaties van kleine mantelmeeuw in het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel zijn daarom met zekerheid uit te sluiten.

**Tabel 6.17 Het aantal aanvaringslachtoffers in twee alternatieven van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) van kleine mantelmeeuwen volgens berekeningen met het Extended Band Model (Band 2012). Aanvaringslachtoffers zijn gecorrigeerd voor de afstand tussen de kolonie en het windenergiegebied, aantallen meeuwen uit niet-Natura 2000-kolonies, offshore habitatgebruik en het deel floaters in de populatie om tot een schatting van het aantal vogels afkomstig uit de kolonies in de Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel te komen.**

Kolonie	Indicatief aantal broedpaar		
Nederlandse kust	ca. 86.000		

Kolonie	instandhoudingsdoel (bp)	Huidige aantal broedpaar	1% mortaliteitsnorm
Duinen en Lage Land Texel	14.000	18.401 (2012)	33

	HK (noord)	Alternatief 1	Alternatief 2
Totaal aantal slachtoffers tijdens broedseizoen (broeders en floaters)		12	6
Aantal broedende adulten als slachtoffer (60% van totaal)		7	3
Aantal slachtoffers uit kolonie op Texel (45% van het aantal broedvogels)		3	2

### Barrièrewerking

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

### 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, het is niet uit te sluiten dat een dergelijke ontwikkeling effect heeft op de beschikbare foerageermogelijkheden van kleine mantelmeeuwen.

In het geval van de kolonie op Texel is bekend dat kleine mantelmeeuwen uit deze kolonie tijdens foerageertochten gebruik kunnen maken van het gebied van Hollandse Kust (west) en daarom berekenen we hieronder het effect van habitatverlies op broedende kleine mantelmeeuwen van deze kolonie op basis van dezelfde aannames als voor het berekenen van het effect van aanvaringen op kolonievogels en het effect van habitatverlies op niet-broedvogels.

Voor deze berekeningen hebben we de gemiddelde dichtheid van kleine mantelmeeuwen in kavel VI van windenergiegebied Hollandse Kust (west) in de broedperiode (mei-juli: 0,5 vogels/km<sup>2</sup> in kavel VI) gebruikt als input. Verder hebben we aangenomen dat 60% van deze vogels broedende adulte betreft, waarvan 100% op zee foerageert, oftewel  $\pm 0,3$  vogels/km<sup>2</sup>. Ook nemen we aan dat 45% van de kleine mantelmeeuwen in kavel VI van Hollandse Kust (west) afkomstig is van de Texelse kolonie. In kavel VI met een oppervlakte van 90 km<sup>2</sup> zou dit gemiddeld 13 kleine mantelmeeuwen betekenen. Volgens de gehanteerde aanname zal 10% sterven als gevolg van habitatverlies (Rijkswaterstaat 2015, 2019), oftewel  $\pm 1$  kleine mantelmeeuw in kavel VI. Daarom worden beide alternatieven van Hollandse Kust (west) voor habitatverlies als negatief (-) beoordeeld.

Het aantal van 1 slachtoffer in kavel VI van Hollandse Kust (west) als gevolg van habitatverlies uit de kolonie kleine mantelmeeuwen van het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel betekent  $\pm 0,03\%$  van de jaarlijkse natuurlijke sterfte in deze kolonie. Op basis hiervan worden



significante negatieve effecten als gevolg van habitatverlies en daarmee aanvullende sterfte door een windpark in kavel VI van windenergiegebied Hollandse Kust (west) op het behalen van instandhoudings-doelstellingen in nabijgelegen Natura 2000-gebieden uitgesloten (zie ook bijlage 6 'Soortenbescherming Wet natuurbescherming' van het MER).

### Indirecte effecten

#### Effecten van onderhoud van het windpark

De extra inzet van schepen voor het onderhoud van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) kan enige verstoring van zeevogels, waaronder broedvogels, opleveren. De duur en omvang van onderhoudswerkzaamheden bij windenergiegebied Hollandse Kust (west) 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 Hollandse Kust (west) zorgt mogelijk voor een verbetering van de foerageeromstandigheden, ook van broedvogels zoals de kleine mantelmeeuw en grote stern. 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. 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 de volgende tabel is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor kolonievogels tijdens de gebruiksfase.

**Tabel 6.18 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windpark alternatieven in kavel VI op kolonievogels.**

Effecten windpark	alternatief 1 76 * 10 MW ø 164 m	alternatief 2 47 * 16 MW ø 279 m
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-

De effecten van windenergiegebied Hollandse Kust (west) op broedende kleine mantelmeeuwen worden uitsluitend getoetst op de kolonies in het Nederlandse Natura 2000-gebied 'Duinen en Lage Land Texel'.

De maximale aantallen slachtoffers (als gevolg van sterfte door aanvaringen en sterfte door habitatverlies gecombineerd) in Hollandse Kust (west) onder kleine mantelmeeuwen uit de kolonie in het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel betreffen in kavel VI 4 slachtoffers per jaar bij alternatief 1 en 3 slachtoffers per jaar bij alternatief 2. In Kavel VI betekenen deze slachtofferaantallen 0,13% van de natuurlijke mortaliteit van kleine mantelmeeuwen in de kolonie van Duinen en Lage Land Texel bij alternatief 1 en 0,09% bij alternatief 2. Dit betekent dat de jaarlijkse additionele sterfte bij alle alternatieven ruim onder de 1%-mortaliteitsnorm ligt. Significant negatieve effecten van kavel VI van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) op de broedpopulatie van kleine mantelmeeuwen in het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel zijn daarom uit te sluiten.

### 6.5.6 Effecten tijdens gebruiksfase: vogels tijdens seizoenstrek

#### Aanvaringen

Tijdens de seizoenstrek vliegen vele vogelsoorten door het windenergiegebied Hollandse Kust (west). 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 §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 tot meer dan duizend trekvogels per jaar slachtoffer zullen worden van de verschillende alternatieven van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (west). Veruit de meeste hiervan zijn zangvogels (meer dan duizend) gevolgd door enkele tientallen ganzen en zwanen. Verder zullen nog enkele eenden, reigers, roofvogels, uilen en steltlopers jaarlijks slachtoffer worden.

In kavel VI van Hollandse Kust (west) wordt het effect van beide alternatieven als negatief beoordeeld (-), hoewel de effecten van alternatief 2 (met de minste turbines) wel substantieel kleiner zijn dan van alternatief 1. Er bestaan weliswaar kennisleemten ten aanzien van herkomst, maar de slachtofferaantallen in windenergiegebied Hollandse Kust (west) 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. Dit geldt ook voor kleine zwaan met de kleinste bronpopulatie (9.986 vogels) van de trekvogelsoorten die in Hollandse Kust (west) slachtoffer kunnen worden (zie Bijlage VI van bijlage 4 bij dit MER). Op basis van GPS metingen tijdens de migratie (Griffin et al. 2016) is berekend dat in alle geplande Nederlandse windparken in totaal twee kleine zwanen als gevolg van aanvaringen slachtoffer zullen vallen (Rijkswaterstaat 2019), waarvan in Hollandse Kust (west) één. Kleine zwanen die windenergiegebied Hollandse Kust (west) passeren, kunnen van veel verschillende gebieden afkomstig zijn: van Natura 2000-gebieden (26 zijn voor de kleine zwaan aangewezen) maar ook van daarbuiten. Als de flux van kleine zwanen die Hollandse

Kust (west) passeert evenredig onder alle mogelijke herkomstgebieden verdeeld wordt, zal het jaarlijkse aantal slachtoffers dat in Hollandse Kust (west) valt van een bepaald Natura 2000-gebied altijd onder 1 blijven, en zodanig als incidenteel beschouwd kunnen worden. In de Passende Beoordeling (bijlage 8) wordt hier verder op ingegaan.

In bijlage 7 '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 gunstige staat van instandhouding van de betreffende soorten door de voorspelde additionele sterfte in het geding kan komen.

### **Barrièrewerking**

Op basis van literatuur en een beoordeling van kavel VI is het uitgesloten dat voor trekvogels die door kavel VI vliegen het windpark een belemmering zou zijn voor het bereiken van een voor hen op dat moment "achter" het park gelegen bestemming. In de herfst zou dat op weg naar het zuiden of naar de Britse eilanden zijn, in het voorjaar naar de noordelijker gelegen broedgebieden. Daarnaast ligt het park, ook niet "voor de ingang van de Waddenzee" (gezien vanuit Engeland) maar op een dusdanig grote afstand van het Kanaal dat het voor noord-zuid (en zuid-noord) vliegende vogels geen barrière van betekenis kan zijn. Een groot deel van de vogels zal het windpark niet eens op het vliegpad tegenkomen.

Uit de studie van Masden (2009) blijkt dat de energetische gevolgen voor trekvogels verwaarloosbaar klein zijn. Ook voor de locatie van kavel VI zal dit het geval zijn. Sommige vogels zullen tijdens de trek hun route aanpassen om het windpark te ontwijken. Dat leidt dan tot het vermijden van aanvaringsrisico's, maar ook tot extra te vliegen kilometers. In vergelijking met de totale route die trekvogels afleggen, zijn de extra kilometers of de extra tijd van geen betekenis.

Op basis van de bovenstaande beschrijving wordt geconcludeerd dat de barrièrewerking van het windpark vermoedelijk beperkt is. De effecten worden als marginaal negatief 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 kavel VI 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 7 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 de volgende tabel is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor vogels tijdens seizoenstrek tijdens de gebruiksfase.

**Tabel 6.19 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windpark alternatieven in kavel VI op vogels tijdens seizoenstrek.**

Effecten windpark	Alternatief 1 76 * 10 MW ø 164 m	Alternatief 2 47 * 16 MW ø 279 m
Trekvogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0

## 6.5.7 Effecten op vleermuizen

### Aanvaringen

Op land vallen de minste slachtoffers bij windparken in grote, open en intensief gebruikte landbouwgebieden. 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 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 kavel VI maximaal 76 slachtoffers per jaar verwacht bij alternatief 1 en 47 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 echter realistischer om deze getallen te verdelen op basis van het relatieve voorkomen van ruige dwergvleermuizen (95,7%), rosse vleermuizen (2,6%), tweekleurige vleermuizen (1,2%) en gewone dwergvleermuizen (0,5%). Met deze benadering wordt de worst case schatting voor de ruige dwergvleermuis 73 slachtoffers per jaar bij alternatief 1 en 45

slachtoffers per jaar bij alternatief 2. Voor de rosse vleermuis worden de schattingen 2 slachtoffers per jaar bij alternatief 1 en 1 slachtoffer bij alternatief 2. Voor de tweekleurige vleermuis wordt 1 slachtoffer bij allebei de alternatieven geschat. Van gewone dwergvleermuizen zullen bij geen van de alternatieven jaarlijks slachtoffers vallen. Hiermee vallen de effecten voor alternatief 1 met de meeste turbines negatiever beoordeeld (--/-) dan alternatief 2 met de minste turbines (-).

In bijlage 7 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). Op basis hiervan kan het geconcludeerd worden dat de aanwezigheid van windturbines niet tot verstoring, barrièrewerking of habitatverlies leidt (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 juist aan (Cryan & Barclay 2009), wat eventueel 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 dat aanvaringsrisico optreedt. Daarnaast geven windturbines en constructieschepen vleermuizen de mogelijkheid hun lange vlucht te onderbreken om uit te rusten. De 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. 2017a). Hierdoor is het waarschijnlijk dat de windturbines zijn gebruikt als noodgedwongen tijdelijke rustplaatsen gedurende de dag. Dit kan de overlevingskansen van vleermuizen verhogen. 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 het bovenstaande worden indirecte effecten als positief tijdens de aanleg- en verwijderingsfase en negatief tijdens de gebruiksfase (+/-) beoordeeld.

In bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Wet natuurbescherming worden overtreden.

### Samenvatting

In de volgende tabel is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor vleermuizen.

**Tabel 6.20 Effectbeoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windpark alternatieven in kavel VI op vleermuizen.**

Effecten windpark	alternatief 1	alternatief 2
	<b>76 * 10 MW ø 164 m</b>	<b>47 * 16 MW ø 279 m</b>
- aanvaringen	--/-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	+/-	+/-

### 6.5.8 Effect van 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 dat 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 wordt ook het aantal aanvaringssslachtoffers 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 neer komt 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.

Voor vleermuizen verandert er niks, omdat hier het aantal slachtoffers niet met het Bandmodel wordt bepaald, maar een aantal per turbine wordt berekend en het Wozep programma<sup>31</sup> (nog) niet heeft geleid tot meer nauwkeurige schattingen van het aantal vleermuisslachtoffers per turbine.

Als voorbeeld wordt hieronder het aantal aanvaringssslachtoffers voor tweebladige- en driebladige windturbines voor een lokale zeevogel (kleine mantelmeeuw), een kolonievogel (jan-van-gent) en een trekvogelsoortgroep (zangvogels) weergegeven.

**Tabel 6.21 Vergelijking tussen de aantallen slachtoffers die vallen bij drie- en tweebladige turbines in kavel VI bij twee alternatieven, voor representatieve soorten voor de verschillende groepen (lokale zeevogels, kolonievogels, trekvogels).**

Windturbine	Vogelsoort	Alternatief 1 76 * 10 MW ø 164 m	Alternatief 2 47 * 16 MW ø 279 m
Driebladige	kleine mantelmeeuw	33	16
	jan-van-gent	4	1
	zangvogels	1.388	1.381

<sup>31</sup> Windenergie Op Zee Ecologisch Programma (WOZEP)

Windturbine	Vogelsoort	Alternatief 1	Alternatief 2
		76 * 10 MW ø 164 m	47 * 16 MW ø 279 m
Tweebladige	kleine mantelmeeuw	25	12
	jan-van-gent	3	1
	zangvogels	961	944

### 6.5.9 Effect van multirotors

In dit hoofdstuk zijn alle aanvaringsberekeningen gedaan voor turbines met één rotoroppervlak. Recentelijk zijn echter ontwikkelingen gaande om windparken met multirotors uit te rusten. Dat zijn windturbines waarbij niet één, maar meerdere rotors aan een mast of meerdere masten bevestigd zijn. Om voor ontwikkelaars het mogelijk te maken om voor multirotors te kiezen in windenergiegebied Hollandse Kust (west), is in deze paragraaf (gebaseerd op bijlage 4) aandacht besteed aan de mogelijke verschillen in effecten tussen single-rotor turbines en multirotors, om zo tot een betere afweging te kunnen komen. Concrete ervaringen met multirotors zijn echter nog niet voorhanden, en daarom is onderstaande beschrijving kwalitatief van aard.

#### Aanvaringslachtoffers onder vogels

Het rotoroppervlak is van belang om iets te kunnen zeggen over de te verwachten aanvaringslachtoffers ten opzichte van de single-rotor turbines. Indien het rotoroppervlak voor het gehele kavel gelijk blijft, is er geen ander effect te verwachten. Maar het zou kunnen dat het totale rotoroppervlak toeneemt bij multirotors en daardoor ook tot meer aanvaringslachtoffers.

Naast het totale rotoroppervlak wordt de flux van vogels vooral bepaald door de verhouding tussen rotorhoogte en de vlieghoogte van de betreffende vogel. Bij de huidige ontwerpen van multirotors bestaat de kans dat een aantal rotors lager komt te hangen dan bij traditionele turbines. Dat kan betekenen dat bij een multirotor meer vogels op rotorhoogte vliegen dan bij traditionele turbines, met meer berekende aanvaringen tot gevolg.

#### Vermijding/habitatverlies vogels

Vermijding van windturbines heeft habitatverlies als consequentie. Tegelijkertijd geldt het dat hoe meer vogels de windturbines vermijden, hoe lager het aantal aanvaringen komt te liggen. Bovenstaande beschrijving van aanvaringen houdt geen rekening met verschillen in vermijding tussen multirotors en traditionele windturbines. Het vermijdingspercentage en de manier waarop vermijding in het Band-model worden toegepast, zijn gebaseerd op een turbine met één rotor. Omdat bij multirotors meerdere bewegende rotors aanwezig zijn, zal het vermijdingsgedrag van vogels bij multirotors waarschijnlijk niet hetzelfde zijn als bij turbines met één rotor, maar ervaringscijfers ontbreken.

De aanwezigheid van meerdere rotoren kan de zichtbaarheid van multirotors vergroten. Voor verstoringgevoelige vogelsoorten, zoals alken en duikers, kan dit toe leiden dat meer vogels het windpark vermijden en/of op een grotere afstand het windpark vermijden. Hierdoor kunnen de effecten van een windpark als gevolg van habitatverlies groter worden bij multirotors ten opzichte van traditionele windturbines.

### Vleermuizen

Er wordt verondersteld dat voor vleermuizen windturbines eerder een aantrekkende werking hebben dan versturende. Daarom beperken bij vleermuizen de verwachte negatieve effecten van windturbines zich tot aanvaringen, habitatverlies speelt geen rol. Bovendien is vermijding van rotorbladen bij vleermuizen nog niet eerder waargenomen. Op basis hiervan is de verwachting dat bij een multirotor met een groter rotoroppervlak per windturbine ten opzichte van een traditionele windturbine per saldo meer aanvaringsslachtoffers zullen vallen. Omdat vleermuizen in het algemeen laag vliegen, zullen bij een multirotor met (enkele) rotors lager gepositioneerd dan bij traditionele windturbines in verhouding dus ook meer vleermuisslachtoffers vallen.

## 6.5.10 Effect van verkavelingsalternatief

### Vogels

De vogeldichtheden in het verkavelingsalternatief voor kavel VI verschillen weinig van de dichtheden in de voorkeursverkaveling voor kavel VI. In het geval dat er een verschil is, dan zijn de dichtheden vaak lager in het verkavelingsalternatief dan het voorkeursalternatief van kavel VI. Zodoende zijn ook de slachtofferaantallen als gevolg van aanvaringen lager bij het verkavelingsalternatief dan bij het voorkeursalternatief voor kavel VI. Daarnaast is de oppervlakte van het verkavelingsalternatief (75 km<sup>2</sup>) kleiner dan de oppervlakte van de voorkeursverkaveling (90 km<sup>2</sup>), waardoor ook het aantal verstoorde vogels lager uitvalt bij het verkavelingsalternatief. De concrete verschillen in slachtofferaantallen als gevolg van aanvaringen (tabel 6.22) en habitatverlies (tabel 6.23) tussen beide kavels zijn hieronder gepresenteerd voor lokale zeevogels en trekvogels. Deze slachtofferaantallen verschillen voor lokale vogels en vogels op seizoenstrek niet wezenlijk tussen beide kavels. Het effect van het verkavelingsalternatief voor kavel VI op lokale- en trekvogels wordt daarom op hetzelfde niveau ingeschat als het effect van de voorkeursverkaveling voor kavel VI.

Verder ligt het verkavelingsalternatief, in tegenstelling tot de voorkeursverkaveling, buiten de maximale foerageerafstand van broedende kleine mantelmeeuwen uit het Natura-2000 gebied Duinen en Lage Land Texel (zie bijlage 4)). Daarom zijn onder kolonievogels in het verkavelingsalternatief voor kavel VI geen slachtoffers te verwachten uit Natura-2000 gebieden. Het effect van het verkavelingsalternatief voor kavel VI op kolonievogels wordt daarom als neutraal (0) beoordeeld.

**Tabel 6.22** Verschillen in het maximale aantal aanvaringsslachtoffers onder lokale zeevogels en migranten dat jaarlijks verwacht wordt tussen de voorkeursverkaveling en het verkavelingsalternatief van kavel VI van windenergiegebied Hollandse Kust (west). Verschil tussen beide kavels is berekend op basis van onafgeronde getallen.

Soort	Alternatief 1 76 * 10 MW ø 164 m			Alternatief 2 47 * 16 MW ø 279 m		
	VI	VI alt.	Vershil	VI	VI alt.	Vershil
jan-van-gent	4	3	-1	1	1	0
stormmeeuw	2	0	-1	1	0	-1
kleine mantelmeeuw	33	27	-6	16	13	-3
zilvermeeuw	15	12	-3	9	7	-2



Soort	Alternatief 1			Alternatief 2		
	76 * 10 MW ø 164 m			47 * 16 MW ø 279 m		
grote mantelmeeuw	10	8	-2	4	3	-1
dwergmeeuw	1	0	-1	0	0	0
drieteenmeeuw	3	3	0	1	1	0
visdief/noordse stern	0	0	0	0	0	0
ganzen en zwanen	37	37	0	25	25	0
eenden	5	5	0	4	4	0
reigers	7	7	0	5	5	0
roofvogels en uilen	2	2	0	1	1	0
steltlopers	5	5	0	4	4	0
zangvogels	1.388	1.388	0	1.381	1.381	0
Totaal	<b>1.511</b>	<b>1498</b>	<b>-13</b>	<b>1.453</b>	<b>1446</b>	<b>-6</b>

Tabel 6.23 Verschillen in het maximale aantal slachtoffers als gevolg van habitatverlies onder lokale zeevogels dat jaarlijks verwacht wordt tussen de voorkeursverkaveling (90 km<sup>2</sup>) en het verkavelingsalternatief (75 km<sup>2</sup>) van kavel VI van windenergiegebied Hollandse Kust (west). Verschil tussen beide kavels is berekend op basis van onafgeronde getallen

Soort	Kavel VI	Kavel VI alt.	Verschil
duikers	0	0	0
noordse stormvogel	3	3	0
stormvogeltje	0	0	0
jan van gent	3	2	-1
grote jager	0	0	0
dwergmeeuw	1	0	-1
kokmeeuw	0	0	0
stormmeeuw	1	0	-1
kleine mantelmeeuw	4	3	-1
zilvermeeuw	4	3	-1
grote mantelmeeuw	2	1	-1
drieteenmeeuw	3	2	0
grote stern	0	0	0
visdief/noordse stern	1	1	0
zeekoet	28	22	-6
alk	7	10	2
kleine alk	0	0	0
papegaaiduiker	0	0	0
Totaal	<b>57</b>	<b>48</b>	<b>-9</b>

Op basis van bovenstaande zijn significant negatieve effecten van het verkavelingsalternatief voor kavel VI in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) in alle gevallen met zekerheid uit te sluiten.

### Vleermuizen

De effecten van het verkavelingsalternatief van kavel VI van windenergiegebied Hollandse Kust (west) op vleermuizen kunnen op dit moment niet onderscheiden worden van de effecten de voorkeursverkaveling van kavel VI. Het aantal vleermuisslachtoffers wordt globaal bepaald op basis van een schatting van het aantal slachtoffers per windturbine. Aangezien de maximale capaciteit in het verkavelingsalternatief dezelfde is als in het voorkeursalternatief (760 MW) en een minimaal turbinevermogen geformuleerd is, kan het aantal turbines, en zodoende het aantal vleermuisslachtoffers niet hoger uitvallen in het verkavelingsalternatief dan in het voorkeursalternatief. Zo kunnen volgens de huidige beoordelingscriteria de effecten van het verkavelingsalternatief op vleermuizen ook niet hoger zijn dan het voorkeurskavel van kavel VI van Hollandse Kust (west).

## 6.6 Conclusie

Uitgaande van de voorkeursligging van kavel VI is alternatief 2 (47 x 16 MW-turbines) 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 6.24.

**Tabel 6.24 Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven van de voorkeursligging van kavel VI op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.**

Effecten windpark	Alternatief 1 76 * 10 MW ø 164 m	Alternatief 2 47 * 16 MW ø 279 m
Aanlegfase vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Gebuiksfase vogels		
Lokale zeevogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
Kolonievogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
Trekvogels		

Effecten windpark	Alternatief 1 76 * 10 MW ø 164 m	Alternatief 2 47 * 16 MW ø 279 m
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
Verwijderingsfase vogels		
- verwijdering funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Vleermuizen		
- aanvaringen	--/-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	+/-	+/-

Tevens is ingegaan op het verwachte effect van twebladige 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 twebladige turbines dan bij driebladige turbines.

Ook is in kwalitatieve termen ingegaan op het effect wanneer multi-rotor turbines worden toegepast. Hier zijn nog geen ervaringscijfers van bekend, maar verwacht kan worden dat meer aanvaringslachtoffers vallen indien de rotoren lager worden geplaatst in vergelijking met single-rotor turbines. Ook wanneer het totale rotoroppervlak in de kavel toeneemt zal dit leiden tot meer vogelslachtoffers. De aanwezigheid van meerdere rotoren kan de zichtbaarheid van multirotors vergroten en dit kan leiden tot meer verstoring voor gevoelige soorten, zoals alken en duikers. Voor wat betreft vleermuizen wordt ook verwacht dat multi-rotor turbines leiden tot meer slachtoffers, vanwege het mogelijk grotere rotoroppervlak en de lagere rotorhoogte.

Het verkavelingsalternatief met de ligging aan de zuidzijde in plaats van de noordzijde van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) is vrijwel niet onderscheidend ten opzichte van de beoordeling van de voorkeursligging van kavel VI. Het te verwachten aantal vogelslachtoffer in het verkavelingsalternatief ligt net iets lager, vanwege de iets lagere dichtheden. Ook wat betreft verstoring van vogels zorgt het verkavelingsalternatief voor minder effect, omdat de kavel wat kleiner is dan de voorkeursligging van kavel VI. Echter zijn de verschillen dermate klein, dat dit niet tot een andere score leidt voor het verkavelingsalternatief. Zo is het totaal aantal vogelslachtoffers 13 minder bij het verkavelingsalternatief op een totaal van 1.511 slachtoffers van de voorkeursligging van kavel VI (bij alternatief 1). Ook voor vleermuizen zijn geen andere effecten van het verkavelingsalternatief te verwachten. Het enige verschil in de beoordeling treedt op bij kolonievogels. Het verkavelingsalternatief ligt namelijk buiten de maximale foerageerafstand van broedende kleine mantelmeeuwen uit het Natura-2000 gebied Duinen en

Lage Land Texel, waardoor neutraal (0) wordt gescoord als het gaat om effecten op kolonievogels.

## 6.7 Cumulatie

### 6.7.1 Inleiding

De effecten van een windpark in kavel VI in windenergiegebied Hollandse Kust (west), die hiervoor beschreven zijn, 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 deze paragraaf worden deze cumulatieve effecten besproken.

In de Routekaart windenergie op zee heeft de Nederlandse overheid bepaald dat in 2030 windparken op zee met een capaciteit van in totaal 11,5 GW moet zijn geïnstalleerd. Daarnaast zijn er ook in de omringende landen uitgebreide en vergevorderde plannen voor de installatie van vele windparken op zee. Al deze parken hebben effecten op (zee)vogels en vleermuizen in de zuidelijke Noordzee. Ten behoeve van het beoordelen van ecologie en cumulatie voor windparken die middels het systeem van kavelbesluiten worden uitgegeven, is een Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) opgesteld. In deze paragraaf wordt aangesloten bij dit KEC (Rijkswaterstaat, 2015) en aanvullingen daarop (Leopold et al. 2015, Van der Wal et al. 2015, Rijkswaterstaat 2019).

In het Kader Ecologie en Cumulatie hebben Rijkswaterstaat (2015), Leopold et al. (2015),<sup>0</sup> Van der Wal et al. (2015) en Rijkswaterstaat (2019) in detail gekeken naar de cumulatieve effecten van windenergie in de zuidelijke Noordzee op vogels en vleermuizen, waaronder de effecten van de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (west). Dit komt dus sterk overeen met hetgeen in dit MER dient te worden beschreven. Net zoals voor dit MER zijn als input data voor deze berekeningen over aantallen aanvaringslachtoffers gemodelleerde dichtheidsgegevens op basis van ESAS-tellingen vanaf schepen en vliegtuigen en het MWTL-programma vanuit vliegtuigen gebruikt. Daarnaast zijn recentelijke actualisaties uitgevoerd voor enkele soorten waarvoor de grootste cumulatieve effecten verwacht werden (KEC 3.0; Gyimesi et al. 2018b, Van der Wal et al. 2018)<sup>32</sup>. In deze actualisaties zijn naast de meest actuele verspreidingsgegevens en de meest realistische turbinetypes ook geplande windparken tot en met 2030 meegenomen. In dit MER worden voor deze soorten de geactualiseerde slachtofferaantallen gebruikt als basis voor de beoordeling van de cumulatieve effecten. Voor de overige soorten dienen de oorspronkelijke berekeningen van Rijkswaterstaat (2015), Leopold et al. (2015) en Van der Wal et al. (2015) als basis. Ten opzichte van Rijkswaterstaat (2015), Leopold et al. (2015) en Van der Wal et al. (2015) is in dit MER een realistischer scenario berekend voor buitenlandse windparken, en zijn de input parameters van de kavels van

<sup>32</sup> In KEC 3.0 zijn de soorten die in het KEC 1.0 de hoogste fractie van de PBR ten gevolge van vogelaanvaringen bereikten geselecteerd: jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, drieteenmeeuw, kleine zwaan, rotgans, bergeend, wulp en zwarte stern (Rijkswaterstaat 2015, [https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/157580/actualisatie\\_van\\_kec\\_vogelaanvaring\\_berekeningen\\_volgen\\_routekaart\\_2030.pdf](https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/157580/actualisatie_van_kec_vogelaanvaring_berekeningen_volgen_routekaart_2030.pdf)). Voor habitatverlies zijn dezelfde soorten als KEC 1.0 gebruikt: zeekoet, alk, duikers, jan-van-gent en grote stern met daarbij de meest recente verspreidingsgegevens (tot 2017) in offshore gebieden.

Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord) geüpdatet naar de laatste inzichten (cf. Gyimesi & Fijn 2015b, Gyimesi et al. 2017c, Gyimesi et al. 2018c).

Deze effecten worden vervolgens afgewogen met de Potential Biological Removal (PBR) van een bepaalde soort. Dit is het aantal individuen dat door sterfte uit een populatie kan worden weggenomen zonder dat deze populatie in de problemen komt. In dit achtergrondrapport worden zowel de cumulatieve slachtoffers in de zuidelijke Noordzee afgezet tegen de PBR van de populatie van de zuidelijke Noordzee, als de cumulatieve slachtoffers in de Nederlandse Noordzee afgezet tegen de PBR van de Nederlandse populatie. Voor alle soorten zijn de meest actuele PBR schattingen gebruikt (waar mogelijk cf. Rijkswaterstaat 2019, anders cf. Rijkswaterstaat 2015). In de oorspronkelijke berekeningen van Rijkswaterstaat (2015), Leopold et al. (2015) en Van der Wal et al. (2015) is niet gewerkt met de PBR van de Nederlandse populatie, waardoor deze PBR niet voor alle soorten beschikbaar was uit eerdere studies. In deze gevallen werd de PBR van de Nederlandse populatie gebaseerd op de Nederlandse broedpopulatie of de overwinterende Nederlandse Noordzee populatie.

## 6.7.2 Vogels

### Lokaal verblijvende vogels

In Rijkswaterstaat (2015), Leopold et al. (2015) en Van der Wal et al. (2015) zijn op basis van berekeningen met het extended Band-model (Band 2012, zie Bijlage IV van bijlage 4 van dit MER) cumulatieve aantallen aanvaringslachtoffers bepaald voor alle 106 windparken die aanwezig of gepland zijn voor 2023 in de Zuidelijke Noordzee. In recentelijke actualisaties zijn daarnaast voor enkele soorten ook geplande windparken tot en met 2030 meegenomen in de berekening van het cumulatief aantal aanvaringslachtoffers (Rijkswaterstaat 2019). Tevens is ook de sterfte als gevolg van habitatverlies door de ontwikkeling van de windparken bepaald (10% van de verstoorde (=aanwezige) vogels conform Bradbury et al. 2014). Deze twee mortaliteitsbronnen zijn meegenomen in de bepaling van cumulatieve aantallen slachtoffers. In onderstaande tabellen zijn de cumulatieve aantallen slachtoffers gepresenteerd voor vogelsoorten waarvan in Hollandse Kust (west) slachtoffers vallen vanwege aanvaringen met windturbines of habitatverlies (tabel 6.23 en 6.24).

Volgens de laatste berekeningen in het kader van het KEC 3.0 overschrijdt bij alle zeevogelsoorten waarvan slachtoffers in windenergiegebied Hollandse Kust (west) vallen, het cumulatieve aantal slachtoffers in windparken in de zuidelijke Noordzee de 1% mortaliteitsnorm (1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte; Rijkswaterstaat 2019). Hierdoor kan er eventueel sprake zijn van een significant effect. Daarom wordt hier de PBR-norm (Potential Biological Removal) als tweede stap gehanteerd om de effecten op biogeografische populaties (in dit geval die van de zuidelijke Noordzee of van de Nederlandse Noordzee) te beoordelen. De totale cumulatieve aantallen slachtoffers inclusief Kavel VI en VII van windenergiegebied Hollandse Kust (west) worden afgewogen tegen de PBR van een individuele soort. De cumulatieve aantallen zijn in het geval jan-van-gent, van drieteenmeeuw, grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvertmeeuw, alk en zeekoet gebaseerd op de KEC 3.0 studie (Rijkswaterstaat 2019) en voor de overige soorten op de KEC 1.0 studie (Rijkswaterstaat 2015) en de meest recente actualisaties daarvan (Gyimesi & Fijn 2015b, Gyimesi et al. 2018c).

Uit Rijkswaterstaat (2015), Leopold et al. (2015) en Van der Wal et al. (2015) blijkt dat, met uitzondering van de grote meeuwen (grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw), voor alle zeevogelsoorten die regelmatig in de zuidelijke Noordzee voorkomen, de cumulatieve aantallen slachtoffers voor de gehele zuidelijke Noordzee onder de soortspecifieke PBR waarden voor de zuidelijke Noordzee blijven. Een correctie voor realistische windturbinegroottes in de bestaande en geplande windparken liet een aanzienlijke daling in het aantal slachtoffers onder de drie grote meeuwensoorten zien, waarbij alleen het aantal slachtoffers bij de kleine mantelmeeuw boven de PBR-norm bleef liggen (Gyimesi & Fijn 2015b). Uit de recente actualisatie van Rijkswaterstaat (2019), waarin de best beschikbare gegevens over verspreiding, vogeldichtheden, vlieggedrag en turbinespecificaties zijn gebruikt, bleek echter dat ook bij de kleine mantelmeeuw de cumulatieve aantallen slachtoffers voor de gehele zuidelijke Noordzee onder de soortspecifieke PBR-norm voor de zuidelijke Noordzee blijven. Ook in de huidige berekeningen voor Hollandse Kust (west) blijven voor alle lokaal verblijvende soorten de cumulatieve aantallen aanvaringslachtoffers in de zuidelijke Noordzee ruim onder de PBR-norm (tabel 6.23).

**Tabel 6.23 Mortaliteit (door aanvaringen en habitatverlies) als gevolg van windturbines in de zuidelijke Noordzee (cf. Rijkswaterstaat 2015, variant 1 in Gyimesi & Fijn 2015b, Gyimesi et al. 2016, Rijkswaterstaat 2019 en bijlage 4 van dit MER), ook uitgedrukt als fractie van PBR van de zuidelijke Noordzee populatie voor zeevogels (cf. Rijkswaterstaat 2015), voor vogelsoorten waarvan in Hollandse Kust (west) slachtoffers vallen (de maximale slachtofferaantallen bij Alternatief 1 door aanvaringen en habitatverlies zijn in de eerste kolom ter vergelijking weergegeven) en de fractie van PBR boven de 0,01 ligt.**

Soort	Slachtoffers kavel VI Hollandse Kust (west) door aanvaringen en habitatverlies	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen	Cumulatief # slachtoffers door habitatverlies	PBR	Fractie sterfte tov PBR
drieteenmeeuw <sup>2</sup>	6	351	738	2.373	0,46
zilvermeeuw <sup>2</sup>	18	746	50	2.235	0,36
alk <sup>2</sup>	7	29	3.159	11.848	0,27
kleine mantelmeeuw <sup>2</sup>	36	1.999	253	9.481	0,24
grote mantelmeeuw <sup>2</sup>	12	787	103	11.799	0,08
visdief/noordse stern <sup>1</sup>	1	289	68	4.930	0,07
dwergmeeuw <sup>1</sup>	2	159	20	3.971	0,05
stormmeeuw <sup>1</sup>	3	1.046	68	22.534	0,05
zeekoet <sup>2</sup>	28	13	16.140	316.125	0,05
jan-van-gent <sup>2</sup>	6	215	160	22.354	0,02
noordse stormvogel <sup>1</sup>	3	8	111	5.934	0,02

Cumulatieve aantallen gebaseerd op:

<sup>1</sup> Rijkswaterstaat 2015 en actualisaties daarvan in Gyimesi & Fijn 2015b en Gyimesi et al. 2018c

<sup>2</sup> Rijkswaterstaat 2019

Naast de zuidelijke Noordzee populatie worden in deze paragraaf ook de aantallen slachtoffers in de Nederlandse parken (ENECO Luchterduinen, Gemini Oost, Gemini West, Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord)) afgezet tegen de PBR van de Nederlandse populaties (broed- of overwinteringspopulatie; tabel 6.24). Een aanvullende notitie van het KEC 3.0 (Gyimesi & Leemans 2018) geeft inzicht in welke veranderingen in aantallen aanvaringslachtoffers optreden als de windparken OWEZ en PAWP toch worden meegenomen in de cumulatieve berekeningen. Hieruit blijkt dat ook bij het meenemen van de windparken OWEZ en PAWP de cumulatieve aantallen slachtoffers bij alle soorten veilig onder de PBR-norm blijven.

De keuze voor welke populatieschatting wordt gebruikt, is bepaald door de betrouwbaarheid van de schatting conform de door Poot et al. (2013) geïdentificeerde kwaliteitsbeperking van meeuwen aan de kust. Uitsluitend kijkend naar het cumulatieve effect van de Nederlandse parken op de Nederlandse populatie blijft bij alle soorten het aantal slachtoffers ruim onder de PBR-norm (tabel 6.24). Dit geldt zowel met of zonder de windparken OWEZ en PAWP (Rijkswaterstaat 2019; Gyimesi & Leemans 2018).

**Tabel 6.24 Mortaliteit (door aanvaringen en habitatverlies) als gevolg van windturbines in de Nederlandse Noordzee (cf. Rijkswaterstaat 2015, variant 1 in Gyimesi & Fijn 2015b, Gyimesi et al. 2018c, Rijkswaterstaat 2019 en dit rapport), ook uitgedrukt als fractie van PBR van de Nederlandse populatie voor zeevogels (cf. Rijkswaterstaat 2015), voor vogelsoorten waarvan in Hollandse Kust (west) slachtoffers vallen (de maximale slachtofferaantallen bij Alternatief 1 zijn in de eerste kolom ter vergelijking weergegeven) en de fractie van PBR boven de 0,01 ligt.**

Soort	Slachtoffers kavel VI Hollandse Kust (noord) door aanvaringen en habitatverlies	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen NL parken	Cumulatief # slachtoffers door habitatverlies NL parken	NL-PBR	Fractie sterfte tov NL-PBR
zilvermeeuw <sup>2</sup>	20	213	17	432	0,53
kleine mantelmeeuw <sup>2</sup>	39	555	33	2.492	0,24
alk <sup>2</sup>	7	2	110	475	0,24
drieteenmeeuw <sup>2</sup>	6	61	33	581	0,16
stormmeeuw <sup>1</sup>	3	182	14	1.305	0,15
grote mantelmeeuw <sup>2</sup>	12	170	9	2.290	0,08
dwergmeeuw <sup>1</sup>	2	56	9	1.269	0,05
zeekoet <sup>2</sup>	28	1	513	13.484	0,04
jan-van-gent <sup>2</sup>	7	34	22	3.364	0,02
noordse stormvogel <sup>1</sup>	3	0	8	533	0,02

Soort	Slachtoffers kavel VI Hollandse Kust (noord) door aanvaringen en habitatverlies	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen NL parken	Cumulatief # slachtoffers door habitatverlies NL parken	NL-PBR	Fractie sterfte tov NL-PBR
visdief/noordse stern <sup>1</sup>	1	11	4	1.615	0,01

Cumulatieve aantallen gebaseerd op:

<sup>1</sup> Rijkswaterstaat 2015 en actualisaties daarvan in Gyimesi & Fijn 2015b en Gyimesi et al. 2018c

<sup>2</sup> Rijkswaterstaat 2019

Het aantal slachtoffers in windenergiegebied Hollandse Kust (west) in cumulatie met andere internationale windparken zal enkele tientallen tot duizenden exemplaren per zeevogelsoort bedragen. In de oorspronkelijke KEC documenten (Rijkswaterstaat 2015) kwam naar voren dat op basis van de worst-case scenario met 3 MW-turbines, als gevolg van aanvaringen met en habitatverlies door alle (toekomstige) windparken in de zuidelijke Noordzee in cumulatie met scheepvaart, de cumulatieve sterfte bij de meeste zeevogels (uitgezonderd de alk en zeekoet) niet onder 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte blijft en bij kleine mantelmeeuwen, zilverbmeeuwen en grote mantelmeeuwen ook niet binnen de PBR blijft. Daarmee kon nog niet met zekerheid worden gezegd dat de gecumuleerde effecten niet zullen leiden tot het uitsterven van deze soorten in de Zuidelijke Noordzee. Als er echter in de berekeningen gebruik wordt gemaakt van de meest actuele gegevens over verspreiding, vogeldichtheden, vlieggedrag en windturbinespecificaties voor de bestaande en geplande windparken in de zuidelijke Noordzee, blijven voor alle lokaal verblijvende soorten de cumulatieve aantallen aanvaringsslachtoffers in de zuidelijke Noordzee ruim onder de PBR-norm (Rijkswaterstaat 2019). Toetsen we de aantallen slachtoffers als gevolg van Nederlandse parken aan de Nederlandse PBR-norm, dan geldt ook dat de gecumuleerde aantallen slachtoffers ruim onder de PBR-norm blijven. Op basis van dit gegeven kan met zekerheid worden gezegd dat deze populaties veerkrachtig genoeg zijn om de additionele sterfte in de windparken die tot 2030 gepland staan, op te vangen en dat de gunstige staat van instandhouding van zeevogelsoorten niet in het geding komt.

### Broedende kolonievogels

Hollandse Kust (west) ligt buiten bereik van de meeste broedkolonies, alleen broedende noordse stormvogels (niet uit Nederlandse broedgebieden), kleine mantelmeeuwen en zilverbmeeuwen kunnen het windenergiegebied in theorie bereiken. Van broedkolonies in Natura 2000-gebieden, ligt alleen de kleine mantelmeeuwkolonie in Duinen en Lage Land Texel binnen bereik van het windenergiegebied. Voor de kleine mantelmeeuwen uit het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel speelt cumulatie van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west) een rol.

De maximale aantallen slachtoffers in Hollandse Kust (west) onder kleine mantelmeeuwen uit de kolonie in het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel betreffen in kavel VI 4 slachtoffers per jaar bij Alternatief 1 en 3 slachtoffers per jaar bij Alternatief 2. In Hollandse Kust (noord) betreft het maximale aantal slachtoffers onder kleine mantelmeeuwen uit de kolonie in het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel 55 per jaar (Gyimesi et al. 2018c).



Daarmee betreft het cumulatief aantal slachtoffers onder kleine mantelmeeuwen uit de kolonie in het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel die vallen in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west) 1,9% van de natuurlijk mortaliteit bij Alternatief 1 en 1,8% van de natuurlijk mortaliteit bij Alternatief 2.

De populatie in het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel ligt boven het instandhoudingsdoel, waardoor een additionele mortaliteit boven de 1%-mortaliteitsnorm niet automatisch betekent dat er significant negatieve effecten zijn op de daar broedende populatie. Dit is ook geïllustreerd door Lensink & van Horssen (2012) in een populatiemodel voor de kleine mantelmeeuw, waarmee het effect van additionele sterfte ten gevolge van aanvaringen met windturbines op zee op de Nederlandse (broed)populatie(s) van de kleine mantelmeeuw is onderzocht. De uitkomsten uit dit model laten zien dat een jaarlijkse additionele sterfte, die aanzienlijk hoger ligt dan de 1%-mortaliteitsnorm, tot slechts een zeer beperkte afname in de populatiegrootte leidt en niet tot een blijvend dalende trend. Voor de kleine mantelmeeuw lijkt een aandeel floaters in de populatie van 40% realistisch (Lensink & van Horssen 2012). Dit betekent dat bij een additionele sterfte die ruim 10% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte bedraagt, de broedpopulatie van de kleine mantelmeeuwen stabiliseert op een niveau dat minder dan 3% lager ligt dan het uitgangsniveau. Op basis hiervan concluderen we dat significante negatieve effecten op de broedpopulatie kleine mantelmeeuwen uit het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel, met inbegrip van cumulatieve effecten, met zekerheid uit te sluiten zijn.

#### **Vogels tijdens seizoenstrek**

Naast (trekkende) zeevogels vallen ook slachtoffers onder trekkende watervogels en landvogels als gevolg van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (west) 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, zie Bijlage IV) bepaald dat voor een aantal soorten de cumulatieve aantallen aanvaringsslachtoffers boven de 1% mortaliteitsnorm uitkomen maar voor alle soorten onder de PBR van de internationale populatie blijven. Deze slachtoffers worden allemaal ondervangen door dichtheidsafhankelijkheid in o.a. reproductie, en populatieniveaus dalen daarmee niet als gevolg van deze additionele mortaliteit.

Voor 8 soorten is de voorspelde mortaliteit hoger dan 5% van de PBR (tabel 6.3). Met name in het geval van kleine zwaan is een dergelijke sterfte substantieel aangezien dit een soort is met een zeer beperkte en afnemende biogeografische populatie. Een dergelijke additionele sterfte bovenop eventuele sterfte en habitatverlies in gebieden op land als gevolg van windparken maar ook andere bronnen van sterfte, kan potentieel de gunstige staat van instandhouding van deze soort in gevaar brengen. Echter zijn recentelijk voor de kleine zwaan nieuwe berekeningen gedaan op basis van in Engeland gezenderde vogels die de Noordzee overstaken tijdens hun trektocht (Gyimesi et al. 2017b). Uit deze analyse blijkt dat minder kleine zwanen op rotorhoogte vliegen (vooral boven de zee) en daardoor is hun kans op aanvaring lager dan voorheen aangenomen. Daarnaast konden met de GPS-logger gegevens windpark-specifieke fluxen

vastgesteld worden. Op basis van deze nieuwe inzichten zouden de slachtofferaantallen ook lager uitkomen, op 6 aanvaringslachtoffers, wat een fractie van 0,8 van de PBR betekent (Gyimesi et al. 2018b, Rijkswaterstaat 2019).

In het geval van zwarte stern en bergeend zijn de recentelijk in het KEC 3.0 geschatte slachtofferaantallen door aanvaringen (Rijkswaterstaat 2019) fors toegenomen ten opzichte van de KEC 1.0 berekeningen (Rijkswaterstaat 2015). Hierdoor is het aantal slachtoffers onder de zwarte stern bijna op het niveau van de PBR (0,98). Bij de wulp leidde de nieuwe berekeningen in KEC 3.0 juist tot minder aanvaringslachtoffers dan in de oorspronkelijke KEC vanwege afnemende populatie, resulterend in een fractie van 0,64 van de PBR-norm. Voor deze drie soorten zijn geen vlieghoogteprofielen beschikbaar, waardoor in het Band-model vogels gelijkmatig over de luchtkolom worden verdeeld. Bij een toename van het rotoroppervlakte bij grotere turbines resulteert dit in een hogere flux op rotorhoogte, met hogere aantallen slachtoffers als gevolg. Ook ontbreekt bij deze soorten kennis over offshore trekroutes. Nieuwe inzichten in deze kennisleemtes kunnen tot een verbetering in de berekende slachtofferaantallen leiden.

In tegenstelling tot lokaal verblijvende zeevogels wordt hier geen Nederlandse PBR voor trekvogels berekend omdat 'de Nederlandse populatie' van trekvogelsoorten niet te bepalen is. De meeste slachtoffers onder trekvogels (zoals de soorten uit tabel 6.25 vallen onder vogels die Nederland passeren in de trektijd (voorjaar en najaar) tijdens hun seizoenstrek tussen broed- en overwinteringsgebieden. Deze slachtoffers zijn dus afkomstig uit de hele flyway populatie. Er is geen onderscheid te maken welke van deze vogels afkomstig is uit Nederland en welke uit het buitenland (bijvoorbeeld het noorden/noordoosten Scandinavië, Rusland, waar veel trekvogelsoorten vandaan komen). Daarom is ook besloten om te toetsen aan de flyway populatie en daarvoor een PBR te berekenen.

Een uitzondering vormen de trekvogelsoorten die Nederland als uiteindelijk overwinteringsgebied gebruiken, met een bekend aantal vogels van de flyway populatie. Van de soorten in tabel 6.25 is dit alleen de kleine zwaan. De flyway populatie die in Noordwest-Europa overwintert bedraagt ongeveer 10.000 vogels (cf. Rijkswaterstaat 2019). De afnemende populatie hangt grotendeels samen met tegenvallende broedresultaten (Wood et al. 2016). Bovendien overwinteren als gevolg van klimaatverandering steeds meer kleine zwanen dichterbij de broedgebieden, en dus ten oosten van Nederland (Nuijten et al. 2018a, b). De kleinste Nederlandse populatie kan als worst-case scenario voor het aantal aanvaringslachtoffers ten opzichte van een Nederlandse PBR beschouwd worden. De PBR voor deze populatie komt uit op 73 vogels (Rijkswaterstaat 2019). In de Nederlandse windparken op zee zullen jaarlijks 6 kleine zwanen als slachtoffer vallen door aanvaring met een turbine (Gyimesi et al. 2017b). Dit is 8% van de PBR zoals berekend voor de in Nederland overwinterende kleine zwanen.

**Tabel 6.25 Cumulatief aantal slachtoffers als gevolg van aanvaringen, berekend met het extended Band model, ten opzichte van de 1% mortaliteitsnorm en als fractie van PBR, voor de trekvogelsoorten waarvan de fractie van PBR boven de 0,05 ligt. Waardes afkomstig van het KEC (Rijkswaterstaat 2016), met uitzondering van de kleine zwaan (Gyimesi et al. 2017b). <sup>1)</sup> waardes van deze soorten zijn afkomstig van het KEC 3.0 (Rijkswaterstaat 2019), en <sup>2)</sup> waardes van deze soorten**

zijn afkomstig van het KEC 1.0 (Rijkswaterstaat 2015) geactualiseerd in Gyimesi & Fijn (2015c), met de toevoeging van slachtofferaantallen in HKW.

Soort	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen	Fractie van PBR
zwarte stern <sup>1</sup>	38	0,98
wulp <sup>1</sup>	496	0,64
drieteenstrandloper <sup>2</sup>	363	0,20
spreeuw <sup>2</sup>	16.541	0,12
kanoet <sup>2</sup>	628	0,10
bergeend <sup>1</sup>	367	0,10
kleine zwaan <sup>1</sup>	6	0,08
rosse grutto <sup>2</sup>	417	0,06

#### Conclusie

Jaarlijks zullen enkele tientallen tot enkele duizenden slachtoffers vallen onder trekvogels als gevolg van windturbines op de zuidelijke Noordzee, waaronder in windenergiegebied Hollandse Kust (west) (Rijkswaterstaat 2015, Gyimesi & Fijn 2015a, Rijkswaterstaat 2019). Het is aannemelijk dat de cumulatieve sterfte onder trekvogels als gevolg van aanvaringen met alle (toekomstige) windturbines in de zuidelijke Noordzee voor alle soorten binnen PBR blijft. Op basis van deze uitkomsten en op dit moment bekende windparkplannen, kan geconcludeerd worden dat de gunstige staat van instandhouding van trekvogelsoorten 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, echter de aantallen, de populatiegroottes waarvan deze dieren afkomstig zijn en hun gedrag op zee zijn onbekend. Ruige dwergvleermuis en rosse vleermuis zijn de twee soorten die door hun voorkomen op de Noordzee potentieel negatief beïnvloed kunnen worden door windparken op zee, echter een vergroting van de monitoringsinspanning is noodzakelijk om kwantitatieve uitspraken te doen over effecten. Op basis van enkele aannames zullen de effecten het kleinst zijn op de rosse vleermuis. Voor de meeste vleermuissoorten is de informatie aangaande de grootte van bronpopulaties dermate ontoereikend dat een realistische inschatting van effecten niet mogelijk is.

In opdracht van Rijkswaterstaat (2015) is voor de verschillende soorten vleermuizen een inschatting gemaakt in hoeverre de verwachte aantallen aanvaringslachtoffers de PBR van populaties van deze soorten zullen overschrijden. 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 PBR waarden van 1.905 ruige dwergvleermuizen voor de populaties uit Letland, Litouwen, Polen en Zweden, en 4.089 rosse vleermuizen uit Letland, Polen en Zweden. De cumulatieve aantallen slachtoffers onder ruige dwergvleermuizen (7.700 volgens Rijkswaterstaat 2015) zouden daarmee ver boven de PBR liggen, terwijl die van rosse

vleermuis (200 zie Rijkswaterstaat 2015) hieronder liggen. Echter de belangrijkste conclusie van Rijkswaterstaat (2015) is dat door een gebrek aan data voor beide soorten belangrijke negatieve effecten op de staat van instandhouding niet zijn uit te sluiten.

Het is niet mogelijk om in het geval van vleermuizen de Nederlandse PBR te gebruiken conform de aanpak bij vogels. We hebben wel een schatting van het aantal ruige dwergvleermuizen dat over de zuidelijke Noordzee vliegt (40 duizend, Limpens et al. 2017). Voor de rosse vleermuis is deze schatting niet beschikbaar en is het toetsen van slachtoffers aan de Nederlandse populatie onverstandig. De Nederlandse populatie overwintert grotendeels in Nederland. De trek die bij Nederlandse dieren is vastgesteld vond in zuidelijke (of ZW) richting plaats. Trek naar Engeland is nog nooit vastgesteld.

#### Conclusie

Op dit moment zijn cumulatieve effecten van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (west) en andere windparken in de zuidelijke Noordzee uitsluitend gebaseerd op sterftecijfers gemeten op land (Rijkswaterstaat 2015). Gebaseerd op de huidige kennis, en dan vooral het ontbreken van goede informatie over het voorkomen van vleermuislachtoffers 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 gunstige staat van instandhouding van sommige vleermuispopulaties zullen optreden. Door toepassing van een stilstandvoorziening (paragraaf 6.8) wordt het aantal slachtoffers naar verwachting met ongeveer 40% verlaagd ten opzichte van de situatie zonder stilstandvoorziening (Boonman et al. 2018). Hier is bij de hierboven genoemde PBR berekeningen (Rijkswaterstaat 2015) geen rekening mee gehouden.

## 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 zouden 's nachts aan boord van schepen minimale verlichting moeten worden toegepast, en dan idealiter ook gebruik worden gemaakt van verlichting met een 'vogelvriendelijke' kleur (zie Poot et al. 2008).

Een mogelijkheid om onderwatergeluid tijdens de aanleg te reduceren kan bereikt worden door de inzet van geluiddempende systemen tijdens het heien. Echter de effecten van geluid op vogels zijn onbekend en dus ook de noodzaak van deze maatregel.

### 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 kavel VI worden geminimaliseerd door zo weinig mogelijk grote turbines (minste aantal slachtoffers) op een zo klein mogelijk oppervlak (minste habitatverlies) neer te zetten. Daarnaast blijkt dat bij tweebladige turbines minder aanvaringslachtoffers vallen dan bij driebladige turbines. Tweebladige turbines zijn echter slechts beperkt beschikbaar.

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) en ook in OWEZ leken vogels liever het windpark te kruisen op plaatsen waar er alleen een enkele rij turbines stond en ook leken vogels een voorkeur te hebben om langs stilstaande turbines te vliegen in tegenstelling tot langs draaiende turbines (Krijgsveld et al. 2011). Het is echter onbekend wat de minimale breedte van een 'corridor' zou moeten zijn.

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.

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, maar hoe verder je uit de kust komt (zoals bij windenergiegebied Hollandse Kust (noord) het geval is), hoe belangrijker relatief gezien de oost-west trek (naar de Britse eilanden) wordt. De noord-zuid oriëntatie speelt dan een minder grote rol. Daarnaast ziet een ruitvorm er van bovenuit alsof vogels die er op af vliegen hierlangs geleid zouden worden. Of dat zo werkt is niet bekend. Er is dus 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, echter ook andere factoren zoals turbinegrootte en minimale tiphoogte spelen mogelijk een rol (Leopold et al. 2010 & 2012, Skov et al. 2017). Recent is door M. Leopold – Wageningen Marine Research (WMR) binnen Wozep een onderzoek gestart om meer kennis te verkrijgen over het effect van lay-out op verstoring van vogels. De resultaten van dit onderzoek zijn echter nog niet voor handen.

Op grond van de resultaten van de 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 duikers, jan-van-gent en deels door alkachtigen, maar dat meeuwen en sterns 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 ruimtebeslag vermoedelijk een navenant groter effect op de ter plaatse verblijvende zeevogels zal hebben. Configuraties die dus tot een groter ruimtebeslag 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.

Wel is het aannemelijk, alhoewel dat (nog) niet direct ondersteund wordt door empirisch onderzoek, dat het vergroten van de detectiekans van turbines een vermindering van het aantal aanvaringslachtoffers kan genereren. Echter deze zijn vogelsoort-specifiek en daarmee gebonden aan diverse beperkingen (May et al. 2015). Er zijn aanwijzingen dat de grootste kans op mogelijk succes wordt geboden door maatregelen zoals het aanbrengen van reflectors en lasers, maar ook akoestische waarschuwingssignalen. 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 echter geen onderzoeksgegevens beschikbaar waaruit zou kunnen blijken welke van deze maatregelen een reële verbetering ten opzichte van een basisalternatief zou kunnen betekenen, en bovendien kleven aan diverse maatregelen, zoals verlichting, weer andere nadelen zoals het risico op aantrekking.

Verschiedende onderzoeken leveren geen eenduidige conclusie over welk type turbineverlichting het best gebruikt kan worden om het aantal aanvaringen met windturbines te verminderen. Uit een recent experimenteel onderzoek op de Noordzee bleek dat continue (niet-knipperend) rood licht minder nachtelijke trekvogels aantrekt dan continue groen, blauw en wit licht. Ook bleek dat knipperend licht (1s aan, 1s uit) minder vogels aantrekt dan continue licht (Rebke et al. 2019). Echter, onderzoek naar de verlichting van boorplatforms en het effect daarvan op (trek)vogels heeft aangetoond dat vogels worden aangetrokken door rood, geel en wit licht (Marquenie et al. 2009). Daarnaast bleek uit een ander onderzoek dat blauw licht nauwelijks verstorend werkt op de trek 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 om bij te werken en ook voor een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (west) kan worden overwogen om dergelijke verlichting toe te passen. Hierbij gaat het echter, in tegenstelling tot de situatie op een gasplatform op zee, alleen om navigatieverlichting en niet (ook) om werkverlichting. Omdat de

werkverlichting veel sterker is dan de 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 de wensen van het bevoegd gezag. De grootste winst is echter te behalen door de verlichting op de turbines tot een minimum te beperken. Het lijkt op voorhand zeker geen goed idee om de masten te verlichten (flood lights), tenzij met aangepaste lichtkleuren gewerkt kan worden. Wel kan de verlichting op (grote) werkschepen een probleem vormen als deze vogels aantrekt gedurende donkere nachten terwijl de windturbines draaien. Onderhoudswerkzaamheden dienen daarom 's nachts vermeden te worden, zeker gedurende de trekseizoenen.

Verder wordt onderzoek gedaan naar stilstandvoorzieningen op land tijdens piekmomenten van vogelactiviteit. Op momenten dat er 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 vergunning al voorgeschreven, echter 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 eerste inschatting gedaan van 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. Daarnaast hebben Krijgsveld et al. 2015 bepaald dat het gericht uitzetten van turbines tijdens trekpieken op 1,3% van de tijd (alle uren met meer dan 250 doortrekkende vogels per km per uur ~ een totaal van 109 uur per jaar) een 11% reductie in het totaal aantal aanvarings-slachtoffers kan opleveren.

De beste methode om het aantal aanvarings-slachtoffers bij vleermuizen te verlagen is door de draaisnelheid van de rotorbladen te verlagen tot 1-2 rpm gedurende de momenten waarop vleermuizen in windparken te verwachten zijn. Het is aangetoond dat deze stilstandvoorziening 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 verkeersslachtoffers) zullen bij 1 rpm geen slachtoffers vallen, en bij 2 rpm bestaat er een geringe kans voor slachtoffers.

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.*”

Uit een evaluatie door Boonman (2018) bleek dat deze stilstandvoorziening niet erg efficiënt 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 in onderstaande tabel weergegeven (uit Boonman 2018). Deze stilstandvoorziening verlaagt de kans op slachtoffers zonder dat dit tot extra energieverlies zal leiden ten opzichte van de “oude” stilstandvoorziening.

**Tabel 6.26 Optimale stilstandvoorziening. Voor iedere combinatie van temperatuur (linker zijde verticaal) en windrichting (bovenzijde horizontaal) staat de startwindsnelheid weergegeven.**

	N	NNO	NOO	O	ZOO	ZZO	Z	ZZW	ZWW	W	NWW	NNW
<11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11-15	3.5	4.5	5.5	6	5.5	5.5	3.5	3.5	3.5	3	3	3
15-17	3.5	4.5	5.5	6	5.5	5.5	4.0	3.5	3.5	3	3	3
17-19	3.5	4.5	5.5	6	5.5	5.5	4.0	3.5	3.5	3	3	3
>19	3.5	4.5	5.5	6	5.5	5.5	4.0	3.5	3.5	3	3	3

In aanvulling hierop geldt het volgende:

- Verschuiven van de tijd van het jaar naar 25 augustus tot 10 oktober.
- Verlagen draaisnelheid (< 1-2 rpm) bij vrijloop gedurende de gehele nacht.
- Het verhogen van de startwindsnelheid naar de waarden in bovenstaande tabel in de genoemde tijd van het jaar tussen een uur na zonsondergang tot twee uur voor zonsopkomst.
- Aansturing van de stilstandvoorziening op basis van de meting vanuit de gondel gedurende de laatste 20 minuten.

Samenvattend zijn er 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 (lokale vogels (broedend en niet-broedend) en 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 rotor-hoogte (“early-warning stopping mechanism”) biedt 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, ruimschoots van tevoren voorspelde momenten (bv. tijdens massale migratie of specifiek weer) stilgezet kunnen worden.

Verder zijn er nog diverse maatregelen mogelijk om de detectiekans te vergroten, echter deze zijn vogelsoort-specifiek en daarmee gebonden aan diverse beperkingen (May et al. 2015). Hierbij kan worden gedacht aan verschillende typen stimuli die een reactie te weeg kunnen brengen bij vogels, echter de frequentie en intensiteit moet dermate onderscheidend zijn dat geen gewenning optreedt. De grootste kans op succes bieden maatregelen als het aanbrenge van reflectors en lasers, maar ook akoestische waarschuwingssignalen.

### 6.8.3 Verwijderingsfase

Mitigatie tijdens de uiteindelijke sloop ligt vooral in de timing van de sloop: niet slopen wanneer de dichtheden van verstoringsgevoelige 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 de klus snel geklaard kan worden.



Tevens is het ook 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 toe te passen en van een 'vogelvriendelijke' kleur.

## 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 aanvaringssslachtoffers te voorspellen op zee ontbreekt. Ook over verstoring gevoeligheden 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.

Voor de kavelbesluiten tot 2030 wordt tot dusverre gewerkt met PBR in de KEC berekeningen. Bureau Waardenburg en Wageningen Marine Research (WMR) hebben soortspecifieke (Leslie-Matrix) populatiemodellen ontwikkeld voor gebruik in studies naar zowel aanvaringsrisico als habitatverlies voor potentieel kritieke soorten. Dit specifieke project laat zien hoe populatiemodellen kunnen worden gebruikt voor een populatie-effectbeoordeling van sterfte door aanvaringen van vogels met turbines. Populatiemodellen geven een beter beeld dan andere methoden van de mogelijke effecten van offshore windparken op deze soorten. Voordat de modellen kunnen worden gebruikt ten behoeve van de kavelbesluiten, zijn echter drempelwaarden nodig (Acceptable Levels of Impact (ALI) voor de statistieken die ze kunnen produceren. Dit is een beleidsbeslissing in plaats van een wetenschappelijke. Het rapport van Bureau Waardenburg en WMR bevindt zich in de voltooiingsfase en zou binnenkort moeten worden gepubliceerd.

Het effect van multitorotors is in dit MER op kwalitatieve wijze in beeld gebracht. Omdat er nog weinig ervaring mee is en de exacte rotoroppervlakte en rotorhoogtes die bepalend zijn voor het risico op vogelslachtoffers niet bekend zijn, zijn effecten niet goed te kwantificeren. Daarmee kan niet worden uitgesloten dat effecten toenemen ten opzichte van turbines met één rotor, bijvoorbeeld bij meerdere rotororen op een relatief lage ashoogte waar de vogeldichtheid hoger is.

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.



## 7 ONDERWATERLEVEN

### 7.1 Inleiding

Voor het onderwaterleven zijn met name het geluid van hei-activiteiten en het geluid van seismisch onderzoek relevant. Naast het heien in de aanlegfase van een windpark is de exploitatiefase van belang; wat is het effect van de aanwezigheid van een draaiend windpark voor het onderwaterleven?

In hoofdstuk 5 is reeds aangegeven dat onderwaterleven wordt beschouwd voor twee alternatieven, te weten een alternatief met 76 turbines van 10 MW (hierna te noemen: alternatief 1) en een alternatief met 47 turbines van 16 MW (hierna te noemen: alternatief 2). Zie ook Tabel 7.1.

Uitgangspunt voor de effectbeschrijving is dat er 1 fundering per dag wordt geheid. Per turbine is er dus sprake van één (volle) dag waarop effecten kunnen plaatsvinden. Dit hei-tempo wordt aangehouden voor zowel monopile, tripod als jacket funderingen.

In deze effectbeschrijving is ervan uitgegaan dat kavel VI van windenergiegebied Hollandse Kust (west) uit 76 windturbines van 10 MW of uit 47 windturbines van 16 MW op monopaal funderingen zal bestaan. Het heien van één monopaal turbinefundering zal, zo blijkt uit opgedane ervaring bij de aanleg van het windpark Luchterduinen, inclusief korte pauzes maximaal ongeveer 2 uur<sup>33</sup> duren. Dat betekent dat er in het bouwseizoen maximaal 152 uur wordt geheid voor alternatief 1 (76 palen x 2 uur) en 94 uur voor alternatief 2 (47 palen x 2 uur). Bij de aanleg zal – als de weersomstandigheden en andere, technische of logistieke omstandigheden dat toelaten – een zo compact mogelijk heischema worden gehanteerd. Dit houdt in dat eens per etmaal een turbinefundering wordt geheid. Zo kunnen de heiwerkzaamheden onder gunstige omstandigheden in circa 11 weken (alternatief 1) of in circa 7 weken (alternatief 2) zijn afgerond. Rekening houdend met mindere weersomstandigheden en/of materiaalpech e.d. is de verwachting dat de heiwerkzaamheden maximaal binnen een periode van 4 maanden (alternatief 1) of 3 maanden kunnen worden uitgevoerd (alternatief 2).

In de volgende tabel is de bandbreedte weergegeven.

Tabel 7.1 worst case en best case binnen de bandbreedte voor onderwaterleven.

Thema	Alternatief 1	Alternatief 2
Onderwatergeluid	76x 10 MW-turbines geluidnorm: 168 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (op 750 m) 1 turbinelocatie per dag	47x16 MW-turbines geluidnorm: 168 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (op 750 m) 1 turbinelocatie per dag

De in Tabel 7.1 beschreven alternatieven betreffen de bandbreedte voor zowel de voorkeursligging van als de alternatieve ligging van Kavel VI. In dit hoofdstuk worden de

<sup>33</sup> Per funderingstype neemt de totale duur van het heien echter toe, omdat per funderingstype meerdere palen worden geheid, respectievelijk drie voor een tripod- of vier voor een jacket-fundering. De totale heitijd per fundering zal daarmee 3 - 4,5 uur (tripods) of 4 - 6 uur bedragen (jackets) in plaats van maximaal 2 uur voor een monopaal fundering.

effecten van een windpark in een kavel op het onderwaterleven ten opzichte van de huidige situatie en de onderlinge verschillen tussen de beide liggingen voor Kavel VI beoordeeld.

## 7.2 Beoordelingskader

### 7.2.1 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 'ingezoomd' op de directe omgeving van het plangebied. 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). Daarnaast is ook gebruik gemaakt van informatie die verzameld is voor het opstellen van het milieueffectrapport voor het offshore windpark Q10 (Grontmij Nederland, 2008), het milieueffectrapport voor het offshore windpark Q4 (E-Connection project bv, 2008) en offshore windpark Q4-West (Pondera Consult, 2013). Deze effectenstudies zijn tevens gebruikt in de milieueffectrapporten voor de kavels in windenergiegebieden Borssele en Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord).

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 windenergiepark op zee kan op verschillende wijze invloed hebben op de lokale vis- en benthosgemeenschap. Effecten kunnen ingedeeld worden in de volgende categorieën:

- 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.

### 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

De effecten worden per soortengroep beschreven. 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 7.2 Beoordelingskader onderwaterleven.

Aspect	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Onderwaterleven	Bodemdieren en vissen	
	Aanleg - geluid/trillingen - Bodemberoering	Bodemdieren Bodemberoerende werkzaamheden Habitatverlies
	Gebruik - geluid/trillingen - Bodemberoering - Straling - Aanwezigheid harde structuren - Verbod bodemberoerende visserij in windpark	Vissen Geluid/trillingen Bodemberoerende werkzaamheden Habitatverlies Barrièrewerking
	Verwijdering - Idem aanleg	
	Zeezoogdieren	
	Aanleg Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen Fysieke aantasting	Verstoord oppervlak (km <sup>2</sup> ) Aantal verstoorde dieren Tijdsduur van de verstoring Aantal aangetaste dieren
	Gebruik Verstoring door geluid en trillingen turbines	

	Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)	
	Verwijdering Idem aanleg	

## 7.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

### 7.3.1 Bodemdieren

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 benthos gemeenschappen 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 'bio-engineers': 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 benthos gemeenschap van het Nederlands Continentaal Plat (NCP). De meest soortenrijke benthos gemeenschappen 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). De biodiversiteit en dichtheden en biomassa's van macrobenthos en megabenthos zijn relatief laag ten opzichte van andere gebieden in de Noordzee (Bos et al. 2011; Van Moorsel 2003). Het plangebied windenergiepark Hollandse Kust (west) bevindt zich in deze relatief soortenarme kustzone.

In de kustzone wordt de bodem voor het grootste gedeelte gedomineerd door zand en is onderhevig aan een hoge dynamiek. Het benthos wordt hier gedomineerd door bodemdieren met een gravende levenswijze geassocieerd aan zachte substraten (zoals wormen en schelpdieren). Plaatselijk zijn harde substraten aanwezig, zoals scheepswrakken en windparken. Hierop bevindt zich benthos dat geassocieerd is met harde substraten.

#### Kustzone, overgangszone en gebied op zee

De Noordzee kustzone langs de Nederlandse kust kan onder worden verdeeld in verschillende zones:

- Kustzone
- Overgangszone
- Gebied op zee

Voor de Hollandse kust is de kustzone slechts 5 kilometer breed en reikt ongeveer tot de 15 meter dieptelijn (NAP) (Van Duin et al. 2011). Door het dynamische karakter van deze zone komen hier vooral bodemdieren voor die een relatieve korte levensduur hebben en hieraan aangepast zijn door een snelle reproductie en een groot aantal nakomelingen (zogenaamde r-strategen). Ondanks de relatief lage diversiteit in de kustzone, laten schelpdiersurveys zien, dat hier wel de hoogste biomassa's worden gevonden (Hal et al. 2012; De Jong et al. 2015). Dit komt door de aanwezigheid van schelpdierbanken. Ten aanzien van schelpdierbanken in de kustzone hebben in de afgelopen decennia duidelijke veranderingen plaats gevonden. In de jaren negentig kwamen er rijke *Spisula subtruncata* schelpdierbanken voor in de Noordzeekustzone. Rond de millennium wisseling zijn deze *Spisula* banken echter voor het grootste gedeelte verdwenen en werd de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus* / *Ensis leei*) een van de dominante soorten (Hal et al. 2012). Sinds enkele jaren begint *Spisula* langzaam terug te komen in de Noordzeekustzone, met in 2017 een enorm stijging in aantallen en biomassa (Troost et al. 2017) hetgeen ook werd waargenomen in het Princes Amalia Windpark (Leewis & Klink 2017). Uit de studie van De Jong et al. (2015) in de kustzone van de Noordzee, blijkt dat de soortenrijkdom en biomassa van macrozoobenthos het hoogst op een diepte van 20 m met een korrelgrootte van 200  $\mu\text{m}$  is.

Tussen de kustzone en het gebied op zee kan een overgangszone worden onderscheiden (Van Scheppingen & Groenewold, 1990 in Van Duin et al. 2011). Deze zone wordt begrensd van circa 5 kilometer tot 20 kilometer uit de kust. De bodemdiërgemeenschappen in deze zone wordt gekarakteriseerd door een relatief hoge dichtheid en biomassa aan kreeftachtigen, maar verder zeewaarts wordt de bodemdiërgemeenschap steeds meer gedomineerd door wormen. Schelpdieren komen hier veel minder voor dan in de kustzone. Een recente studie toont aan dat de aanwezigheid van zandgolven de ruimtelijke verdeling van benthos beïnvloedt: de abundantie (aantal individuen per  $\text{m}^2$ ) van epibenthos is significant hoger in de troggen dan op de kammen van de zandgolven (Damveld et al. 2018). Eenzelfde patroon op grotere schaal is eerder aangetoond betreffende de dichtheid en diversiteit van de benthische soortgemeenschappen bij grootschalige getijdenezandbanken (Van Dijk et al. 2012).

De gemeenschap op zee wordt qua dichtheid gedomineerd door polychaeten. Zij heeft als kenmerkende soorten de polychaete wormen *Nephtys cirrosa*, *Magelona papillicornis* en *Spiophanes bombyx*, de vlokreeftjes *Bathyporeia elegans*, *B. guilliamsoniana*, *Urothoe brevicornis* en *U. poseidonis* (Van Duin et al. 2011). Voor de Noord- en Zuid-Hollandse kust neemt de biomassa in zeewaartse richting snel af. De gemiddelde biomassa van de gemeenschap op zee is met 13,6 gram AVDG/ $\text{m}^2$  circa driemaal zo laag als de kustgemeenschap (Van Duin et al. 2011). Grote en dichte schelpenbanken ontbreken, de biomassa wordt meer bepaald door kreeftachtigen en stekelhuidigen. Alleen een soort als *Donax vittatus* (het zaagje) kan plaatselijk in tamelijk hoge dichtheden voorkomen (Holtmann et al., 1996 in Van Duin et al. 2011).

### **Soortengemeenschap van het plangebied**

Binnen het plangebied Hollandse Kust (west) zijn nog geen specifieke onderzoeken uitgevoerd naar de aanwezige bodemdiërgemeenschappen. Echter, er zijn in de laatste twee decennia diverse inventarisatie- en monitoringonderzoeken in de Noordzee kustzone uitgevoerd die een beeld kunnen schetsen van het benthos zoals dat aanwezig is in de nabijheid van het huidige plangebied. Benthos in het nabijgelegen plangebied Hollandse Kust (noord) is onder andere

gemonitord in het kader van WOT schelpdierbemonstering (bodemschaafgegevens van WMR 2004-2016) en van monitoringsonderzoek voor het windpark PAWP (Vanagt et al. 2013, Leewis and Klink 2017, Leewis et al. 2018) en het windpark OWEZ (Bergman et al. 2012, 2015). Daarnaast zijn er gegevens verzameld in het kader van Benthos data in Sole Net Surveys (SNS). Op basis van habitatovereenkomsten is de benthos gemeenschap in het huidige plangebied zeer waarschijnlijk vergelijkbaar met de gemeenschappen zoals die beschreven zijn in deze surveys.

#### Benthos nabij het plangebied op basis van WOT schelpdierbemonstering: Bodemschaaf gegevens WMR 2004-2016

Op basis van de bodemschaaf gegevens van WMR uit de periode 2004 t/m 2016 binnen het plangebied (Beschikbaar via Open Data; Informatiehuis Marien, Tabel 2.14) blijkt dat soorten als mesheften (*Ensis* sp), zaagjes (*Donax vittatus*), gewone zeester (*Asterias rubens*), gewone slangster (*Ophiura ophiura*) en Venusschelp (*Chamelea striatula*) het belangrijkste zijn in termen van biomassa. Ook komen soorten als grote strandschelp (*Macra stultorum*), gevlochten fuikhoorn (*Nassarius reticulatus*), halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) en gewone zwemkrab (*Liocarcinus holsatus*) veel voor. Een aantal soorten, zoals gewone otterschelp *Lutraria*, worden ondanks een kleine bijdrage aan de biomassa, wel in meer dan 80% van de monsters aangetroffen en zijn dus ook kenmerkend voor het gebied.

Tabel 7.3 WOT-schelpdierdata; 2004-2016 (Bron: WMR via Informatiehuis Marien)

	Aantal jaar	Gem aantal (n/m2)	Biomassa (g/m2)
<i>Ensis</i> sp	13	698,6	6052,2
<i>Donax vittatus</i>	12	1579,8	2691,1
<i>Asterias rubens</i>	9	0,1	2046,3
<i>Ophiura</i>	10	616,7	1679,3
<i>Chamelea striatula</i>	12	137,3	1442,9
<i>Macra stultorum</i>	2	0,2	986,4
<i>Nassarius reticulatus</i>	2	0,4	844
<i>Spisula subtruncata</i>	13	248,2	747,6
<i>Liocarcinus holsatus</i>	13	0,2	718
<i>Spisula solida</i>	12	0,2	415,1
<i>Thia scutellata</i>	12	101	118,5
<i>Spisula elliptica</i>	12	150,1	108
<i>Euspira catena</i>	6	0,1	0,7
<i>Lutraria</i>	11	0,1	0,5
<i>Corystes cassivelaunus</i>	7	0,1	0,4
<i>Liocarcinus depurator</i>	1	0,1	0,3
<i>Ophiura albida</i>	11	110,3	0,2
<i>Tellina fabula</i>	4	0,2	0,1
<i>Liocarcinus navigator</i>	3	0,1	0,1
<i>Tellina tenuis</i>	2	0,1	0,1
<i>Nassarius nitidus</i>	1	0,1	0,1
<i>Euspira nitida</i>	9	0,1	0



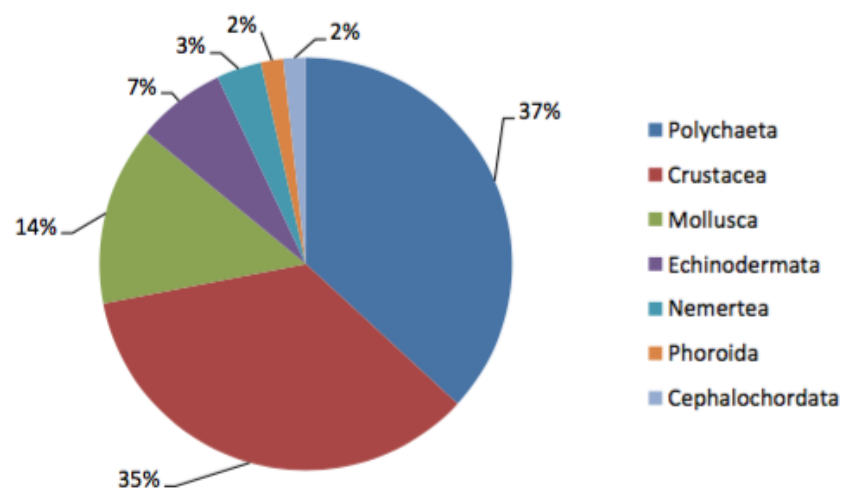
Abra alba	1	0,1	0
Ebalia tumefacta	1	0,1	0
Diogenes pugilator	5	0,1	
Pagurus bernhardus	12	0,1	

Bovenstaande tabel geeft de schelpdieren binnen het plangebied weer (Bron: WMR via Informatiehuis Marien). Het aantal jaar betreft het aantal jaren dat de soort is aangetroffen (van totaal 13 jaren), Gem aantal: gemiddelde aantal individuen-, Biomassa: gemiddelde biomassa per vierkante meter over de periode 2004-2016.

#### Benthos nabij het plangebied: Prinses Amalia (PAWP)

De uitgebreide een meerjarige monitoring van de benthos in offshore windpark PAWP is vanwege de geringe afstand (ca. 31 km buiten het plangebied) waarschijnlijk vergelijkbaar met de soorten in het plangebied. Uit de gegevens van PAWP komt naar voren dat de korrelgrootte in het windpark gemiddelde 277  $\mu\text{m}$  ( $\pm 16.7$  (SD)) en uit meer dan 99% bestaat uit zand. Tijdens de bemonsteringen zijn 58 taxa aangetroffen met de boxcore en 50 taxa met de bodemschaaf. Het grootste aandeel van de taxa zijn wormen en kreeftachtigen. Wormen als *Scoloplos armiger*, *Nephtys cirrosa*, stekelhuidigen als gewone zeester, gewone slangenster en zeeklit (*Echinocardium cordatum*), tweekleppigen als mesheften, strandschelpen en zaagjes en kreeftachtigen als kniksprietkreeftjes (*Bathyporeia elegans*), gewone garnaal (*Crangon crangon*) en gewone zwemkrab zijn kenmerkend voor het gebied (Vanagt et al. 2013; Figuur 7.1). In 2017 is tevens een bemonstering uitgevoerd, gericht op het analyseren van de effecten van het windpark op de plaatselijke bodemfauna. De studie uit 2017 geeft echter met name inzicht in de ontwikkeling (samenstelling, diversiteit etc.) van de aangetroffen soorten (Leewis et al. 2017).

**Figuur 7.1 Verdeling soortenrijkdom: verdeling van aangetroffen benthos**

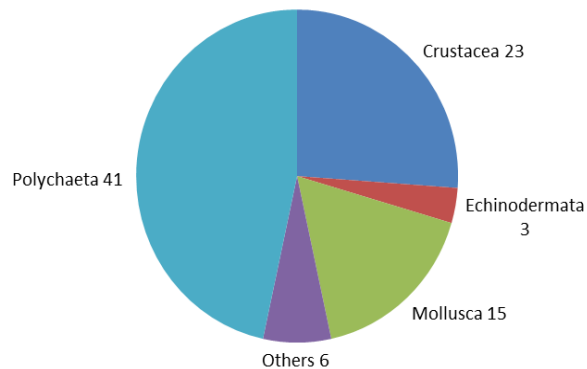


#### Benthos nabij het plangebied; offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ)

De uitgebreide monitoring van de benthos in offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ) dat in 2006 is gebouwd is, en 42 km buiten het plangebied ligt, is waarschijnlijk vergelijkbaar met de

soorten in het plangebied. In het OWEZ en aangrenzende referentiegebieden is in 2011 een uitgebreide bemonstering uitgevoerd op basis van box-core sampling (Bergman et al. 2012). Hierbij zijn in totaal 88 benthos soorten aangetroffen waarbij de soortengemeenschap gedomineerd werd door wormen en kreeftachtigen (figuur 7.2). In 2003 werden in een eerdere monitoringsronde van het OWEZ in totaal 115 soorten bodemdieren aangetroffen (Jarvis et al. 2004). Het benthos werd ook in 2003 gedomineerd door wormen, waarvan veel soorten een 'patchy' verspreiding vertoonden. Daarnaast waren kleine kreeftachtigen algemeen. Er werden in 2003 vijf soorten weekdieren aangetroffen: Glanzende tepelhoorn, (*Polinices pulchellus*), Ovale zeeklitschelp (*Tellimya ferruginosa*), strandschelp (*Spisula* spp.), rechtsgestreepte platschelp (*Fabulina fabula*) en zaagje (*Donax vittatus*) die in relatief lage dichtheden voorkwamen en één stekelhuidige (zeeklit (*Echinocardium cordatum*)).

**Figuur 7.2** Verdeling van aangetroffen benthos soorten



#### Benthos nabij het plangebied: data in Sole Net Surveys (SNS)

Tijdens platvis-surveys die worden uitgevoerd met een 6 meter boomkor worden ook bijvangsten van bodemdieren genoteerd. De gemiddelde vangsten van een van de raaien die in (de buurt van) het plangebied ligt (raai voor IJmuiden nummer 630) zijn gepresenteerd in Van Duin et al. 2011. Uit de gegevens blijkt dat soorten als gewone zeester (*Asterias rubens*), gewone garnaal (*Crangon crangon*), mesheften (*Ensis* spp.), gewone zwemkrab (*Liocarcinus holsatus*), gewone slangster (*Ophiura ophiura*) en heremietkreeftjes (*Pagurus* spp.) het meest gevangen worden. Schelpdieren, anders dan mesheften (*Ensis* spp.), strandschelpen (*Spisula* spp.) en zaagjes (*Donax vittatus*) worden nauwelijks aangetroffen en zeeklitten (*Echinocardium cordatum*) komen in matige dichtheden voor (Van Duin et al. 2011).

#### Benthos in het plangebied: conclusie

Gezien de habitatovereenkomsten met de zojuist beschreven locaties nabij het huidige plangebied, wordt aangenomen dat het benthos in het plangebied wordt gedomineerd door polychaete wormen, enkele soorten schelpdieren (met name mesheften, maar ook strandschelpen, zaagjes), en zeeklit. Het plangebied valt buiten het schelpenwingebied (Informatiehuis Marien: Gebruik). Op de bodem zijn gewone zeester, gewone zwemkrab, gewone slangster en gewone garnaal algemeen.

In het plangebied komen geen voor Nederland relevante soorten voor die beschermd zijn krachtens de OSPAR lijst van bedreigde en/of afnemende soorten (Bos et al. 2016) zoals Noordkromp (*Artica islandica*), purperslak (*Nucella lapillus*) en platte oester (*Ostrea edulis*). Wel

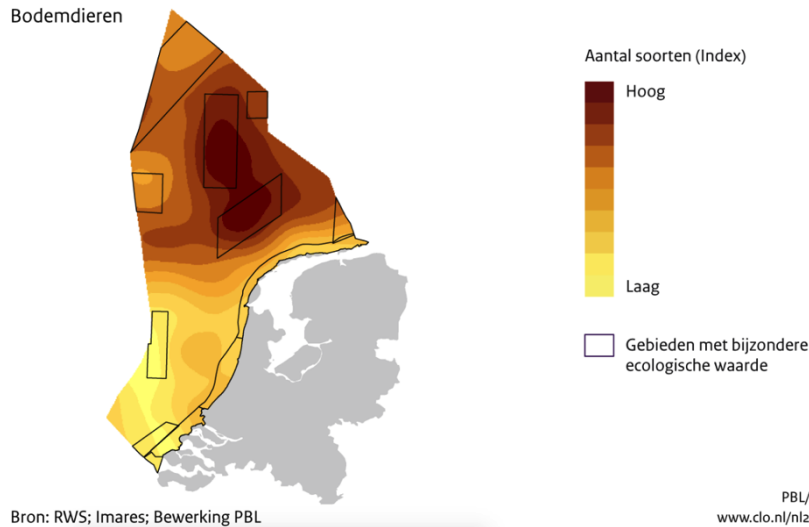
is er één platte oester gevonden in het PAWP (Vanagt et al. 2014) en meerdere platte oesters nabij het plangebied in het OWEZ (Bouma & Lengkeek 2012).

Ook kent het plangebied geen hoge biodiversiteit aan bodemleven. De diversiteit is laag tot gemiddeld (figuur 7.3) in vergelijking tot het overige deel van de Noordzee (CBS et al. 2012).

**Figuur 7.3 Diversiteit benthos Noordzee (bron: CBS et al. 2012)**

#### Biodiversiteit Noordzee, 1991 – 2010

Bodemdieren



### 7.3.2 Vissen

Het deel van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) waar het windpark komt te liggen valt in een gebied dat bekend staat als de Zuidelijk Bocht. Dit gebied kenmerkt zich door een hoog-dynamisch karakter met een zandrijke bodem met grof en fijn zand. Het bodemleven is aangepast aan hoge turbiditeit. Noordelijke delen van het NCP zoals de Doggersbank en Oestergronden vallen onder een laagdynamisch ecotoop, waardoor dit vaak een groeigebied is voor verschillende vissoorten. Vislarven migreren vanuit zuidelijke delen van de Noordzee naar dit gebied om op te groeien (bron: Noordzeeloket, Ecotopen 2004).

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 (bijv. haring en kabeljauw) en soorten met een demersale (bodembebonden) levenswijze (bijv. platvissen en grondels). Voor de verspreiding van demersale vissen geldt dat de hoogste aantallen gevonden worden in diep water, met bodems bestaande uit grof sediment. Niet bodembebonden vissen zijn talrijker langs de kust en in het noordelijke deel van het continentaal plat. Daarnaast zijn de trekvissen in grotere dichtheden aanwezig nabij de riviermondingen.

### Soortengemeenschap van het plangebied

Binnen het plangebied Hollandse Kust (west) zijn nog geen specifieke onderzoeken uitgevoerd naar de aanwezige visgemeenschappen. Echter, binnen het nabijgelegen plangebied Hollandse Kust (noord) (ca. 31 km) zijn wel specifieke onderzoeken naar de visgemeenschap uitgevoerd. Aangezien o.a. waterdiepte en geomorfologie van de zeebodem overeenkomen tussen de twee gebieden (Van der Reijden et al. 2018), wordt aangenomen dat ook de visgemeenschappen vergelijkbaar zullen zijn. Ook zijn er data van visbemonsteringen uit de omgeving beschikbaar, waar informatie aan ontleend kan worden.

#### Vissen nabij het plangebied: selectie OWEZ monitoring

De bemonsteringen die uitgevoerd zijn in het kader van OWEZ monitoring in de jaren 2003, 2004, 2007 en 2011, en binnen het plangebied van HKN vallen, laten zien dat de visgemeenschap wordt gedomineerd door platvissen. De soorten die het meest talrijk zijn aangetroffen binnen het gebied zijn schurftvis *Arnoglossus laterna*, dwergtong *Buglossidium luteum*, pitvis *Callionymus lyra*, kleine pieterman *Echiichthys vipera*, schar *Limanda*, en schol *Pleuronectes platessa* (OWEZ data WMR via Informatiehuis Marien, Tabel 7.3).

#### Bodemvissen nabij het plangebied: offshore windpark Prinses Amalia (PAWP)

De visbemonstering in 2013 in PAWP binnen het plangebied Hollandse Kust (noord) laat zien dat de visgemeenschap in het windpark bestaat uit 27 soorten waarvan het grootste aandeel platvissen (van Hal, 2014). Dwergtong (*Buglossidium luteum*) is veruit het talrijkst (van Hal 2014, Vanagt et al. 2013), maar ook soorten als schol, schar, schurftvis, grondel en pitvis komen talrijk voor (Tabel 7.4).

#### Vissen in de nabijheid van het plangebied: offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ)

In de periode 2003 – 2011 zijn verschillende vismonitoringen uitgevoerd in het offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ) dat in 2006 is gebouwd en net buiten het plangebied Hollandse Kust (noord) valt. Op basis van habitatovereenkomsten is de visgemeenschap in het plangebied waarschijnlijk vergelijkbaar zoals die aangetroffen zijn in de monitoring in OWEZ. Tijdens deze bemonsteringen in OWEZ zijn in totaal 57 vissoorten aangetroffen (van Hal et al. 2012; Tabel 7.5). In OWEZ is tussen seizoenen en jaren echter een zeer dynamische visgemeenschap (zowel demersaal als pelagisch) aangetoond (Lindeboom et al. 2011).

#### Vissen in het plangebied: conclusie

Het plangebied is, in vergelijking met andere gebieden in de Noordzee (CBS et al. 2012), laag in diversiteit (figuur 7.4), mede doordat bodemsubstraat vrij zandig en eenvormig is, wat voornamelijk platvis faciliteert (Tabel 7.4: Tabel 7.5). In het plangebied komen geen voor Nederland relevante soorten voor die beschermd zijn krachtens de OSPAR lijst van bedreigde en/of afnemende soorten (Bos et al. 2016).

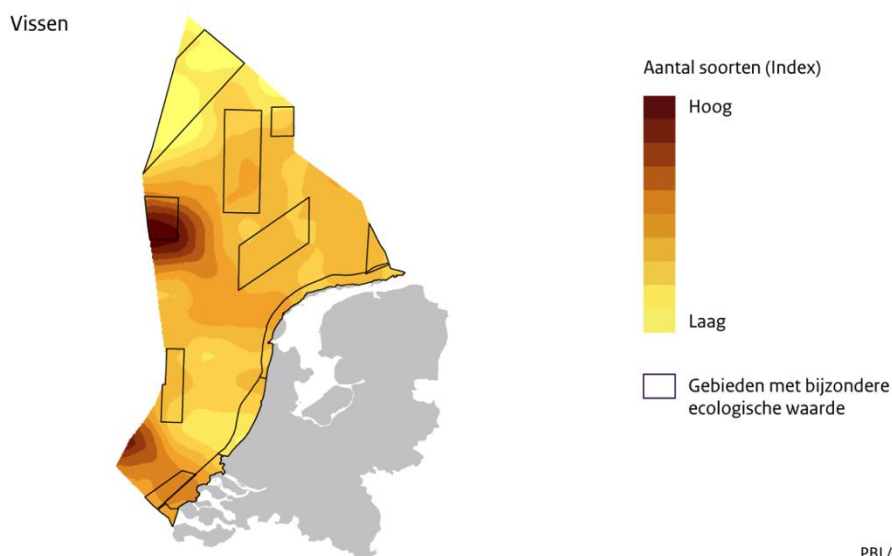
Tabel 7.4 Totaal aantal exemplaren van bodemvissoorten in het plangebied HKN, verzameld in het kader van OWEZ monitoring (2003, 2004, 2007, 2011) (OWEZ data WMR via Informatiehuis Marien)

Soort	Nederlandse naam	Aantal
<i>Echiichthys vipera</i>	Kleine pieterman	128
<i>Callionymus lyra</i>	Pitvis	116
<i>Arnoglossus laterna</i>	Schurftvis	80
<i>Buglossidium luteum</i>	Dwergtong	61
<i>Limanda</i>	Schar	57
<i>Pleuronectes platessa</i>	Schol	57
<i>Merlangius merlangus</i>	Wijting	46
<i>Pomatoschistus lozanoi</i>	Lozano's grondel	38
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Dikkopje	38
<i>Callionymus reticulatus</i>	Raster pitvis	24
<i>Sprattus</i>	Sprot	22
<i>Clupea harengus</i>	Haring	20
<i>Ammodytes</i>	Zandspiering	14
<i>Platichthys flesus</i>	Bot	14
<i>Solea</i>	Tong	12
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Zeedonderpad	12
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Smelt	10
<i>Chelidonichthys lucernus</i>	Rode poon	10
<i>Syngnathus</i>	Zeenaald	10
<i>Agonus cataphractus</i>	Harnasmannetje	9
<i>Mullus surmuletus</i>	Mul	6
<i>Scomber scombrus</i>	Makreel	6
<i>Trachurus</i>	Horsmakreel	6
<i>Microstomus kitt</i>	Tongschar	6
<i>Eutrigla gurnardus</i>	Grauwe poon	6
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Ansjovis	2
<i>Sardina pilchardus</i>	Sardien	2
<i>Ciliata mustela</i>	Vijfdradige meun	2
<i>Trisopterus luscus</i>	Steenbolk	2
<i>Trisopterus minutus</i>	Dwergbolk	2
<i>Aphia minuta</i>	Glasgrondel	2
<i>Liparis</i>	Slakdolf	2

Tabel 7.5 Bodemvissoorten in offshore windpark Prinses Amalia (PAWP), zoals overgenomen uit van Hal 2014.

Dutch name	English name	scientific_name	Grand Total
Dwergtong	Solenette	Buglossidium luteum	4589
Schol	Plaice	Pleuronectes platessa	3571
Schar	Dab	Limanda limanda	2262
Schurftvis	Scaldfish	Arnoglossus laterna	1525
Grondel	Goby	Pomatoschistus	842
Pitvis	Common dragonet	Callionymus lyra	547
Mul	Striped red mullet	Mullus surmuletus	232
Tong	Sole	Solea vulgaris	217
Zeedonderpad	Bull rout	Myoxocephalus scorpius	72
Hamas mannetje	Hooknose	Agonus cataphractus	49
Horsmakreel	Horsmackerel	Trachurus trachurus	49
Smelt	Greater sandeel	Hyporhamphus lanceolatus	44
Grauwe poon	Grey gurnard	Eutrigla gurnardus	43
Wijting	Whiting	Merlangius merlangus	42
Rode poon	Tub gurnard	Trigla lucerna	37
Kleine pieterman	Lesser weever	Echiichthys vipera	33
Ammodytes	Sandeel	Ammodytes	8
Geep	Garfish	Belone belone	7
Tarbot	Turbot	Psetta maxima	5
Bot	Flounder	Platichthys flesus	5
Tongschar	Lemon sole	Microstomus kitt	4
Groene zeedonderpad	Sea scorpion	Taurulus bubalis	3
Snotolf	Lumpsucker	Cyclopterus lumpus	3
Griet	Brill	Scophthalmus rhombus	2
Rasterpitvis	Reticulated dragonet	Callionymus reticulatus	2
Haring	Herring	Clupea harengus	1
Kleine zeenaald	Lesser pipefish	Syngnathus rostellatus	1

Figuur 7.4 Diversiteit aan vis in de Noordzee (bron: CBS et al. 2012)



Tabel 7.6 Overzicht van waargenomen vissoorten gedurende meerdere monitoringsjaren (2003-2004, 2007-2008 en 2011) in offshore windpark Egmond aan Zee (tabel overgenomen uit van Hal et al. 2012). NB: er zijn in de tabel soorten opgenomen waarvan de determinatie waarschijnlijk niet correct is (\*).

Dutch name	English name	Scientific name	NSWDEM		T1		T5		NSWPEL		T1	T5	NSWGILL	
			T0	S	W	S	W	W	S	T0			Sp	Au
1 Pitvis	Common dragonet	Callionymus lyra	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2 Haring	Herring	Clupea harengus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3 Schar	Dab	Limanda limanda	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4 Wijting	Whiting	Merlangius merlangus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5 Schol	Plaice	Pleuronectes platessa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6 Ammodytes	Sandeel species	Ammodytes sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7 Smelt	Greater sandeel	Hyperoplus lanceolatus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8 Zeedonderpad	Bull rout	Myoxocephalus scorpius	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9 Sprot	Sprat	Sprattus sprattus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10 Dwergtong	Solenette	Buglossidium luteum	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11 Kleine pieterman	Lesser weever	Echiichthys vipera	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12 Bot	Flounder	Platichthys flesus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13 Tong	Sole	Solea solea	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14 Horsmakreel	Horse mackerel	Trachurus trachurus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15 Schurftvis	Scaldfish	Amoglossus laterna	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16 Kabeljauw	Cod	Gadus morhua	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17 Grondel	Goby species	Pomatoschistus sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18 Hamasmannetje	Hooknose	Agonus cataphractus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19 Makreel	Mackerel	Scomber scombrus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20 Griet	Brill	Scophthalmus rhombus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
21 Steenbolk	Bib	Trisopterus luscus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
22 Grauwe poon	Grey gumard	Eutrigla gurnardus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
23 Tarbot	Turbot	Psetta maxima	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
24 Syngnathus	Pipefish species	Syngnathus sp.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
25 Vijfdradige meun	Fivebeard rockling	Ciliata mustela		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
26 Mul	Striped red mullet	Mullus surmuletus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
27 Rode poon	Tub gumard	Trigla lucerna	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
28 Glasgrondel	Transparent goby	Aphia minuta	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
29 Rasterpitvis	Reticulated dragonet	Callionymus reticulatus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
30 Ansjovis	Anchovy	Engraulis encrasicolus							x	x	x	x	x	x
31 Tongchar	Lemon sole	Microstomus kitt			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
32 Pelser	Pilchard	Sardina pilchardus							x	x	x	x	x	x
33 Dwergbolk	Pour cod	Trisopterus minutus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
34 Fint	Twaite shad	Alosa fallax		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
35 Snotolf	Lumpsucker	Cyclopterus lumpus									x	x	x	x
36 Driedoornige stekelbaars	Stickleback	Gasterosteus aculeatus												
37 Slakdolf	Sea-snail	Liparis liparis												
38 Geep	Garfish	Belone belone	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
39 Adderzeenaald	Snake pipefish	Entelurus aequoreus				x	x	x	x	x	x	x	x	x
40 Groene zeedonderpad	Sea scorpion	Taurulus bubalis				x	x	x	x	x	x	x	x	x
41 Elft *	Allis shad *	Alosa alosa *			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
42 Zeebaars	Sea bass	Dicentrarchus labrax				x	x	x	x	x	x	x	x	x
43 Vierdradige meun	Four-bearded rockling	Enchelyopus cimbrius			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
44 Rivierprik	Lamprey	Lampetra fluviatilis								x	x	x	x	x
45 Spiering	Smelt	Osmerus eperlanus			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
46 Botervis	Butterfish	Pholis gunnellus												
47 Stelroog	Roker	Raja clavata												
48 Kleine koornaarvis *	Big-scale sand-smelt *	Atherina boyeri *												
49 Trekkervis	Grey triggerfish	Ballistes carolinensis												
50 Gevlekte pitvis *	Spotted dragonet *	Callionymus maculatus *	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
51 Kliplipvis	Goldsinny wrasse	Oxenolabrus rupestris												
52 Zwarte grondel	Black goby	Gobius niger												
53 Heilbot	Halibut	Hippoglossus hippoglossus												
54 Lichtend sprotje	Pearl side	Maurollicus muelleri												
55 Blauwe wijting	Blue whiting	Micromesistius poutassou												
56 Gevlekte gladde haai	Starry smoothhound	Mustelus asterias	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
57 Zalm	Salmon	Salmo salar												

### 7.3.3 Zeezoogdieren

#### Afbakening soorten en beschermingsregiem

Als gevolg van de aanleg en de daarop volgende exploitatie, onderhoud en uiteindelijke verwijdering van het windpark treden mogelijk effecten op het gedrag en/of de conditie van zeezoogdieren in de Noordzee op. Het gaat voor wat betreft de aanleg van een windpark op de Noordzee om zeehonden en bruinvissen. Andere soorten zeezoogdieren trekken onregelmatig door de Nederlandse wateren (zie bijvoorbeeld: SCANS III, Geelhoed SCV & T. van Polanen Petel, 2011). Dit geldt voor de witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*), de witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), de dwergvinvis (*Balaenoptera acutorostrata*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*). 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 Hollandse Kust (west) op deze soorten mogelijk zijn. Deze soorten worden daarom niet verder behandeld.

De bruinvis is eveneens 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 V). Op basis van beschikbare informatie met betrekking tot 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 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 habitat van de bruinvis bestaat uit kusten en estuaria, maar de soort wordt ook ver van de kust aangetroffen en tot op diepten van meer dan 200 meter (Goodson 1996). 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.

#### Verspreiding en aantallen

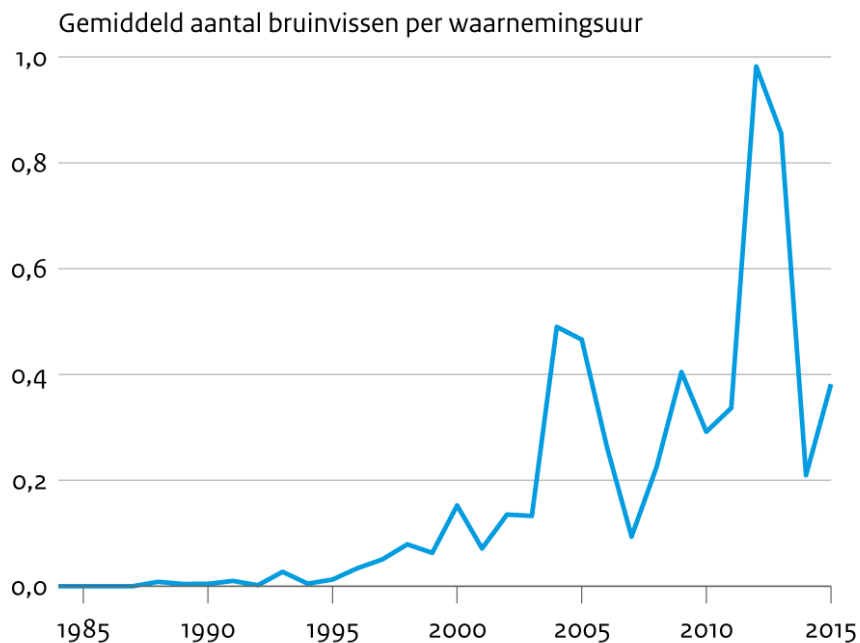
Bruinvissen zijn lastig te tellen op zee. Systematisch verzamelde gegevens over aantallen en verspreiding in Nederlandse wateren zijn schaars. Ook gegevens over aantallen en verspreiding op grotere schaal zijn vrij beperkt. De wereldpopulatie van de bruinvis wordt geschat op ongeveer 700.000 exemplaren (Camphuysen & Siemensma, 2011). Op Europees niveau zijn drie tellingen internationaal gecoördineerd en uitgevoerd, de zogenaamde SCANS-surveys (Small Cetaceans Abundance in the North Sea). SCANS-II (2005) komt op een aantal bruinvissen van circa 344.000 voor het gehele SCANS survey gebied, in SCANS III is dit aantal toegenomen tot 424.000 bruinvissen. In SCANS II telde het deelgebied de Noordzee een totaal van ongeveer 250.000 exemplaren. In vergelijking met de tellingen in SCANS-1 (1994) waren aantallen in het noorden sterk afgenomen en in de zuidelijke Noordzee (waaronder het Nederlands deel) sterk toegenomen. Vermoed wordt dat bij deze verschuiving (en dus geen absolute toename) voedselgebrek in het noordelijke deel van de Noordzee een rol speelt.

De populatie waar de bruinvissen in het Nederlands deel van de Noordzee deel van uitmaken (management unit South Western North Sea and Eastern Channel) is waarschijnlijk kleiner dan 180.000 dieren (Geelhoed et al., 2011).



Tellingen van bruinvissen vanaf vaste locaties langs de Nederlandse kust (waar zeevogels worden geteld) laten zien dat het aantal bruinvissen per observatie-uur per jaar langs de Nederlandse kust varieert (figuur 7.5). De snelle toename in aantallen langs de kust in 2006 heeft zich in de jaren daarop (2007 – 2008) niet verder doorgezet. Na twee relatief magere jaren volgde weer een opleving in 2009-2010, maar de aantallen waren minder groot dan in 2006 (Camphuysen, 2011). In 2013 nam het aantal waarnemingen aan de kust sterk toe (CLO, 2016), waarna het in 2015 weer sterk afnam.

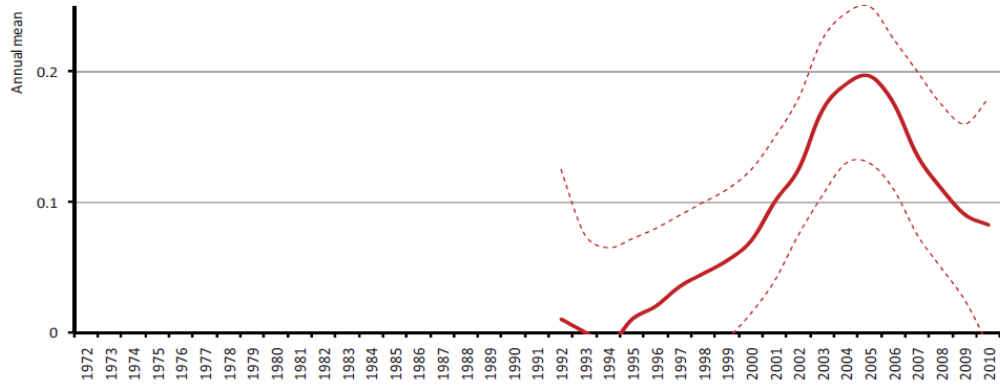
**Figuur 7.5 Waarnemingen langs de kust (Compendium voor de Leefomgeving, 2018)**



Bron: [www.trektellen.org](http://www.trektellen.org)

Gegevens van tellingen vanuit vliegtuigen (van 1991-2009) laten een vergelijkbare trend zien. Tot 1995/1996 zijn de aantallen zeer laag. Daarna namen aantallen toe tot 2005. Vooral van 2002-2005 was een sterke stijging te zien. Tussen 2005 en 2009 namen dichtheden weer af (Arts 2010, in Camphuysen & Siemensma, 2011). Onderstaande figuur geeft de trend in het gemiddelde jaarlijkse voorkomen van bruinvissen weer (Camphuysen C.J. & M.L. Siemensma, 2011).

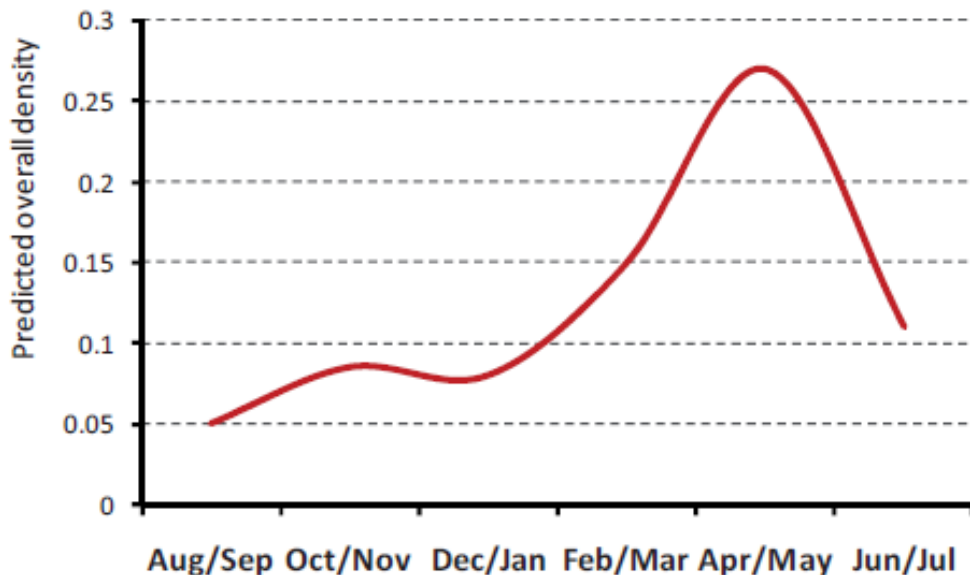
**Figuur 7.6 Trends in annual mean abundance (95% CV) of Harbour Porpoises found during bi-monthly aerial seabird surveys, 1992-2010 (no data prior to 1992); redrawn from Arts 2010.**



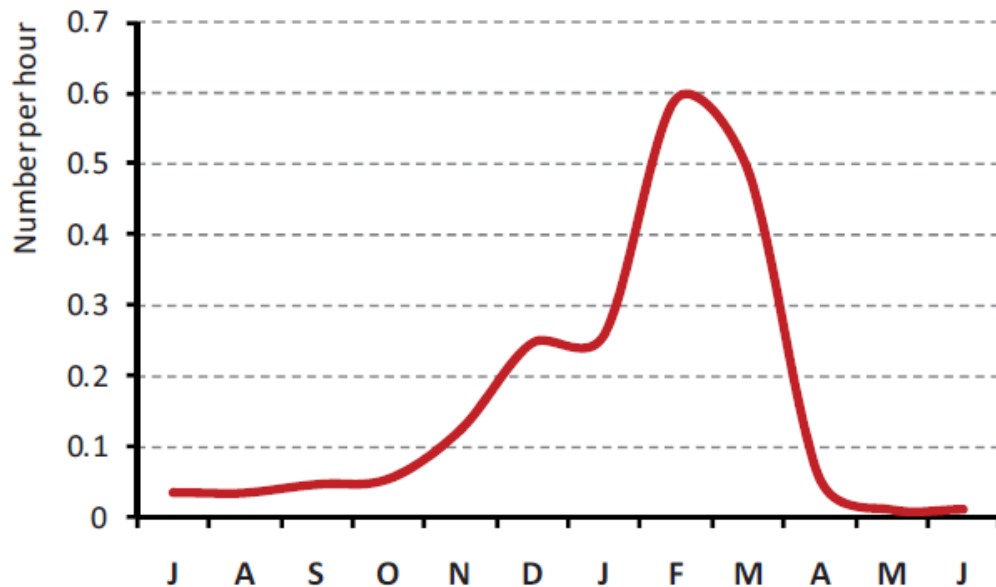
**Seizoensvariatie**

Bruinvissen worden het hele jaar door waargenomen vanaf zeetrekposten langs de kust, maar met duidelijke verschillen tussen maanden. In mei en juni worden ze het minst waargenomen. Van juli-november neemt het aantal waarnemingen toe en de meeste waarnemingen worden gedaan in februari en maart. In april nemen de waarnemingen sterk af (Camphuysen, 2011). Figuur 7.7 geeft de seizoenspatronen in het voorkomen van bruinvissen weer die gevonden zijn tijdens zeevogelstudies in de periode 1990-2010 (Camphuysen C.J. & M.L. Siemensma, 2011). Figuur 7.8 geeft de fluctuaties over de seizoenen weer uitgedrukt in waargenomen dieren per uur observatie vanaf de kust (gebied Scheveningen – Huisduinen, periode 1990-2010).

**Figuur 7.7 Seasonal pattern in abundance Harbour Porpoises during seabird surveys, 1990-2010; redrawn from Arts 2010.**



Figuur 7.8 Seasonal pattern in numbers of Harbour Porpoises per hour of observation during seawatching (n/h), mainland coast observatories only (Scheveningen – Huisduinen, 1990-2010; from Camphuysen 2011).

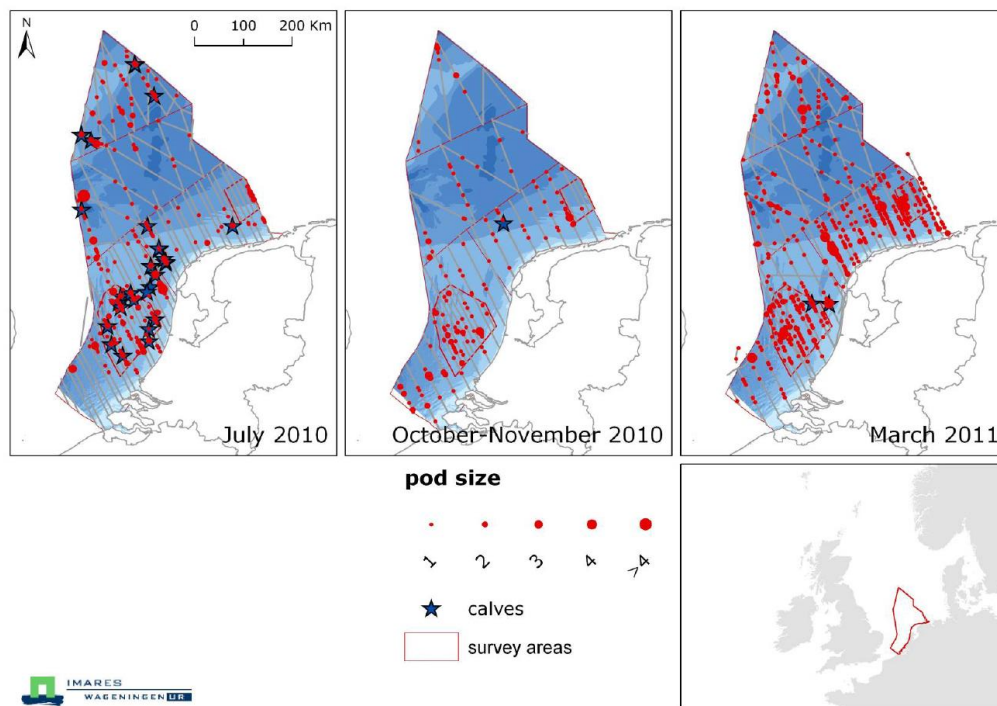


Het seizoenspatroon dat in de tellingen vanuit vliegtuigen is waargenomen, wijkt wat af van die langs de kust. Bij de vliegtuigtellingen (figuur 7.9) zijn het hele jaar door bruinvissen waargenomen, met lage dichtheden in herfst en winter (aug/sept tot dec/jan), een toename in februari/maart en een piek in de late lente (april/mei). In 2010 en 2011 zijn vliegtuigtellingen uitgevoerd om beter inzicht te krijgen in seizoensgebonden voorkomen van de verspreiding van bruinvissen in het Nederlands deel van de Noordzee. Met deze tellingen zijn schattingen gemaakt van de gemiddelde dichtheid en totale aantallen bruinvissen in het Nederlands deel (Geelhoed et al., 2011). In juli komen de gemiddelde dichtheden uit op circa 0.44 dieren/km<sup>2</sup> in juli, 0.51 in oktober/november en 1.44 in maart. Deze dichtheden komen overeen met totale aantallen bruinvissen van circa 26.000 (95%- betrouwbaarheidsinterval: 14.000-54.000 in juli), circa 30.000 (16.000-59.000) in oktober/ november en circa 86.000(49.000-165.000) in maart in het gehele NCP. Het NCP herbergt minimaal minstens 14% (juli) en maximaal tenminste 48% (maart) van de populatie waartoe de Nederlandse dieren behoren (Geelhoed e.a., 2011).

In maart 2011 werden in grote delen van het NCP hoge dichtheden gevonden, behalve bij Zeeland en de nabije kustzone van Noord- en Zuid-Holland. In juli werden hoge dichtheden gevonden rond de Bruine Bank, Botney Cut/Doggersbank en de Borkumse stenen. In oktober zijn de bruinvissen gelijkmatiger verspreid (Geelhoed et al. 2011).

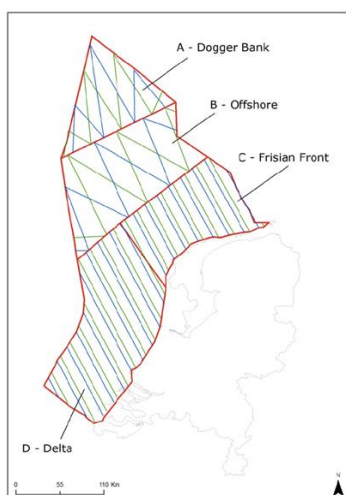
In Geelhoed et al. (2011) worden studies van 2008-2011 met elkaar vergeleken, waarbij op eenzelfde manier dichtheden en aantallen zijn bepaald. Daaruit blijkt dat er tussen de jaren verschillen zijn in dichtheden in verschillende gebieden (tabel 8 in Geelhoed et al. 2011). Schattingen van de totalen in een groter gebied liggen 2010 en 2011 in dezelfde orde van grootte (resp. 66.238 en 75.682 bruinvissen). Ook in 2012, 2013 en 2014 is op het Nederlands Continentaal Plat geteld vanuit vliegtuigen (Geelhoed et al, 2014). Vergelijkbare aantallen bruinvissen zijn geteld en de aanwezigheid per deelgebied laat geen consistente trend zien.

**Figuur 7.9** Totale onderzoeksinspanning bij goede of gemiddelde zicht omstandigheden bij tenminste een kant van het vliegtuig (op en naast trackline) met alle waarnemingen van bruinvissen (inclusief navigator waarnemingen). Sterren geven waarnemingen met kalfjes weer. (uit Geelhoed ea., 2011).



Tabel 7.7 geeft een samenvatting van de geschatte dichtheden en aantallen in het deelgebied waar het plangebied binnenvalt. Het plangebied betreft gebied 'D', zoals weergegeven in figuur 7.10 en de gemiddelden voor het hele NCP.

**Figuur 7.10** Deelgebieden Bruinvistellingen (Geelhoed, 2011).



Tabel 7.7 Schattingen dichtheid en aantallen bruinvissen, binnen deelgebied D (waar het plangebied binnen valt) en gemiddeld voor het NCP (informatie uit Geelhoed et al. 2011 en aangevuld met gegevens uit Geelhoed et al. 2015 en 2018).

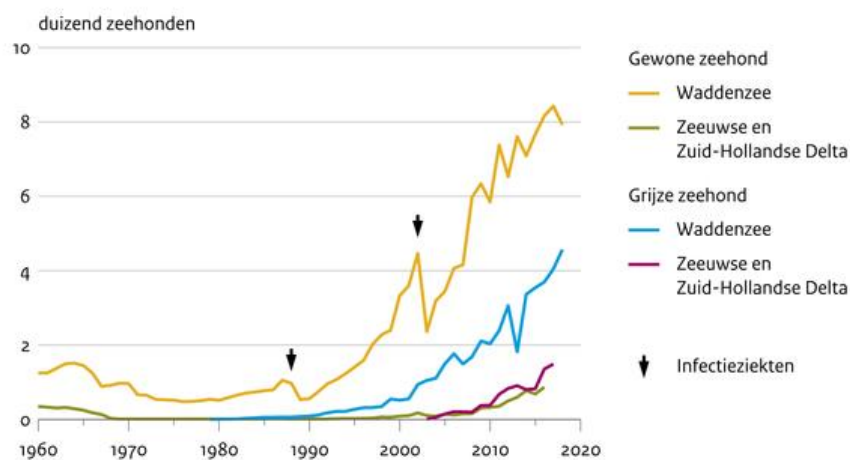
Periode	Dichtheid (aantal dieren/km <sup>2</sup> ) D (gebied incl. plangebied)	Dichtheid (aantal dieren/km <sup>2</sup> ) NCP	Aantal dieren D (plangebied)	Aantal dieren NCP
Juli 2010	0,484 (0,208-1,056)	0,438(0,236-0,903)	10098 (4341-22024)	25998 (13988-53623)
Okt/nov 2010	0,398(0,212 - 0,733)	0,505 (0,271-0,994)	8304(4431 – 15296)	29963 (16098-59011)
Maart 2011	1,174(0,658 - 2,389)	1,441 (0,803-2,786)	24501 (13726 – 49833)	85572 (49324-165443)
Maart 2012	1,42 (0,77 – 2,91)	1,12 (0,63-2,20)	29696 (15992 – 60810)	66685 (37284-130549)
Maart/apr 2013	1,32 (0,66 – 2,83)	1,07 (0,55-2,17)	27602 (13815 – 58987)	63408 (32478-128588)
Juli 2014	0,90 (0,46 – 1,84)	1,29 (0,73-2,60)	18778 (9548 – 38167)	76773 (43414-154265)
Juli 2015	0,57 (0,41-1,58)	0,70 (0,36-1,34)	11674 (3542 – 24958)	41299 (21194-79256)
Juli 2018	0,54 (0,26 – 1,06)	1,07 (0,58-2,02)	11.176 (5400- 22078)	63.514 (34276-119734)

#### 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 2 en 4 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 7.11 geeft de aantallen zeehonden weer in de Waddenzee en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta.

Figuur 7.11 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, februari 2019).

#### Aantal zeehonden



Bron: Wageningen Marine Research; Delta Projectmanagement in opdracht van RWS/Provincie Zeeland

WUR/feb19  
www.clo.nl/nl123116

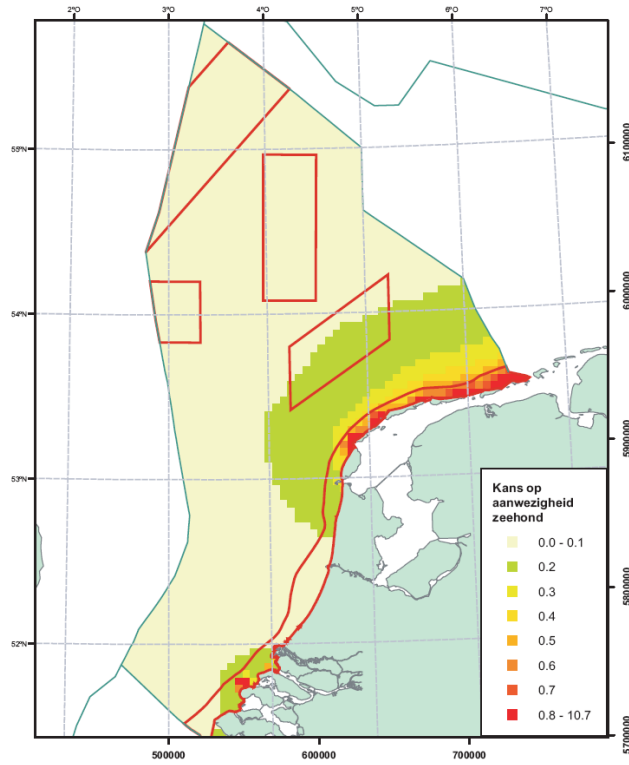
Het Waddengebied is het belangrijkste gebied voor gewone en grijze zeehonden in Nederland, met een populatieomvang van respectievelijk 8.000 en 4.500. Grijze zeehonden waren voor 1980 vrijwel afwezig in Nederland. Sindsdien is het gebied opnieuw gekoloniseerd en aantallen zijn toegenomen. In 2011 zijn er met vliegtuigtellingen 2388 geteld. Vliegtuigtellingen van gewone zeehonden geven aantallen van 2300 dieren net na de virusuitbraak in 2002, tot 6.800 in 2012 (Galatius et al., 2012).

Historisch gezien was het Deltagebied ook een belangrijk gebied voor zeehonden. Ongeveer één derde van alle gewone zeehonden kwamen daar voor. Echter, na eeuwen van intensieve jacht waren ze vrijwel verdwenen. Vrij recent zijn de aantallen zeehonden in het Deltagebied weer toegenomen. Vergeleken met de aantallen in het Waddengebied zijn de aantallen een stuk lager; rond de 250 gewone zeehonden in 2011 en 677 grijze zeehonden in 2011 (Haelters et al., 2012b). In het Deltagebied worden slechts zeer weinig pups geboren. Daarnaast is de mortaliteit er hoog. De groei van de populaties is te verklaren door import vanuit andere gebieden, zoals het Waddengebied of Engelse kolonies.

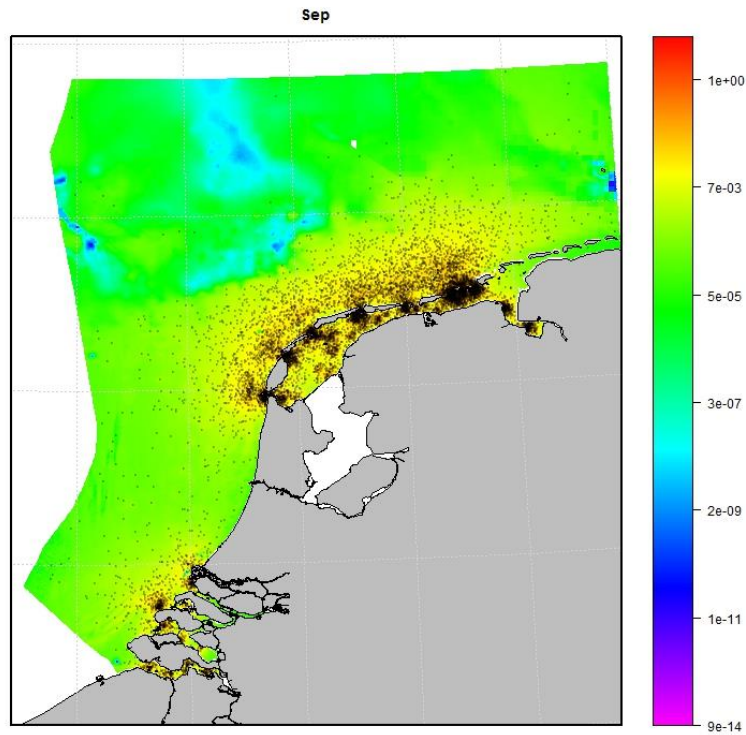
#### Gewone zeehond

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. Om jongen te werpen (mei-juli), om te verharren (zomer) en om te rusten gebruikt het dier droogvallende platen. In de jaren '90 zijn er satellietzenders ontwikkeld die klein genoeg zijn om ook voor onderzoek aan de gewone zeehond te gebruiken. In Brasseur et al. (2004) is dit experiment beschreven. De zeehonden bleken zich niet te beperken tot de tientallen kilometers rondom hun ligplaats, maar bleken soms meer dan 200 kilometer de zee op te trekken en naar ligplaatsen te gaan die meer dan 300 kilometer verderop zijn. In Lindeboom et al. (2005) werd een eerste verspreidingsmodel toegelicht, zoals opgesteld met behulp van de gegevens uit Brasseur et al. (2004; zie figuur 7.12 afkomstig uit Lindeboom et al. 2005). Hieruit blijkt dat de potentiële habitat van de gewone zeehond het gehele Nederlands Continentaal Plat bestrijkt, maar omdat de dieren samenkomen op de zandbanken in de Waddenzee en het Deltagebied, is de waarschijnlijke concentratie zeehonden in die kustgebieden hoog en op open zee ver hier vandaan veel lager. Figuur 7.13 geeft een recentere versie van een model dat gebaseerd is op gebiedskenmerken en zenderdata (Aarts, 2016). Dit model geeft voor elke maand, met uitzondering van de maand augustus weer hoe de Nederlandse Gewone zeehonden over het NCP zijn verdeeld. Het NCP is daarbij opgedeeld in gridcellen van 200 x 200 meter, waarbij aan elke gridcel een waarde is toegekend voor het gemiddeld aantal zeehonden dat op enig moment in de betreffende maand in die gridcel aanwezig is.

**Figuur 7.12** Berekende kans op aanwezigheid van zeehonden, gebaseerd op zwemgedrag van 7 gezenderde zeehonden (Lindeboom et al, 2005).



**Figuur 7.13** Gemodelleerde voorspelling van zeehondendichtheid op basis van verschillende omgevingskenmerken in combinatie met zenderdata voor de maand september (Aarts, 2016).



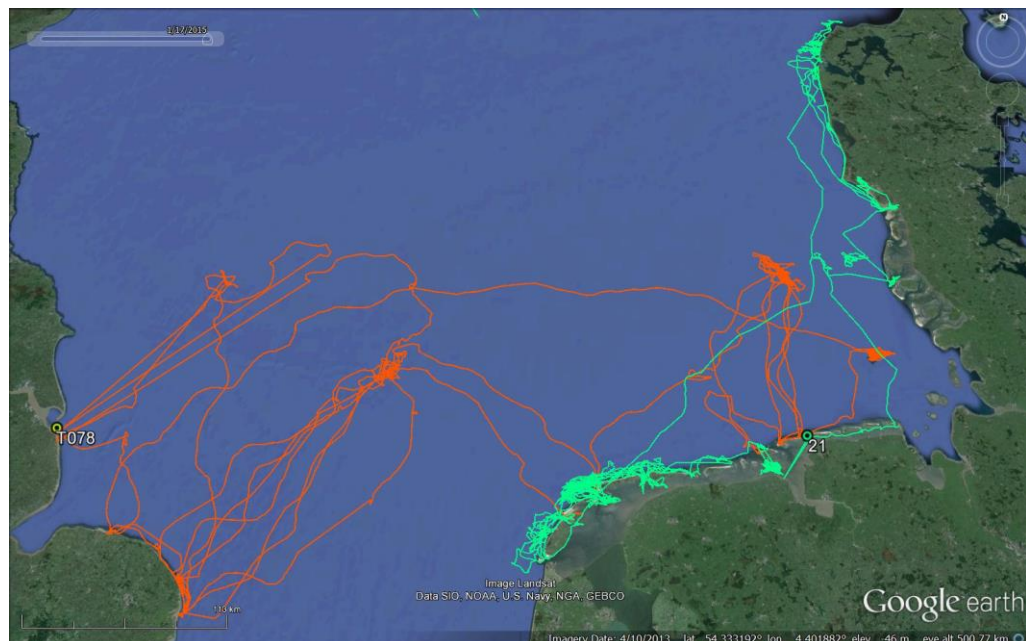
Vooral van december tot en met februari worden gewone zeehonden voor de Noord- en Zuid-Hollandse kust gezien (Platteeuw et al, 1994). Het vermoeden bestaat dat de zeehond met name in koude winters de Waddenzee verwisselt voor de kustzone. De Hollandse kustwateren kunnen door zeehonden worden gebruikt als foerageergebied en/of migratieroute tussen de Waddenzee en de Voordelta. In de maanden dat ze jongen krijgen en verharen, zullen ze met name in de buurt van de rustplaatsen verblijven.

#### Grijze zeehond

De dieren maken regelmatig gebruik van droogvallende platen. Meestal verblijven ze echter in de kustzee waar ze foerageren op vis. Op grond van analyse van uitwerpselen is gevonden dat grijze zeehonden in de kustzone met name verschillende demersale vissoorten eten, met name tong in de lente en bot in de herfst (Brasseur et al. 2008). Voor de voortplanting (november-februari) en verharing (maart-april) is het dier afhankelijk van permanent droogliggende platen, stranden en duinen. De jongen kunnen na de geboorte niet meteen zwemmen. Grijze zeehonden worden vooral in de zomer (juli-augustus) en winter (december-februari) langs de kust gezien.

Ook aan grijze zeehonden is onderzoek uitgevoerd met zenders. Tussen 2005 en 2008 zijn in totaal 29 grijze zeehonden voorzien van een zender. Deze gegevens laten zien dat grijze zeehonden in de hele Nederlandse kustzone voorkomen, maar ook heel lange afstanden kunnen afleggen.

**Figuur 7.14** Voorbeeld van een zwemroute van een grijze zeehond (rood) en een gewone zeehond (groen). ([www.wur.nl](http://www.wur.nl), d.d. 29 maart 2016).



#### Natura 2000-gebieden en instandhoudingsdoelstellingen

In Tabel 7.8 zijn voor de bruinvis, gewone en grijze zeehond de instandhoudingsdoelstellingen en staat van instandhouding gegeven. Voor de gewone zeehond zijn in de aanwijzingsbesluiten



van de Voordelta, Oosterschelde en Westerschelde & Saefinghe concrete instandhoudingsdoelstellingen opgenomen, namelijk een verbetering van de kwaliteit van het leefgebied (toename rustige plaatsen) ten behoeve van een regionale populatie van 200 exemplaren. Voor de andere drie gebieden geldt een behoudsdoelstelling. Voor de grijze zeehond zijn in de Waddenzee, Noordzeekustzone, Voordelta en Vlakte van de Raan instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld. In alle gevallen gaat het om een behoudsdoelstelling voor omvang en kwaliteit van het leefgebied.

De bruinvis heeft een matig ongunstige staat van instandhouding. Het doel met betrekking tot een gunstige staat van instandhouding is gedefinieerd als: "Terugkeer van een zich voortplantende populatie bruinvissen langs de hele Nederlandse kust, inclusief het Deltagebied is nodig voor een gunstige staat van instandhouding. Beperking van de sterfte in vissersnetten is van belang." In de Noordzeekustzone en de Vlakte van de Raan is als instandhoudingsdoel aangegeven: 'behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud van populatie'.

**Tabel 7.8 Zeezoogdieren en Natura 2000-gebieden met bijbehorende instandhoudingsdoelen en de formele staat van instandhouding.**

Soort	Natura 2000-gebied	Instandhoudingsdoel	Staat van instandhouding
Bruinvis	Noordzeekustzone	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	Matig ongunstig, streefbeeld van 25.000 exemplaren in Nederlandse wateren nog niet gehaald
	Vlakte van de Raan	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	Matig ongunstig, streefbeeld van 25.000 exemplaren in Nederlandse wateren nog niet gehaald
Gewone zeehond	Waddenzee	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie	Gunstig
	Noordzeekustzone	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	gunstig
	Voordelta	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie ten behoeve van een regionale populatie van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Deltagebied zichzelf niet in stand kan houden door een te laag geboortecijfer
	Vlakte van de Raan	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	gebied heeft geen functie als voortplantingsgebied
	Oosterschelde	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie ten behoeve van een regionale populatie van	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Deltagebied zichzelf niet in stand kan houden door een te laag geboortecijfer

Soort	Natura 2000-gebied	Instandhoudingsdoel	Staat van instandhouding
		ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied	
	Westerschelde & Saeftinghe	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie ten behoeve van een regionale populatie van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Deltagebied zichzelf niet in stand kan houden door een te laag geboortecijfer
Grijze zeehond	Waddenzee	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied
	Noordzeekustzone	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied
	Voordelta	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied
	Vlakte van de Raan	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	gebied heeft geen functie als voortplantingsgebied

#### Autonome ontwikkelingen zeezoogdieren

Verondersteld mag worden dat, als de windturbines niet worden geïnstalleerd, de huidige situatie onveranderd blijft. Naast de bestaande (semi-)natuurlijke fluctuaties in het zeezoogdierbestand (bijvoorbeeld door veranderingen in de voedselbeschikbaarheid, of door verschuivingen in de overwinteringsgebieden), zijn er geen aanwijzingen dat er momenteel belangrijke natuurlijke wijzigingen plaatsvinden in het gebied.

Haelters (2009) stelt dat de situatie van de bruinvis kwetsbaar is en dat zeer snelle veranderingen in de Noordzeepopulaties kunnen optreden. De belangrijkste bedreigingen voor zeezoogdieren zijn overbevissing, incidentele vangst, vervuiling (inclusief geluid en afval), klimaatveranderingen en aanvaring met schepen. Andere menselijke activiteiten, zoals de bouw van de naburige windparken in de Noordzee, zullen de autonome ontwikkeling beïnvloeden. Zie voor meer informatie hieromtrent de paragraaf 'cumulatieve effecten'.

## 7.4 Effectbeschrijving

### 7.4.1 Bodemdieren

#### Constructiefase

##### Effecten van geluid en/of trillingen

Tijdens de constructiefase zullen heiwerkzaamheden plaatsvinden die gepaard gaan met het produceren van krachtige onderwatergeluidspulsen en mogelijke vibraties van de zeebodem. Deze geluidspulsen kunnen mogelijk negatieve gevolgen hebben voor het benthos. Er is slechts in beperkte mate onderzoek uitgevoerd naar de effecten van geluidspulsen en bodemvibraties

ten gevolge van heiwerkzaamheden op bodemdieren in de Noordzee, waardoor de effecten lastig te bepalen zijn.

Mosselen (*Mytilus edulis*) vertoonden verhoogde filtratie snelheden tijdens heiwerkzaamheden, mogelijk om te compenseren voor de veroorzaakte stress (Spiga et al. 2016). Roberts et al. (2015, 2016) toonden veranderingen aan in het gedrag van de gewone heremietkreeft *Pagurus bernadus* en de gewone mossel *Mytilus edulis* in reactie op vibraties van het substraat. Het onderzoek naar de effecten van zeebodemvibraties ten gevolge van heiwerkzaamheden staat 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 naar gemeenschaps- en populatieniveau.

Voor de bepaling van effecten van onderwatergeluid kan worden gekeken naar de staat van de bodemdieren voor en na de aanleg van een windpark. Uit de benthos monitoring van het OWEZ windpark en PAWP zijn geen grote veranderingen aangetroffen in de benthos gemeenschap voor en na de aanleg van het windpark die op grote schade duiden en ten gevolge van de constructie van het park (Bergman et al. 2012, Vanagt et al. 2013). Daarnaast zijn er geen significante verschillen aangetoond tussen de benthos gemeenschap binnen en buiten het PAWP (Leeuwis & Klink 2017). Het is daarmee niet aannemelijk dat de onderwatergeluidspulsen ten gevolge van heiwerkzaamheden in het plangebied een negatief effect zal hebben de aanwezige benthosgemeenschap.

#### Effecten van bodemberoering

Bodemberoerende activiteiten tijdens de constructiefase van het windpark zullen tijdelijk de benthosgemeenschap kunnen verstoren, bijvoorbeeld ten gevolge van vertroebeling. Tijdelijke vertroebeling van het zeewater treedt ook op natuurlijke wijze op, bijvoorbeeld tijdens stormen. Foeragerende schelpdieren kunnen hinder ondervinden van hoge concentraties sediment in het water. De schelpdieren die algemeen voorkomen in het plangebied zijn echter relatief goed bestand tegen tijdelijke verhogingen van de slibconcentratie in het water, zoals Amerikaanse zwaardschede *Ensis* (Witbaard & Kamermans, 2009; Kamermans & Dedert, 2012). Omdat vertroebeling ten gevolge van bodemberoerende activiteiten slechts tijdelijk zijn en schelpdieren in het gebied relatief robuust zijn tegen tijdelijke verhogingen van de slibconcentraties zijn geen substantiële effecten van de constructie van het windpark op schelpdierbanken in het plangebied te verwachten.

Resultaten van een vergelijking van benthoseigenschappen in OWEZ en het PAWP met referentiegebieden leiden tot de conclusie dat er geen korte termijn effecten zijn van de aanwezigheid van het windpark op de lokale benthosamenstelling in de zanderige gebieden tussen de monopiles (Daan et al. 2009, Leeuwis & Klink 2017, Leewis et al. 2018). Zelfs bij de installatie van gravity-based funderingen (GBFs), waarvoor meer werkzaamheden (zoals zandwinning) op de zeebodem vereist zijn vergeleken met de installatie van monopile funderingen (bv baggerwerkzaamheden), herstelt de lokale benthische fauna samenstelling binnen een jaar (Coates et al. 2015).

## Operationele fase

### Effecten van geluid en/of trillingen

De geluidsniveaus van een operationeel windpark zijn relatief laag vergeleken met de geluidspulsen door heien in de constructiefase van het park. Omdat uit de benthos monitoring van OWEZ windpark en PAWP geen grote veranderingen zijn waargenomen in de benthos gemeenschap voor en na de aanleg van het windpark (Bergman et al. 2012, Vanagt et al. 2013), wordt er vanuit gegaan dat de effecten van geluid en/of trillingen van een operationeel windpark op de benthosgemeenschap verwaarloosbaar zijn. Het continue geluidsniveau van de HVAC (high voltage alternating current) inter-array kabels zijn tijdens de operationele fase ook relatief laag, te weten 100 dB re 1uPa op 1 meter afstand voor een 136 kV elektriciteitskabel (JASCO research 2006. Zabar et al. 1992, OSPAR commission 2008). Desondanks zijn de lange termijn effecten van deze matige maar continue verstoring nog onbekend.

### Effect van de aanwezigheid van harde structuren

De windturbines staan op monopiles die harde structuren op de zeebodem vormen. Harde structuren op de zeebodem zoals scheepswrakken hebben doorgaans een soortenrijke hard substraat benthos gemeenschap. Tijdens een biodiversiteitsonderzoek naar tien scheepswrakken in de Noordzee werden 165 soorten op de wrakken aangetroffen (Lengkeek et al. 2013). Op de monopiles van het windpark en de harde structuren van de scour protection zal zich na verloop van tijd ook een rijke soortengemeenschap ontwikkelen.

Een dergelijke ontwikkeling is ook waargenomen op de monopiles van het OWEZ windpark (Bouma & Lengkeek, 2009; 2012) en het PAWP (Vanagt & Faasse 2014). In OWEZ werden in 2008 en 2011 55 soorten aangetroffen. Hierbij konden zones met groenalgen, zeepokken, oesters en jonge mosselen worden onderscheiden inclusief kenmerkende soorten zoals anemonen, gorgelpijpen, kleine kreeftachtigen, krabben, zeesterren, mosdierkolonies en diverse soorten wormen.

In 2011 en 2013 zijn vier turbinepalen van het PAWP onderzocht op de aanwezigheid van fauna van harde substraten (Vanagt & Faasse 2014). In totaal werden 87 soorten geïdentificeerd, met als belangrijkste soortgroepen schaaldieren, borstelwormen, neteldieren en mosdiertjes. De meest abundantie soort was de vlokreeft *Jassa herdmani* en grote hoeveelheden mosselen maken deze soort dominant qua biomassa. De maximale dichtheid van fauna bedroeg anderhalf miljoen diertjes per vierkante meter. De patronen kwamen wat betreft biodiversiteit, abundantie en zonerings erg overeen met andere offshore windparken in de regio.

De opmerkelijke vondst van platte oester (*Ostrea edulis*) bij zowel windpark OWEZ als PAWP (Bouma & Lengkeek 2012; Vanagt & Faasse 2014) illustreert hoe windparken een rol zouden kunnen spelen bij zowel habitat bieden aan bijzondere soorten als de heropbouw van biogene riffen.

De benthosgemeenschappen die zich op harde structuren (monopiles, scour protection) vestigen bestaan uit andere soorten dan de bodemdiergemeenschappen van de omringende zachte zandbodems, waardoor de biodiversiteit van bodemdieren in het plangebied toe zal nemen (o.a. Coates et al. 2014, Coolen et al. 2015). De structuren fungeren als een kunstmatig rif en voegt naast een grote toename aan biodiversiteit, vooral biomassa toe aan

het voorheen uitsluitend zacht substraat. Voornamelijk substraat-gelimiteerde mobiele demersale soorten hebben hier baat bij. Krone et al. (2017) toonde aan in de Duitse Bocht van de Noordzee dat monopiles met scour protection (i.e. structuur ter bescherming tegen erosie) tweemaal zoveel Noordzee krabben (*Cancer pagarus*) herbergen dan monopiles zonder deze bescherming. De monopiles kunnen fungeren als “stepping stones” voor de verspreiding van hard substraat soorten in de Noordzee (Coolen et al. 2017).

Naast inheems soorten herbergen monopiles mogelijk ook (ongewenste) exoten. Verder van de kust vandaan komen over het algemeen minder uitheemse soorten voor dan vlak bij de kust. Hierbij is de hoogste diversiteit op drijvende objecten te vinden zoals boeien (Van Duren et al. 2016). De monopiles zullen daarom de vestiging van exoten niet anders faciliteren dan andere harde structuren, zoals boeien en scheepswrakken, die talrijk aanwezig zijn in de Noordzee. Echter, een studie in het Belgische deel van de Noordzee toonde aan dat het overgrote deel van aangetroffen exoten uit het intergetijdengebied komen (Kerckhof et al. 2016 in Degraer et al. 2016). Aangezien offshore intergetijdengebieden vrij zeldzaam zijn, vergroten de monopiles van Hollandse Kust (west) het risico op het verspreiden van deze exoten minimaal.

Er zijn ook studies die effecten van de introductie van hard substraat op de pelagische primaire productie beschrijven, hetzij via een lokale toename van filtratie capaciteit door kolonisatie met filterfeeders (Slavik et al. 2018), dan wel via een toename in verticale menging van de water kolom (Carpenter et al. 2016, Floeter et al. 2017). Effecten op het pelagisch ecosysteem kunnen zowel positief als negatief zijn. Een toename van filtratie activiteit zal ook leiden tot meer detritus en hogere organische stof concentraties op de zeebodem (Coates et al. 2014). Ook kan biologische materiaal dat door erosie of golfslag van de monopile losraakt lokaal leiden tot een toename in organische stof concentraties (Vanaverbeke 2018 in Boon et al. 2018). Lefailbe et al. 2018 toonde aan in de Belgische Noordzee dat verrijking met organische stof o.a. verschilt per windturbinetype (monopiles vs. jackets) en afstand tot de structuur (dichterbij of verder weg dan 50 m), en dat organische verrijking van het sediment leidde tot veranderingen in biodiversiteit en dichtheden van bodemdieren. Dit heeft een mogelijk indirect effect op de biodiversiteit en dichtheden van bodemvissen. De genoemde studies zijn niet een op een toepasbaar op het plangebied Hollandse Kust (west).

De aanwezigheid van kunstmatige structuren geeft geen aanwijzingen die duiden op grootschalige veranderingen van de zeebodem ten gevolge van de aanwezigheid van het PAWP (ACRB 2013). Lokaal zijn er, zoals verwacht, wel kleine sedimentatie accumulaties en erosiekuilen aangetroffen.

#### Effecten van straling

De kabels van windturbines creëren elektromagnetische velden (EMF) en geïnduceerde elektrische velden (iEF). Het elektrische veld (EF) wordt door de kabelbescherming tegengehouden en is dus niet waarneembaar voor Noordzee soorten. Hoewel het duidelijk is dat ook bodemdieren magnetische velden kunnen detecteren en erop reageren, lijkt er op basis van de wetenschappelijke literatuur tot nu toe onvoldoende empirisch bewijs te zijn om een significant schadelijk biologisch effect op mariene organismen van EMF's van windparken te suggereren (Emma, 2016; Snoek et al. 2016; Bochert & Zettler, 2006, Love et al. 2015, 2017, Taormina et al. 2018). Een experimentele studie toonde aan dat de aanwezigheid van een statisch EMF (vergelijkbaar met veldwaarden, 2.8mT en 40mT) naast een aantrekkende

werking ook stress gerelateerde fysiologische effecten had op de Noordzeekrab *Cancer pagarus* (Scott et al. 2018). Langetermijneffecten op de voortplanting van de Noordzeekrab onder chronische blootstelling aan EMF moeten nog onderzocht worden. Daarnaast dienen additionele (veld)studies meer uitsluitend te geven, onder andere door met veldmetingen gemodelleerde waarden van EMF te valideren. In het kader van het Wind op zee ecologisch programma (Wozep) wordt eind 2019 een studie verwacht dat onder andere ingaat op deze validatie.

De effecten van de exportkabel naar het elektriciteitsnet op land worden in een separaat MER beoordeeld, behorende bij het besluit Net op Zee voor de Hollandse Kust (noord) en (west-alpha).

#### Effect van verbod op bodemberoerende visserij

Na realisatie van een windpark in het plangebied mogen er geen bodemberoerende visserijactiviteiten meer worden uitgevoerd binnen het park. Hierdoor wordt de bodem minder aangetast en krijgt benthos de mogelijkheid zich te ontwikkelen. De directe effecten van het uitsluiten van bodemberoerende visserij op benthos zijn verminderde sterfte (soortafhankelijk), verandering in de beschikbaarheid van voedsel en verandering in habitatcondities. Soorten die profiteren van de huidige omstandigheden met regelmatige bodemberoering (zoals wormen) zullen waarschijnlijk afnemen en de productiviteit van de bodemgemeenschap kan veranderen (van Denderen et al. 2013).

Positieve effecten die kunnen optreden zijn ontwikkelingsmogelijkheden voor tweekleppigen, ingravende zee-egels, epifauna, langlevende soorten in de bodem en biogene structuren zoals schelpdierbanken (Jongbloed et al. 2013), kreeften (Roach et al. 2018) evenals een toename in biomassa en biodiversiteit (van Denderen et al. 2014; Reiss et al. 2009, Eigaard et al. 2016, Roach et al. 2018). Minder bodemberoering kan bovendien leiden tot een stijging in organisch materiaal in de bodem. Hierdoor kan er bijvoorbeeld meer witte dunschaal gaan groeien (de Jong et al. 2015). Er is een beperkt aantal studies naar langjarige effecten van uitsluiten van bodemberoerende visserij in de Noordzee. Alhoewel Vandendriessche et al. (2015) een positief effect op de benthische soortgemeenschap levend in de zachte zandbodems in en rondom een Belgisch windpark rapporteerde, bleek dit positieve effect slechts van korte duur (Derweduwen et al. 2016). Waarschijnlijk was de initiële toename in soortenrijkdom en abundantie een korte termijn reactie van opportunistische soorten. Van Denderen (2015) toonde aan dat een eventueel positief effect van de afwezigheid van bodemberoerende visserij gerelateerd is aan de intensiteit van natuurlijk verstoringen van de zeebodem. Gebieden die van nature weinig verstoord worden zullen meer baat hebben bij de afwezigheid van bodemberoerende visserij (Rijnsdorp et al. 2017). Resultaten van benthos bemonsteringen in OWEZ en zes referentiegebieden, uitgevoerd vijf jaar na realisatie van het park (in 2011) konden een duidelijk effect van het uitsluiten van bodemberoerende visserij (nog) niet aantonen (Bergman et al. 2012, 2015). Ook in de Belgische Noordzee werd resp. 6 en 7 jaar na constructie van de windparken C-Power en Belwind geen effect aangetoond (De Backer and Hostens 2018 in Degraer et al. 2018). In het PAWP werden eveneens geen veranderingen in de bodemgemeenschap vastgesteld tussen locaties binnen het PAWP vergeleken met referentielocaties buiten het windpark 6 jaar (Lock et al. 2014) en 10 jaar (Leewis & Klink 2017, Leewis et al. 2018) na de afsluiting van het windpark voor visserij. De visserijintensiteit leek geen grote rol te spelen in de samenstelling van de benthische soortgemeenschap. Wel was

er een duidelijk temporeel effect op de soortensamenstelling op alle locaties (Leewis et al. 2018). Mogelijk is 10 jaar (nog) niet genoeg om herstel te zien van de benthische soortengemeenschap na het sluiten van een gebied voor visserij.

#### **Verwijderingsfase**

Naar alle waarschijnlijkheid zullen de windturbines een faciliterende werking hebben op met name hard substraat geassocieerde benthos soorten. Daarnaast heeft het verbod op bodemberoerende visserij mogelijk een positief effect op lang levende benthos soorten in overig delen van het windpark. Bij het verwijderen van de windturbines zullen de deze faciliterende functies van windturbines vervallen en daarmee zeer waarschijnlijk een negatief effect hebben op de totale benthos populatie zoals die zich ontwikkeld heeft in het windpark tijdens de operationele fase.

### **7.4.2 Vissen**

#### **Constructiefase**

Tijdens de constructiefase zullen heiwerkzaamheden plaatsvinden die gepaard gaan met het produceren van krachtige onderwatergeluidspulsen. Deze geluidspulsen kunnen mogelijk negatieve gevolgen hebben voor vissen variërend van tijdelijke of permanente gehoorschade, interne bloedingen, tot orgaanschade en/of ruptuur van de zwemblaas (direct dodelijk) (Van Duin et al. 2011, Andersson et al. 2017, Casper et al. 2017).

In tegenstelling tot zoogdieren hebben vissen geen extern gehoororgaan. Geluid – in de vorm van drukverschillen onder water – kan door vissen op verschillende manieren worden waargenomen (Thomsen et al. 2006):

- Het zijlijnsysteem, waarmee dichtbij de geluidsbron laagfrequente geluiden (als langzame waterstromen langs het lichaam) worden gedetecteerd. In relatie tot het geluid waarom het in het windpark gaat, is deze vorm van 'horen' echter ondergeschikt aan die van het hierna genoemde (gevoeliger) binnenoor.
- Het binnenoor (met de zogenaamde gehoorsteentjes), dat in essentie op beweging reageert. Een vis neemt geluiden waar via het lichaam, dat beweegt door kleine veranderingen in de geluidsdruk en/of via drukveranderingen in de zwemblaas die al dan niet via speciale structuren worden doorgegeven aan het gehoororgaan.

Bij vissen wordt onderscheid gemaakt in soorten die geen zwemblaas hebben en soorten die dat wel hebben. Bij de meeste bodemvissen, waaronder bot (*Platichthys flesus*), schar (*Limanda limanda*), schol (*Pleuronectes platessa*) en tong (*Solea solea*) ontbreekt de zwemblaas. Bij soorten met een zwemblaas wordt onderscheid gemaakt in soorten met een open en een gesloten zwemblaas. Bij deze soorten is er via de darm een open verbinding tussen de zwemblaas en de omgeving, waardoor het dier via 'boeren' kan compenseren voor eventuele overdruk in de zwemblaas. Veel van de in de Noordzee voorkomende pelagische soorten behoren tot de eerste groep: haringachtigen, zoals fint (*Alosa fallax*), haring (*Clupea harengus*) en sprot (*Sprattus sprattus*), maar ook soorten als zeebaars (*Dicentrarchus labrax*) en zalm (*Salmo salar*). Ook de grondels (*Gobiidae*), waarvan de meeste soorten een demersale levenswijze hebben, behoren tot deze groep. Soorten die over een gesloten zwemblaas beschikken, zoals kabeljauw (*Gadus morhua*) en wijting (*Merlangius merlangius*) kunnen beter horen, maar de keerzijde is dat ze, doordat de zwemblaas met lucht is gevuld die niet makkelijk

weg kan, ook gevoeliger zijn voor eventuele schadelijke gevolgen van onderwatergeluid. Voor een overzicht van vissoorten en hun zwemblazen wordt verwezen naar Appendix C in Ainslie (2010).

Net als bij andere horende organismen is de gevoeligheid van het gehoor van in het water levende dieren niet over het gehele audiofrequentiebereik gelijk. Vissen horen het best bij relatief lage frequenties die liggen tussen ca. 50 en 1.000 Hz. Ter vergelijking: voor de gewone zeehond ligt het gehoorbereik tussen frequenties van ca. 1.000 en 30.000 Hz. In zijn algemeenheid zijn vissen minder gevoelig voor geluid dan zeehonden, ook in het deel van het geluid(sdruk)spectrum waar zij het beste horen. Als dieren geluid kunnen horen, betekent dat echter nog niet dat zij er hinder van ondervinden.

In de eerste maandelijkse studie van ichthyoplankton in de zuidelijke Noordzee, zijn het hele jaar door viseieren (35 soorten) en vislarven (74 soorten) gevonden, met pieken tussen januari-mei en april-juni (Van Damme et al. 2011). Deze gegevens over ruimtelijke en temporele verdeling van eieren en larven kunnen gebruikt worden in modelleringsstudies om mogelijke effecten van menselijke activiteit in de zuidelijke Noordzee, op verschillende vispopulaties, te beoordelen.

In het laatste decennium is uit onderzoek in de Verenigde Staten, Nederland en België veel meer bekend geworden over mogelijke effecten van impulsgeluid op vissen in verschillende ontwikkelingsstadia. De resultaten van die onderzoeken worden hierna kort samengevat, waarna een uitspraak wordt gedaan over het mogelijke risico dat bij de constructie van het windpark substantiële effecten op de visgemeenschap van de Noordzee optreden en daarmee op de beschikbaarheid van voedsel voor vogels en zeezoogdieren.

#### Effecten op vislarven

Recent experimenteel onderzoek naar effecten van geluidspulsen vergelijkbaar met die van heiwerkzaamheden op vislarven van enkele typische Noordzee vissoorten konden schadelijke effecten echter niet bevestigen. Laboratoriumproeven waarbij larven van drie verschillende ontwikkelingsstadia van tong (*Solea solea*) bloot werden gesteld aan verschillende niveaus en duur van heigeluid toonden geen significante effecten aan ten opzichte van een controle situatie zonder geluid (Bolle et al. 2012, 2016). Dit was zelfs het geval bij blootstelling aan cumulatieve geluidsniveaus van  $SEL_{cum} = 206 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ , wat overeenkomt met 100 pulsen op een afstand van 100 m van een 'typische' Noordzee heillocatie.

Een recenter veldexperiment waarbij larven van zeebaars (*Dicentrarchus labrax*) werden blootgesteld aan echte geluidspulsen bij heiwerkzaamheden ten behoeve van windturbines op zee, konden eveneens geen significante effecten op overleving van vislarven aantonen ten opzichte van een controlegroep (Debusschere et al. 2014). De proeven werden uitgevoerd op 45 m afstand van de heillocatie waarbij cumulatieve geluidsniveaus werden bereikt van  $SEL_{cum} = 222 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ .

De onderzoeken van Bolle et al. (2012) en Debusschere et al. (2014) omvatten een vissoort met een bodemgebonden leefwijze zonder zwemblaas (tong) en een soort met een pelagische leefwijze met een open zwemblaas (zeebaars) en geven daarmee een beeld van vissoorten met twee uiteenlopende leefwijzen en fysiologie, behalve voor de vissoorten met een gesloten



zwemblaas. De resultaten kunnen daardoor als representatief worden beschouwd voor een groot deel van de visgemeenschap in het plangebied, met uitzondering van vissoorten met een gesloten zwemblaas. Op grond van deze resultaten is de conclusie dan ook dat geen noemenswaardige sterfte van vislarven als gevolg van de heiwerkzaamheden zal optreden. Popper et al. (2014) komen in hun gepubliceerde richtlijnen voor blootstelling van vissen tot een vergelijkbare conclusie.

#### Effecten op juveniele en oudere vissen

Uit studies van Caspar et al. (2012) en Halvorsen et al. (2012a, b) is gebleken dat niet is uit te sluiten dat juveniele en oudere vissen schade kunnen ondervinden als zij aan heigeluid worden blootgesteld. Soorten met een zwemblaas blijken daarbij het gevoeligst. Zij bestudeerden een baars-achtige, een steursoort, een tilapia-achtige en een zalm en stelden fysieke schade aan de zwemblaas vast bij geluidsniveaus van  $SEL_{CUM} = 204$  tot 210 dB re 1  $\mu Pa^2s$ .

Halvorsen et al. (2012a) toonden in een experiment met sub-adulte vissen aan dat vooral soorten met een open of gesloten zwemblaas verwondingen overhouden na blootstelling aan met heigeluid vergelijkbaar impulsgeluid terwijl vissoorten zonder zwemblaas geen effect ondervonden. Casper et al. (2013) lieten daarnaast zien dat binnen dezelfde soort (een baars-achtige), de verwondingen ten gevolge van geluidspulsen vooral in grotere exemplaren ontstaan en minder in kleine exemplaren. In deze studie kwam echter ook naar voren dat het grootste deel van de dieren binnen 10 dagen herstelde van de opgelopen verwondingen.

In Nederland is ook een experimenteel onderzoek uitgevoerd waarbij het effect van heiwerkzaamheden op juveniele vis (voorbij het larvale stadium) is onderzocht (Bolle et al. 2014). Hierbij zijn effecten van geluidspulsen representatief voor heiwerkzaamheden op zee onderzocht bij juveniele zeebaars (*Dicentrarchus labrax*). Vissen in een laboratorium werden hierbij blootgesteld aan geluidspulsen waarna gezocht is naar verwondingen en mogelijk herstel daarvan in relatie tot verschillende geluidsniveaus. In het onderzoek zijn inderdaad verwondingen waargenomen bij vissen die blootgesteld werden aan heigeluid. De verwondingen bleken in het laboratorium niet tot mortaliteit te leiden op de korte termijn, na 13 dagen was al enig herstel van verwondingen te zien. In een ander experiment op 45 m van een heilocatie resulteerden geluidspulsen ( $SEL_{CUM} = 222$  dB re 1  $\mu Pa^2si$ ) in acute stress in jonge zeebaars. Hoewel de dieren na afloop van de blootstelling onder laboratoriumcondities normaal opgroeiden, is niet uit te sluiten dat herhaaldelijke blootstelling aan dergelijke zeer luide geluidspulsen tot verminderde fitness van jonge zeebaars leidt (Debusschere et al. 2016). Daarnaast zijn er in Nederland nog geen experimenten uitgevoerd met volwassen zeebaars of vissoorten met een gesloten zwemblaas, waarbij mogelijke effecten groter zouden kunnen zijn.

Blootstelling aan impulsgeluid leidt ook tot gedragsveranderingen bij vissen. Onder experimentele omstandigheden reageerden zeebaarzen op nagespeeld geluid met een schrikreactie (startle response) en leken minder alert op predatoren te reageren (Spiga et al. 2017). De 50% initiële reactie drempel van zeebaars voor o.a. veranderingen in zwemrichting en -snelheid lag op een  $SEL_{SS}$  van 131 dB re 1  $\mu Pa^2s$  voor vis van 31 cm en 141 dB re 1  $\mu Pa^2s$  voor vis van 44 cm (Kastelein et al. 2017). Echter, in bovenstaande studies waren de effecten omkeerbaar en van kortdurende aard, waardoor een negatief effect op de populatie van deze vissoort onwaarschijnlijk is.

De (tijdelijke) aanwezigheid van antropogeen geluid kan ook leiden tot maskering van biologisch relevante geluiden, zoals geluiden voor communicatie met soortgenoten, geluiden waardoor predatoren of prooien gedetecteerd worden en geluiden ter oriëntatie (zie tabel 3.2). Dit kan tijdelijk leiden tot gedragsveranderingen en/of verminderde fitness (Popper en Hawkins 2019).

In Popper et al. (2014), Andersson et al. (2017) en Popper en Hawkins (2019) zijn de meest recente resultaten van onderzoek naar de effecten van onderwatergeluid bij elkaar gebracht en gebruikt voor het afleiden van drempelwaarden voor het optreden van uiteenlopende effecten. Popper et al. (2014) en Popper en Hawkins (2019) maken onderscheid tussen soorten met een open of gesloten zwemblaas en soorten zonder zwemblaas, omdat de verschillen hierin bepalend zijn voor de mate waarin een effect optreedt. Deze drempelwaarden zijn in onderstaande tabel 3.2 opgenomen. Uit het overzicht in de tabel blijkt dat bij geluidsniveaus lager dan  $SEL_{CUM}$  van 203 dB re  $1 \mu Pa^2s$ , eventuele door heigeluid toegebrachte schade zal herstellen. Dit is een zeer hoog blootstellingsniveau dat alleen door vissen die tijdens het heien op relatief korte afstand van de heilocatie verblijven (en niet wegzwemmen) zal worden ondervonden. In een worst case schatting, waarbij is uitgegaan van een uniforme waterdiepte van 27 m (de maximale waterdiepte in het plangebied) en een bandbreedte in de heien-energie van 1.000 – 3.000 kJ, gaat het om een afstand van ca. 2 – 4 kilometer. De werkelijke afstanden en daarmee het oppervlak waarbinnen een effect kan optreden zullen op de meeste paalposities kleiner zijn. Aangezien de perceptie van geluidsdruk beperkt is tot vissen met een zwemblaas, terwijl de detectie van geluidsbeweging/trillingen ("particle motion") algemeen is voor alle vissen (Nedelec et al. 2016), benadrukken Popper en Hawkins (2018, 2019) dat er tevens drempelwaarden ontwikkeld moeten worden voor de effecten van geluidsbeweging.

De conclusie is dat vissen, als zij al een invloed van (ongemitigeerd) heigeluid ondervinden dit uitsluitend in een klein gebied rondom de heilocatie zal zijn (max. 28 km<sup>2</sup>). De tijdelijkheid van de geluidsverstoring mede in aanmerking genomen, is het niet aannemelijk dat het deel van de visgemeenschap van de Noordzee zoals hierboven beschreven negatief wordt beïnvloed. Aanvullend onderzoek is nodig om meer inzicht te verkrijgen in de effecten van geluidsverstoring op vissoorten in de Noordzee met een gesloten zwemblaas en op volwassen exemplaren.

Tabel 7.9 Drempelwaarden voor het optreden van effecten bij vissen, na cumulatieve blootstelling aan impulsgeluid (dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s SEL}_{\text{CUM}}$ ). Het relatieve risico (hoog, matig, laag) wordt gegeven voor drie afstanden van de bron die in relatieve termen worden gedefinieerd: D, dichtbij, G, gemiddeld; V, ver (uit Popper en Hawkins 2019).

Visgroep	Sterfte en onherstelbare schade	Schade			
		Herstelbare schade	TTS*	maskeren	gedrag
Geen zwemblaas	> 219	> 216	>> 186	D: matig	D: hoog
				G: laag	G: matig
				V: laag	V: laag
Open zwemblaas	210	203	> 186	D: matig	D: hoog
				G: laag	G: matig
				V: laag	V: laag
Gesloten zwemblaas	207	203	186	D: hoog	D: hoog
				G: hoog	G: hoog
				V: laag	V: laag
Eitjes en larven	>210	D: matig	D: matig	D: matig	D: matig
		G: laag	G: laag	G: laag	G: laag
		V: laag	V: laag	V: laag	V: laag

\* Temporary Threshold Shift = Tijdelijke verhoging van de gehoordrempel; er zijn geen TTS-studies voor heigeluid. De hier opgenomen waarden zijn afkomstig van onderzoek naar effecten van airguns die worden gebruikt bij seismisch onderzoek (Popper et al. 2005).

#### Effecten van bodemberoering

Vissen kunnen tijdelijk het gebied mijden wanneer bodemberoerende activiteiten plaatsvinden, maar permanente effecten worden niet verwacht, omdat eventuele effecten (zoals bijvoorbeeld vertroebeling) tijdelijk en lokaal zijn. Tijdelijke vertroebeling van het zeewater treedt ook op natuurlijke wijze op, bijvoorbeeld tijdens stormen. Er zijn echter geen experimentele studies bekend waar de mogelijke effecten van vertroebeling op vissen ten gevolge van de aanleg van windturbines op zee gericht zijn onderzocht.

Studies die het effect van vertroebeling op vissen hebben onderzocht, geven aan dat vertroebeling kan leiden tot een licht verminderd foerageersucces van piscivore vissen (De Robertis et al. 2003). Hoewel dit voor piscivore vissen nadelig is worden zooplanktivore vissen blootgesteld aan een lager predatierisico terwijl tegelijkertijd de foerageerkansen van zooplanktivore vissen nauwelijks verminderen bij licht vertroebeling (De Robertis et al. 2003). Ook Meager et al. (2005) vond geen grote verschillen in foerageerstrategie en -succes van kabeljauw (*Gadus morhua*) op aasgarnalen onder verhoogde turbiditeit. Veel vissoorten jagen immers ook op trilling en zijn gewend aan de hoge turbiditeit in het gebied.

#### Effecten op vissoorten met een sterk bodemgebonden leefwijze

Vissen met een sterk bodemgebonden levenswijze die zich verschuilen in of op de bodem of onder structuren, zoals zeedonderpad, diverse soorten grondels, pitvis, harnasmantje, puitaal en botervis zijn sterk aan een locatie gebonden. Deze vissoorten vertonen geen uitgesproken vluchtgedrag. Bodemberoerende activiteiten waarbij de bestaande bodem sterk wordt beïnvloed, bijv. het plaatsen van een monopile van een windturbine of het aanbrengen van

bestortingen, kan de schuilplaats inclusief levende exemplaren vernietigen. Het bodemoppervlak dat op deze wijze rechtsreeks beïnvloed wordt is relatief beperkt ten opzichte van het totale beschikbare bodemoppervlak in het plangebied. Op populatieniveau zijn de gevolgen daarom waarschijnlijk beperkt, levende exemplaren van de betreffende soorten kunnen echter wel rechtsreeks beïnvloed worden.

### Operationele fase

#### Effecten van geluid

Uit onderwatergeluidsmetingen van het in bedrijf zijnde Prinses Amalia Windpark (Jansen & de Jong 2014), blijkt dat operationele geluidsniveaus gemeten worden van SPL = 107 tot 110 dB re  $1 \mu\text{Pa}^2$  op 100 m afstand en SPL = 105 tot 107 dB re  $1 \mu\text{Pa}^2$  op 3.800 m afstand. De toename van het onderwatergeluid wordt daarbij vooral bepaald door de golfbewegingen van het water en de aanwezigheid van scheepvaart. Over het algemeen is de toename van het onderwatergeluid door in bedrijf zijnde windturbines laag. Het geluidsniveau op grotere afstand van het park (3.800 m) blijkt zelfs niet boven de achtergrondruis uit te komen en is te laag om in bestaande geluidsmodellen te gebruiken. De effecten van deze geluiden hebben dan ook geen negatief effect op vissen.

Dit wordt ook gedeeltelijk bevestigd door vismonitoring in het OWEZ en PAWP. De resultaten van demersale en pelagische visbemonsteringen uitgevoerd enkele jaren voor de aanleg van OWEZ (2003/2004), 1 jaar na de aanleg (2007) en vijf jaar na de aanleg (2011) vertoonden geen significante effecten op de aanwezigheid van vissen binnen het park en in omliggende referentiegebieden (Winter et al. 2010, Hal et al. 2012). Hierbij kwamen rondom de windturbines vooral in de zomer grote hoeveelheden vis voor, voornamelijk horsmakreel. Daarnaast werden er op de stenen van de scour protection nabij de windturbines meer kabeljauw, steenbolk, (groene) zeedonderpadden en pitvissen aangetroffen. Voor deze soorten is verstoring ten gevolge van geluid geproduceerd door de windturbine niet aan de orde. De windturbines lijken juist een aantrekkend effect te hebben. Van tong, schar, schol en wijting werden bij de windturbines minder hoge aantallen aangetroffen dan elders in het gebied. In PAWP werd na vijf jaar vastgesteld dat de visgemeenschap binnen het offshore windpark vergelijkbaar was met in de buurt gelegen referentie gebieden (Van Hal, 2014).

Effecten op populatie niveau gedurende de operationele fase van de relatief kleine windturbines zijn niet erg waarschijnlijk. Verstoring ten gevolge van geluidseffecten van de windturbines is echter niet uit te sluiten wanneer andere (grotere) windturbines zouden worden gebruikt. Geluid en trillingen van turbine generatoren lijken geen grote invloed te hebben op vis en andere mobiele organismen die aangetrokken zijn tot de harde bodemondergronden (Leonhard & Pedersen, 2006).

In het kavelbesluit van windenergiegebied Hollandse Kust (west) zullen enkel geluidsnormen worden 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.

#### Effect van straling

De parkbekabeling veroorzaakt elektrische en magnetische (EMV) velden. De elektrische velden worden door de kabelbescherming tegengehouden, de magnetische velden dringen door tot het omliggende milieu. Vissen kunnen elektrische en magnetische velden waarnemen en oriënteren zich hier deels op. Van de vissen in de Noordzee zijn haaien en roggen (kraakbeenvissen) het meest gevoelig voor elektrische en magnetische velden. Roggen en sommige soorten haaien, zoals de hondshaai, leven op de bodem. Voor bodemvissen is aangetoond dat deze een prooi met een elektrisch veld van 10-8 V/m kunnen waarnemen. Haaien worden zelfs aangetrokken door elektrische velden (CMACS 2003). Een recente literatuurstudie van Snoek et al. (2016) naar effecten van elektro magnetische velden in de Noordzee heeft uitgewezen dat:

- Kabels van windturbines zorgen creëren magnetische velden (MV) en geïnduceerde elektrisch velden (iEV) (door bewegingen van organisme door een EMV). Het elektrische veld (EV) wordt door de kabelbescherming tegengehouden en is dus niet waarneembaar voor organismen in de Noordzee.
- Het elektromagnetische veld van een kabel strekt zich enkele meters uit, door het begraven van de kabel is het uiteindelijke waarneembare veld dus enkel aanwezig in de directe omgeving van de kabel.
- Effecten van EMV en iEV, geïnduceerd door windturbines, op Noordzee fauna zijn vooralsnog onduidelijk. Studies naar de effecten van EMV's en iEV's werken namelijk vaak met afwijkende veldsterktes dan te verwachten zijn bij parkbekabeling.
- Het EMF van een windturbine kabel valt wel binnen het waarneembare gebied van onder andere bodemvissen en haaien; haaien kunnen de kabels op een afstand van enkele tientallen meters waarnemen.

Hoewel het duidelijk is dat veel soorten magnetische velden kunnen detecteren en erop reageren, lijkt er op basis van de wetenschappelijke literatuur tot nu toe onvoldoende empirisch bewijs te zijn om een schadelijk biologisch effect op mariene organismen van EMV's te suggereren (Bochert & Zettler 2006, Leonard & Pedersen 2006, Emma 2016, Snoek et al. 2016, Fey et al. 2019). Als vissen of invertebraten een verandering van het magnetisch veld vermijden of zich juist hierdoor aangetrokken worden, dan zouden de kabels een mogelijke barrière/verzamelplaats kunnen vormen. Er is bijvoorbeeld vooralsnog geen bewijs gevonden dat elektromagnetische straling afkomstig van bekabeling een hindernis vormt voor migrerende aal (*Anguilla anguilla*) (Ohman et al. 2007, Westerberg et al. 2007, Westerberg en Lagenfelt 2008). Additionele (veld)studies dienen hier meer uitsluitsel over te geven, onder andere door met veldmetingen gemodelleerde waarden van EMV te valideren. Wel kan vastgesteld worden dat, (1) door het relatief beperkte areaal van een windpark ten opzichte van het totale NCP en (2) het feit dat de straling enkel in de directe nabijheid (ca. 10 meter) van de kabel waarneembaar is, het effectgebied beperkt is.

De effecten op zeezoogdieren, bodemdieren en vissen van de exportkabel naar het elektriciteitsnet op land worden in een separaat MER beoordeeld, behorende bij het besluit Net op Zee voor de Hollandse Kust (noord) en (west-beta).

#### Effect van de aanwezigheid van harde structuren

De windturbines staan op monopiles die harde structuren op de zeebodem vormen. Dergelijke harde structuren op de zeebodem trekken scholen vis aan, zoals in 2013 aangetoond tijdens een biodiversiteitsonderzoek naar tien scheepswrakken in de Noordzee (Lengkeek et al. 2013). De monopiles van het windpark zullen zeer waarschijnlijk ook een aantrekkende werking hebben op bepaalde soorten vis, alhoewel een significant verschil in totale aantallen nog niet is aangetoond in Nederlandse windparken ten opzichte van referentiegebieden (Hal et al. 2012; Van Hal 2013, 2014).

De aantrekkende werking van de monopiles van windturbines is in ieder geval aangetoond bij de monitoring van het OWEZ. Op basis van sonar observaties in de zomer van 2010 bleek dat visdichtheden in een straal van 15-20 meter van de monopiles gemiddeld 37x hoger waren dan in de rest van het windpark (Couperus et al. 2010). Hengelvangsten bestonden voornamelijk uit makreel en horsmakreel (25-35 cm) en jonge kabeljauw (30-55 cm), maar het is niet uit te sluiten dat ook haringachtigen rondom de monopiles aanwezig waren (Couperus et al. 2010; Hal et al. 2012). Staand want vangsten in de buurt van het harde substraat bestonden voornamelijk uit kabeljauw, steenbolk, Noordzeekrab en de fluwelen zwemkrab, terwijl platvissen en wijting juist op het zand te vinden waren (Van Hal et al. 2017). Grote dagelijkse fluctuaties in visdichtheden nabij de monopiles wijzen erop dat deze slechts tijdelijk wordt gebruikt als schuilplaats of foerageergebied (Van Hal et al. 2017).

Daarnaast wordt ook kabeljauw aangetrokken door de harde structuren (Lindeboom et al. 2011). Dichtheden van kabeljauw waren aanzienlijk hoger in netten in de directe omgeving van monopiles in het OWEZ dan in de rest van het park (van Hal et al. 2012). Naast genoemde soorten worden ook grote aantallen steenbolk aangetroffen rondom de monopiles in zowel OWEZ (Bouma & Lengkeek 2009) als een Belgisch windpark (Reubens 2011, Reubens et al. 2014). Mogelijk maken de vissen gebruik van de harde structuren als schuilplaats en benutten ze de nieuwe bodemdiergemeenschappen als voedselbron.

Hoewel de monopiles een duidelijk aantrekkende werking hebben voor vissen zijn er in het OWEZ ook soorten die hier niet van profiteren. Voor sommige soorten worden in de nabijheid van de monopiles zelfs lagere aantallen aangetroffen dan elders in het park. Dit betreffen vooral platvissen (tong, schar en schol) en wijting (van Hal et al. 2012). Het is niet eenduidig vast te stellen of dit te wijten is aan de aanwezigheid van hard substraat of aan het geluid dat door de operationele windturbine geproduceerd wordt.

#### Effect van verbod op bodemberoerende visserij

Na realisatie van windpark in het plangebied mogen er geen bodemberoerende visserijactiviteiten meer worden uitgevoerd binnen het park. Dit biedt in potentie bescherming voor soorten met een bodemgebonden levenswijze zoals platvissen, zeedonderpadden, harnasmantjes, pitvissen en grondels.

Het effect van het verbod op visserij op de ontwikkeling van visbestanden is onderzocht voor het OWEZ windpark. Na oplevering van het OWEZ windpark in 2006 zijn alle vormen van visserij uitgesloten. De vismonitoring uit 2011 liet echter geen verschil in totale visbestanden zien tussen transecten binnen het windpark en daarbuiten gelegen controles (van Hal et al.

2012). Er was is de periode 2006 – 2011 dus geen aantoonbaar positief effect van het verbod op visserij op de ontwikkeling van de visbestanden in het windpark.

In offshore windpark Horns Rev 1 had het windpark, en het daaraan gekoppeld visserijverbod, een positief effect op de aanwezigheid van zandspiering op de korte termijn, maar er was geen effect detecteerbaar op de lange termijn (van Deurs et al. 2012).

Ook in de Belgische Noordzee werd resp. 6 en 7 jaar na constructie van de windparken C-Power en Belwind geen effect aangetoond van het visserijverbod op de demersale en bentho-pelagische visgemeenschap (De Backer and Hostens 2018 in Degraer et al. 2018).

In PAWP werd na vijf jaar vastgesteld dat de visgemeenschap binnen het offshore windpark vergelijkbaar was met in de buurt gelegen referentie gebieden (Van Hal 2013, 2014). Er is wel een verschil tussen de lengteverdeling van bodemvissen binnen het offshore windpark en daarbuiten: hoewel het totale lengtebereik hetzelfde is, zijn er binnen het park meer grote vissen gevangen. Bovendien is er ook meer smelt aangetroffen binnen het windpark. Smelt leeft in zuurstofrijk sediment leeft en zijn eieren plakken aan de bodem. Door verschillen in methodieken en seizoenen zijn de data echter ongeschikt om harde conclusies te trekken en er is geen duidelijke indicatie van een positief of een negatief effect van het windpark op de totale vangst of op de doelsoorten (Van Hal 2013, 2014). Er wordt desondanks aangegeven dat deze gegevens een aanwijzing kunnen zijn dat sommige soorten een grotere overlevingskans hebben binnen een offshore windpark, en dat het derhalve kan dienen als refugium.

Voor kabeljauw lijkt het OWEZ park wel een positief effect te hebben. In de vismonitoring van het OWEZ 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). Voor gezenderde tong kon deze kraamkamerfunctie van het OWEZ park echter niet worden aangetoond (Winter et al. 2010, van Hal et al. 2012).

Het uitsluiten van bodemberoerende visserij zal waarschijnlijk vooral bodemlevende vissen beïnvloeden. Omdat de vismonitoring van PAWP en OWEZ echter weinig effecten aantoonde van het verbod van visserij (inclusief bodemberoerende visserij) op bodemvissen in het windpark (in het bijzonder bodemvissen), lijkt er vooralsnog niet echt duidelijk sprake te zijn van een positief effect van een verbod van bodemberoerende visserij in het plangebied op de vispopulatie.

### **Verwijderingsfase**

Tijdens de verwijderingsfase zullen geen heiwerkzaamheden meer plaatsvinden. effecten van geluidspulsen zoals tijdens de constructiefase zijn niet aan de orde. Naar alle waarschijnlijkheid zullen de windturbines een aantrekkende werking hebben op bepaalde vissoorten. Bij het verwijderen van de windturbines zullen deze vis-faciliterende functies van windturbines vervallen en daarmee zal zeer waarschijnlijk de tijdens de operationele fase toegenomen lokale abundantie van vissoorten (Wright et al. 2018) teniet worden gedaan. Uitgaande van een aantrekkende werking van windturbines, zijn op regionale schaal zeer waarschijnlijk geen negatieve effecten te verwachten van de verwijdering van de windturbines.

### 7.4.3 Zeezoogdieren

De activiteiten gerelateerd aan de aanleg, het gebruik en de verwijdering van het windpark kunnen effecten hebben op zeezoogdieren. Deze effecten kunnen zich manifesteren in de vorm van een gedragsrespons, zoals een versnelde ademhaling en wegzwemmen van de geluidsbron of in de vorm van een –fysiologisch– effect op het gehoor waardoor de dieren als gevolg van een langere blootstelling aan het verhoogde geluidsniveau tijdelijk (TTS - temporary threshold shift) of permanent (PTS - permanent threshold shift) minder goed kunnen horen. Op grond van de resultaten van eerdere (ronde 2) windparken uitgevoerde berekeningen is geconcludeerd dat effecten op het gedrag maatgevend zijn voor mogelijke effecten op populaties. Het gebied waarin bruinvissen en zeehonden TTS en PTS kunnen oplopen is veel kleiner dan het gebied waarbinnen gedragseffecten kunnen optreden.

Wel is het van belang het mogelijk optreden van PTS onder worst-case omstandigheden in beeld te brengen. PTS effecten kunnen namelijk direct doorwerken naar de populatie, omdat niet is uit te sluiten dat dieren met PTS dermate in hun normale functioneren worden gehinderd dat zij voortijdig zullen sterven. Voor het bepalen van de mogelijke cumulatieve effecten van het heien van een gehele fundering op het gehoor van bruinvissen en zeehonden (PTS) zijn geen berekeningen uitgevoerd. Er wordt beredeneerd dat PTS door het toepassen van de geluidnorm en een ‘slow start’, eventueel in combinatie met ADD’s, niet zal optreden

#### Drempelwaarden en beïnvloed gebied

De drempelwaarden voor het optreden van een gedragsrespons (mijding/verstoring) en PTS zijn zo veel mogelijk afgeleid uit recente ‘peer-reviewed’ literatuur. Tabel 7.10 geeft een overzicht van de criteria die bij het bepalen van de effecten op bruinvissen en zeehonden van belang zijn met de bijbehorende waarden. Hierin staat  $SEL_1$  voor de geluidsdosis als gevolg van een enkele heiklap,  $SEL_{CUM}$  voor de geluidsdosis door een zwemmend dier ontvangen als gevolg van het heien van de gehele paal en  $SEL_{1CUM,w}$  voor de M-gewogen SEL voor zeehonden in water.

Tabel 7.10 Drempelwaarden voor optreden gedragsrespons per soort.

Soort	Type effect	Waarde	Bron
Bruinvis	Gedragsrespons*	$SEL_1 > 140\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$	Heinis & de Jong, (2015)
	PTS-onset	$SEL_{CUM} > 179\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$	TTS-onset uit Lucke et al. 2009) + 15dB
Zeehond	Gedragsrespons*	$SEL_{1,w} > 145\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$	SEAMARCO (2011)
	PTS-onset	$SEL_{CUM,w} > 186\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$	Southall et al. (2007)

\* Gedrag met een score van 5 of hoger op de gedragsrespons-schaal van Southall et al. (2007). Dit betreft gedragingen als veranderingen in zwemgedrag en ademhaling, mijden van een bepaald gebied en veranderingen in roep- of klikgedrag (t.b.v. communicatie of foerageren).

#### Effecten per individu

De effecten van heigeluid op het gedrag zijn berekend aan de hand van de met AQUARIUS gegenereerde onderwatergeluidkaarten, waarin de verdeling van de ruimtelijke geluidsimmissies als gevolg van een enkele heiklap is weergegeven ( $SEL_{ss}$ ). Bij het berekenen



van het aantal door heigeluid beïnvloede dieren is ervan uitgegaan dat dit alle dieren betreft die aanwezig zijn binnen de contour waar de drempelwaarde voor verstoring wordt overschreden (worst case). Daarnaast is ervan uitgegaan dat de verstoring voor alle dieren die zich bij aanvang van de geluidproductie binnen deze contour bevinden even lang duurt. Dit betekent dus dat een dier dat zich bij de start van het heien dichtbij de geluidsbron bevindt net zo lang verstoord blijft als een dier dat zich veel verder bevindt.

Voor bruinvissen is het aantal door heigeluid verstoorde dieren berekend door het verstoringsooppervlak te vermenigvuldigen met de gemiddelde bruinvisdichtheid voor de tijd van het jaar waarin de verstoring plaatsvindt. Bij de berekening is uitgegaan van de resultaten van vliegtuigtellingen die zijn gerapporteerd door Geelhoed e.a. (2018). Daarbij is voor de dichtheid in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) uitgegaan van de geschatte gemiddelde dichtheid in deelgebied D (zie figuur 7.9). Dit betreft een gemodelleerd gemiddelde verspreiding van de bruinvissen in het Nederlandse deel van de Noordzee. Deze bedragen respectievelijk 0,721 individuen per km<sup>2</sup> voor de periode januari – mei, 0,698 individuen per km<sup>2</sup> voor de periode juni – augustus en 0,444 voor de periode september – december. Rond de schattingen ligt een bandbreedte van ± 50% rond het gemiddelde. Volgens Geelhoed et al. (2011) geven de schattingen een realistisch beeld van de (variatie) in dichtheden van bruinvissen in laatste jaren.

Voor het schatten van het aantal, bij aanvang van de heii-activiteit verstoorde zeehonden op het NCP is uitgegaan van de kaarten van Aarts e.a. (2016) waarin voor elke maand, met uitzondering van de maand augustus<sup>34</sup> de dichtheid van de Nederlandse gewone zeehonden is gemodelleerd.

#### Effecten op populatieniveau

Voor de bepaling van de effecten van heigeluid op de populaties van zeezoogdieren is voor de windparken van de routekaart 2030, waaronder die binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (west) uitgegaan van de aanpak die in het kader van het KEC is ontwikkeld (Heinis e.a. 2015) en in 2018 is geüpdatet (Heinis e.a. 2019). Bij het bepalen van de mogelijke doorwerking van effecten van heigeluid op zeezoogdieren is ervan uitgegaan dat de effecten op het gedrag daarvoor maatgevend zijn, aangezien tijdens de aanleg van windpark moet worden voldaan aan de voorschriften die in het KEC zijn opgesteld (toepassen 'slow start' en geluidsnorm, eventueel in combinatie met Acoustic Deterrent Devices). Hiermee wordt voorkomen dat permanente effecten op het gehoor optreden (PTS).

Voor de berekeningen die in het kader van het KEC 3.0 zijn uitgevoerd en die als uitgangspunt zijn genomen voor dit MER, is een beta-versie van iPCoD model versie 5.0 gebruikt. Voor het KEC 3.0 zijn verschillende scenario's voor de ontwikkeling van wind op zee doorgerekend. De uitkomsten laten zien dat er een verband bestaat tussen het aantal bruinvisverstoringdagen en de reductie van de bruinvispopulatie op de Noordzee (Heinis e.a. 2019). De volgende benaderingsformule geeft het verband weer als van een 95% zekerheid wordt uitgegaan (= 5% kans dat de berekende populatiereductie groter is):

<sup>34</sup> In juli-augustus verharren de zeehonden en vallen de zenders af, waardoor er voor de maand augustus geen zenderdata zijn. Overigens is de dichtheid van zeehonden op zee in deze maanden relatief laag, juist vanwege het feit dat dan de verharingsperiode is en de dieren een langere tijd op de ligplaatsten doorbrengen..

$$\text{Populatiereductie} = 1,06 \times 10^{-4} \times \text{bvvd}^{1,17}$$

De populatiereductie is daarbij uitgedrukt in het aantal individuen en bvvd staat voor het aantal bruinvisverstoringsdagen<sup>35</sup>.

Het totale aantal bruinvisverstoringsdagen is berekend door het aantal mogelijk verstoorde dieren per dag te vermenigvuldigen met het aantal verstoringsdagen. In het iPCoD model versie 5.0 wordt ervan uitgegaan dat elke (impuls)dag waarop wordt geheid (ongeacht de heiduur) bij alle bruinvissen die zich binnen de verstoringscontour bevinden tot een 6 uur durende verstoring leidt (zie ook bijlage 5). Het aantal mogelijk verstoorde bruinvissen per dag wordt berekend door het berekende verstoringsoppervlak te vermenigvuldigen met een schatting van de dichtheid van de onverstoorde populatie rond het berekende verstoringsoppervlak. Voor de meest actuele dichtheidsschatting van bruinvissen is gebruik gemaakt van de door Geelhoed e.a. (2011, 2014, 2015, 2018) gerapporteerde resultaten van vliegtuigtellingen.

Voor zeehonden zijn eventuele cumulatieve effecten van impulsief geluid op de populatie nog niet gekwantificeerd. De focus van het onderzoek is op de bruinvis gelegd, omdat werd ingeschat dat de kans dat de populatie van deze soort cumulatieve effecten van impulsief geluid ondervindt groter is dan de kans dat dat bij zeehonden gebeurt. Bruinvissen reageren namelijk gevoeliger op geluid én hebben een grotere kans aan impulsief geluid te worden blootgesteld dan zeehonden. Op de locaties waar de activiteiten voor de aanleg van de windparken van routekaart 2030 zijn gepland is de relatieve dichtheid van bruinvissen namelijk veel groter dan die van de twee, vooral in kustwateren voorkomende, zeehondensoorten.

De motivatie om in het geval van bruinvissen te kiezen voor het IPCoD model is dat voor het zuidelijke deel van de Noordzee gegevens ontbreken over beweging en gedrag van individuen in de ruimte en tijd. Voor zeehonden zijn dergelijke data wel beschikbaar en zou de energetische consequentie van een interruptie in foerageermogelijkheden op basis van de locatie- en duikdata in principe kunnen worden berekend (e.g. New e. a. 2014, Costa 2012). Een, op de berekening van cumulatieve effecten van impulsief geluid op zeehondenpopulaties toegespitst model waarin van deze gegevens gebruik is gemaakt, is in ontwikkeling (WMR, G. Aarts c.s), maar nu nog niet beschikbaar. Voor zeehonden is daarom uitgegaan van de in 2013 ontwikkelde, op onderdelen iets aangepaste en in eerdere effectbeschrijvingen gebruikte redeneerlijn voor het bepalen van effecten op populaties (zie Heinis e.a. 2015 en 2019). Bij de berekening van de mogelijke effecten op Gewone zeehonden is gebruik gemaakt van een in 2016 geactualiseerde verspreidingskaart van Aarts (2016).

#### Effecten van aanleg op bruinvissen Kavel VI

Bij het KEC 3.0 is in principe van dezelfde ecologische norm uitgegaan als in 2016. Dit betekent dat de geschatte populatieafname als gevolg van de constructie van windparken op het NCP tot en met 2030 niet meer dan 5% mag bedragen (en bij voorkeur minder). Dit is in lijn met het interim-doel, zoals gesteld in het kader van ASCOBANS (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas). Hierin is als interim-doel voor bruinvissen gesteld dat de populatie binnen deze zeeën niet onder 80% van het

<sup>35</sup> Het feit dat de relatie niet lineair is, heeft ook implicaties voor het schatten van cumulatieve effecten van verstoring door de aanleg van windparken op zee. Het betekent dat de cumulatieve populatiereductie als gevolg van de constructie van meerdere windparken niet kan worden berekend door de rekenresultaten voor afzonderlijke parken bij elkaar op te tellen. De cumulatieve effecten worden dan namelijk onderschat.

draagkracht-niveau mag komen. Het is niet bekend wat dit draagkracht-niveau op het NCP is. Door de minimale omvang van de huidige populatie op 95% te houden, kan met grote zekerheid worden gesteld dat aan de ASCOBANS-norm voldaan wordt.

Voor het kunnen toetsen van de gevolgen van impulsief onderwatergeluid voor bruinvissen is met name de vraag relevant of hiermee de staat van instandhouding van de populatie in het geding is. Uit berekeningen van Scheidat et al. (2013) blijkt dat volgens de methode van PBR de acceptabele grens voor het NCP ligt op 272 dieren/jaar voor alle activiteiten. Deze waarde heeft echter betrekking op directe sterfte en houdt geen rekening met het mogelijke indirecte effect van verminderde reproductie. Voor het stellen van acceptabele grenzen aan effecten van impulsief onderwatergeluid op zeezoogdieren is van belang dat de staat van instandhouding van bruinvissen op het NCP als matig ongunstig is beoordeeld (Camphuysen & Siemensma, 2011).

Op grond van het tussentijdse advies van de commissie MER op het concept MER voor de kavels I en II van het windenergiegebied Borssele is daarom besloten dat de populatie van de bruinvis als gevolg van de aanleg van windparken op zee op minimaal 95% van de huidige populatie moet blijven. Verder is als eis gesteld dat er een grote mate van zekerheid (95%) moet zijn dat de omvang van de populatie ondanks de aanleg van de windparken hierboven blijft. Op grond van gegevens van Geelhoed et al. (2011, 2014) is geschat dat de populatie op het NCP uit 51.000 dieren bestaat (Scheidat, mond. mededel.). Dit betekent dat de totale populatie op het NCP als gevolg van de aanleg van windparken op zee in de periode 2016 – 2030 niet verder mag dalen dan tot 48.450 dieren.

Om dit te waarborgen heeft de overheid per kavelbesluit geluidnormen vastgesteld die tijdens de constructie van een windpark niet mogen worden overschreden. In het KEC (update 2016) is nog geen rekening gehouden met de bouw van windparken van de routekaart windenergie op zee 2030 in de windenergiegebieden Ten noorden van Waddeneilanden, Hollandse Kust (west) en IJmuiden Ver. Om de ontwikkeling van windenergie in deze gebieden mogelijk te maken, moeten deze windparken ook beoordeeld worden aan de hand van het KEC. Sinds de update van 2016 zijn er onderzoeken gepubliceerd en inzichten opgedaan die bepaalde aannames omtrent de effectrelaties wijzigen. Het gepubliceerde KEC 3.0 waarin ook de nieuwste wetenschappelijke inzichten zijn meegenomen, maakt het mogelijk de effecten van de nieuwe windparken beter te beoordelen en te toetsen. Bij het KEC 3.0 is in principe van dezelfde ecologische norm uitgegaan als in 2016. Dit betekent dat de geschatte populatieafname als gevolg van de constructie van windparken op het NCP tot en met 2030 niet meer dan 5% mag bedragen (en bij voorkeur minder). Gesteld kan worden dat met 95% zekerheid de populatiereductie van bruinvissen op het NCP niet groter zal zijn dan 5% van de huidige populatie.

De verdeling van het, voor bruinvissen relevante geluid tijdens het heien voor de constructie van windturbines op een worst case locatie in kavel VI van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) is door TNO berekend (zie KEC 3.0). Bij deze geluidverdeling ervan uitgegaan dat de, in het KEC 3.0 vastgelegde geluidsnorm van  $SEL_{ss} = 168 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$  op 750 m wordt toegepast. Uit de berekening is af te leiden dat tijdens het heien in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) voor bruinvissen maximaal 1.062 km<sup>2</sup> verstoord gebied kan ontstaan als de genoemde geluidsnorm wordt opgelegd.

In Tabel 7.11 en Tabel 7.12 zijn de resultaten van de berekeningen van de gevolgen van veranderingen in het gedrag door heil-geluid voor de omvang van de bruinvispopulatie voor alternatief 1 en 2 opgenomen. Bij deze berekeningen is ervan uitgegaan, dat een 'soft start' procedure<sup>36</sup> wordt toegepast en dat een limiet aan het maximaal te produceren geluidniveau is gesteld. Conform het KEC 3.0 is uitgegaan van een breedband geluidsniveau op 750 m van de heillocatie van  $SEL_{ss} = 168$  dB re  $1 \mu Pa^2s$ .

**Tabel 7.11 Schatting van de maximale gevolgen van heien voor de aanleg van alternatief 1 (76 funderingen van 10 MW) in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) voor de bruinvispopulatie in verschillende seizoenen.**

Alternatief 1 (76 turbines)	Jan – mei	Jun – aug	Sep - dec
	Max	Max	Max
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km <sup>2</sup> )	1.062	1.062	1.062
Bruinvissen binnen contour (n)	766	741	472
Dierversoringsdagen	58.193	56.337	35.836
Populatiereductie NCP	40	38	23

**Tabel 7.12 Schatting van de maximale gevolgen van heien voor de aanleg van alternatief 2 (47 funderingen van 16 MW) in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) voor de bruinvispopulatie in verschillende seizoenen.**

Alternatief 2 (47 turbines)	Jan – mei	Jun – aug	Sep - dec
	Max	Max	Max
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km <sup>2</sup> )	1.062	1.062	1.062
Bruinvissen binnen contour (n)	766	741	472
Dierversoringsdagen	35.988	34.840	22.162
Populatiereductie NCP	23	22	13

Uit de resultaten van de berekeningen zoals weergegeven in **Error! Reference source not found.** blijkt dat de populatiereductie als gevolg van de aanleg van beide alternatieven in Kavel VI gering is en ver onder de 5% populatiereductie blijft (maximaal 0,08%). Ook al zijn de aantallen gering, in onderlinge vergelijking resulteert de aanleg van een windpark moet toepassing van alternatief 1 in een tweemaal zo groot effect als bij de toepassing van alternatief 2. Ook is de tijd van het jaar waarin de aanleg plaatsvindt van belang; de aanleg in het voorjaar en de zomer resulteert in een 70% groter effect dan in de herfst.

#### Effecten van aanleg op zeehonden Kavel VI

Voor zeehonden ontstaat in de uren dat rond de heillocatie wordt geheid een kleinere verstoringscontour dan die van bruinvissen, omdat zeehonden minder gevoelig op onderwatergeluid reageren. In de berekeningen van TNO van deze geluidverdeling is ervan uitgegaan dat de, in het KEC 3.0 vastgelegde geluidsnorm van  $SEL_{ss} = 168$  dB re  $1 \mu Pa^2s$  op 750 m wordt toegepast. Uit de berekeningen blijkt dat tijdens het heien in het

<sup>36</sup> De 'soft start' procedure heeft geen invloed op de totale omvang van het verstoorde gebied.

windenergiegebied Hollandse Kust (west) voor zeehonden maximaal 224 km<sup>2</sup> verstoord gebied kan ontstaan als de genoemde geluidsnorm wordt opgelegd (zie tevens bijlage 5).

De resultaten van de berekening van de effecten van heigeluid op zeehonden bij het heien van funderingen voor windturbines in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) voor twee alternatieve opstellingen zijn opgenomen in Tabel 7.13 en Tabel 7.14. In deze tabellen zijn de gevolgen van de beide alternatieven in het de voorkeursligging voor kavel VI van windenergiegebied Hollandse Kust (west) op het gedrag van gewone zeehonden in verschillende seizoenen. Weergegeven is het aantal dat zich bij aanvang van de hei-activiteiten binnen de contour kunnen bevinden waar de drempelwaarde voor verstoring wordt overschreden. De aantallen zijn afgezet tegen de totale Nederlandse populatie van 12.416 dieren (Aarts e.a. 2016).

Maximaal gaat het om 11 zeehonden die het beïnvloedingsgebied tijdens het heien van een fundering zullen mijden (0,09% van de Nederlandse populatie). De effecten zijn het kleinst in de periode mei – juli als de zeehonden vanwege het voortplantingsseizoen voor hun foerageertochten minder ver de zee op gaan (Aarts e.a. 2016). Het aantal te heien funderingen in aanmerking genomen, is het effect van de constructie van alternatief 2 kleiner dan dat van alternatief 1. Dit is af te lezen aan het aantal dierverstoringsdagen van de twee alternatieven, dat ongeveer 60% groter is bij de constructie van alternatief 1.

In de tabellen is ook een bandbreedte gegeven van het totale aantal, mogelijk verstoorde zeehonden nadat alle funderingen van alternatief 1 en alternatief 2 zijn geheid. Voor de ondergrens is van volledige plaatstrouw uitgegaan, wat betekent dat steeds dezelfde zeehonden op de dagen dat wordt geheid worden verstoord. Voor de bovengrens is het gemiddeld aantal verstoorde zeehonden per geheide fundering vermenigvuldigd met het aantal geheide funderingen. Hier is er dus van uitgegaan dat steeds andere zeehonden worden verstoord. Voor het beoordelen van een eventueel effect op de populatie is het aannemelijk dat de eerstgenoemde situatie maatgevend is, aangezien een meerdere malen verstoord dier in zijn normale functioneren meer wordt beïnvloed dan een dier dat eenmalig wordt verstoord.

**Tabel 7.13 Schatting van de gevolgen van heien voor de aanleg van alternatief 1 (76 funderingen)**

<b>Alternatief 1 (76 turbines)</b>	<b>Jan – apr</b>	<b>Mei – jul</b>	<b>Sep – dec</b>
Verstoringscontour (km <sup>2</sup> )	224	224	224
Zeehonden binnen contour (n)	7 – 11	3 – 4	4 – 5
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,06 – 0,09	0,02 – 0,03	0,03 – 0,04
Dierverstoringsdagen	566 – 847	213 – 317	267 – 409
Totaal aantal zeehonden verstoord	9 – 706	3 – 265	4 – 338
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,07 – 5,7	0,03 – 2,1	0,04 – 2,7

**Tabel 7.14 voor alternatief 2 (47 funderingen)**

<b>Alternatief 2 (47 turbines)</b>	<b>Jan – apr</b>	<b>Mei – jul</b>	<b>Sep – dec</b>
Verstoringscontour (km <sup>2</sup> )	224	224	224
Zeehonden binnen contour (n)	7 – 13	3 – 5	4 – 6
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,06 – 0,1	0,02 – 0,04	0,03 – 0,05

Dierversoringsdagen	350 – 524	132 – 196	165 – 253
Totaal aantal zeehonden verstoord	9 – 437	3 – 164	4 – 209
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,07 – 3,5	0,03 – 1,3	0,04 – 1,7

Uit de resultaten blijkt dat effecten van het heien met een geluidnorm van 168 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  (750 m) voor de aanleg van een windpark in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) op de Nederlandse populatie van gewone zeehonden om de volgende redenen zijn uit te sluiten:

- Afgezet tegen de totale Nederlandse populatie gewone zeehonden is het aantal mogelijk beïnvloede dieren beperkt;
- De omvang van het beïnvloede gebied is gering ten opzichte van het totale leefgebied, waardoor er geen sprake zal zijn van ‘verdichtingseffecten’ (competitie om voedsel e.d.);
- De minimale afstand tussen de buitenrand van de verstoringcontour en de kust is dermate groot dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd;
- Het effect is tijdelijk (1 dag per fundering, waarin ca. 2 uur per dag wordt geheid).

Voor grijze zeehonden zijn geen aparte berekeningen gemaakt. De (groeiende) populatie grijze zeehonden in Nederland is echter kleiner dan die van gewone zeehonden (ca. 5.000 in 2016: Ecomare, 2016; Arts e.a. 2014). Wanneer uitgegaan wordt van een vergelijkbare ruimtelijke verspreiding als bij gewone zeehonden zullen 4 grijze zeehonden tijdens het heien worden verdreven. De verwachting is dat de werkelijke aantallen nog lager zullen zijn, omdat dichtheden grijze zeehonden buiten 20 km van de kust zeer laag zijn (lager dan gewone zeehonden) (Aarts e.a. 2013).

Zeehonden reageren minder gevoelig op onderwatergeluid dan bruinvissen en kunnen sneller zwemmen, wat zich vertaalt in kleinere effectafstanden. Uit de berekeningen die zijn uitgevoerd voor de windparken van het Energieakkoord blijkt dat het gebied waarbinnen bij zeehonden de gehoordrempel permanent wordt verhoogd (PTS) door het heien voor de aanleg van al deze windparken, zonder dat een geluidsnorm wordt toegepast, al verwaarloosbaar klein is (maximaal 0,5  $\text{km}^2$ ). Het windenergiegebied Hollandse Kust (west) ligt ten opzichte van de windenergiegebieden van het Energieakkoord verder van de ligplaatsen van zeehonden af, wat betekent dat de gemiddelde dichtheid van zeehonden nog lager is. De kans dat zich in het gebied waar zeehonden PTS zouden kunnen oplopen een zeehond bevindt is daarom verwaarloosbaar. Bij toepassen van een geluidnorm wordt deze kans alleen maar kleiner.

#### Effecten van aanleg op bruinvissen Kavel VI alternatief

Voor wat betreft de effecten op bruinvissen zijn de beide liggingen voor kavel VI van windenergiegebied Hollandse Kust (west) niet onderscheidend.

#### Effecten van aanleg op zeehonden Kavel VI alternatief

Voor de alternatieve ligging zijn vergelijkbare berekeningen voor zeehonden uitgevoerd als voor de voorkeursligging. De resultaten zijn opgenomen in onderstaande tabellen. Omdat de alternatieve ligging zuidelijker is gelegen en daarmee verder van de ligplaatsen van zeehonden ligt dan de noordelijke voorkeursligging, zijn de effecten gemiddeld iets kleiner. De beoordeling van de effecten van de alternatieve ligging zijn dan ook gering positiever dan de effecten van de voorkeursligging.

Tabel 7.15 Schatting van de gevolgen van heien voor de aanleg van alternatief 1 (76 funderingen)

Alternatief 1 (76 turbines)	Jan – apr	Mei – jul	Sep – dec
Verstoringscontour (km <sup>2</sup> )	224	224	224
Zeehonden binnen contour (n)	5 – 5	2	2 – 3
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,04 – 0,05	0,02	0,02
Dierversoringsdagen	379 – 433	213 – 317	145 – 165
Totaal aantal zeehonden verstoord	5 – 406	2 – 155	3 – 191
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,04 – 3,3	0,02 – 1,3	0,02 – 1,5

Tabel 7.16 Schatting van de gevolgen van heien voor de aanleg van alternatief 2 (47 funderingen)

Alternatief 2 (47 turbines)	Jan – apr	Mei – jul	Sep – dec
Verstoringscontour (km <sup>2</sup> )	224	224	224
Zeehonden binnen contour (n)	5 – 6	2	2 – 3
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,04 – 0,05	0,02	0,02
Dierversoringsdagen	235 – 268	90 – 102	165 – 253
Totaal aantal zeehonden verstoord	9 – 437	3 – 164	111 – 126
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,04 – 2,0	0,02 – 0,8	0,02 – 1,0

#### Effecten van exploitatie

##### Draaiende windturbines

De laatste jaren is op grond van de resultaten van veldstudies rond operationele windparken duidelijk geworden dat het met draaiende windturbines gepaard gaande onderwatergeluid geen waarneembare invloed heeft op de aanwezigheid van mariene organismen, waaronder vissen en zeezoogdieren (zie o.a. Scheidat e.a., 2012; Brasseur e.a., 2012; Van Hal e.a., 2012)<sup>37</sup>. Dit is geheel in lijn met de conclusies die in de passende beoordelingen van 2008 op grond van theoretische overwegingen zijn getrokken.

##### Onderwatergeluid als gevolg van vaartuigen

In de bedrijfsfase zal het windpark regelmatig worden bezocht door werkschepen die worden ingezet voor onderhoud- en reparatiewerkzaamheden. Deze schepen produceren onderwatergeluid dat door zeezoogdieren en vissen zal worden gehoord. Het is niet uit te sluiten dat zij tot op enkele honderden meters worden gemeden (m.n. door zeezoogdieren).

##### Effect van straling

Er zijn geen aanwijzingen dat zeehonden magnetische velden waarnemen (Tricas & Gill, 2011). Walvissen en dolfijnen, waar de bruinvissen toe behoren, gebruiken magnetisme om zich te oriënteren en te navigeren. Voor alle soorten walvissen en dolfijnen wordt verondersteld dat zij veranderingen in het magnetische veld vanaf 0.05  $\mu$ T waarnemen (Kirschvink 1990). Veranderingen in het magnetische veld kunnen tot oriëntatie problemen leiden, waardoor migratie verstoord kan worden (Tricas & Gill, 2011).

<sup>37</sup> Uit deze studies blijkt dat binnen korte tijd na het beëindigen van de aanlegwerkzaamheden weer zeezoogdieren in het windpark worden waargenomen. Een uitzondering hierop vormt het windpark Nysted waar de bruinvisactiviteit in het windpark 10 jaar na de aanleg nog steeds niet op het niveau van de 'baseline' is. De achterliggende oorzaken hiervoor zijn niet geheel duidelijk.

Er is in 2015 een overzicht gemaakt voor de Europese Commissie (Thomson, 2015), dat duidelijk aangeeft dat er over het effect en de drempelwaarden van elektromagnetische velden alleen kennisleemtes bestaan. Voor het windpark is alleen de parkbekabeling relevant, waarvoor een kabel met een maximale spanning van 66kV wordt gebruikt. Verondersteld kan worden dat het effect gering zal zijn, daar in het geval van een 22kV kabel sprake is van een maximale waarnemingsafstand van ca. 15 meter (Passende Beoordeling transmissiesysteem op zee, Borssele, 2015).

De effecten van de exportkabel naar het elektriciteitsnet op land worden in een separaat MER beoordeeld, behorende bij het besluit Net op Zee voor de Hollandse Kust (noord) en (west-beta).

#### Effecten van verwijdering

Over de eventuele effecten tijdens de ontmantelingsfase zijn nog geen gegevens vanuit de praktijk voorhanden. Algemeen wordt aangenomen dat deze fase leidt tot dezelfde typen tijdelijke verstoring als tijdens de aanlegfase (scheepvaartverkeer en bodemberoering), met uitzondering van de effecten van heien. Verwijdering vindt mogelijk plaats door de monopalen op een diepte van circa 6 meter onder de zeebodem door te zagen en het gedemonteerde deel af te voeren. Het onderwatergeluid dat daarbij ontstaat zal naar verwachting niet de hoge niveaus van het heien van de palen bereiken. Onbekend is welke niveaus wel aan de orde zullen zijn.

Naar verwachting komt tijdelijk een slibpluim en opgewerveld zand vrij dat een tijdelijk negatief effect kan hebben op de foerageermogelijkheden voor zeezoogdieren in de directe omgeving van de werkzaamheden. Afgezet tegen de omvang van het totale leefgebied van zeezoogdieren en gezien het tijdelijke karakter is dit een verwaarloosbaar klein effect.

## 7.5 Effectbeoordeling

### 7.5.1 Bodemdieren

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 Hollandse Kust (west). In Tabel 7.16 wordt een samenvatting gegeven van effectbeoordeling. Echter geen van de soorten die hier behandeld worden heeft instandhoudingsdoelstellingen in Natura 2000-gebieden. Effecten in het kader van Natura 2000 doelen zijn daarmee uitgesloten. Effecten in het kader van de soortenbescherming worden weergegeven in bijlage 7.

**Tabel 7.17 Effectbeoordeling van effecten van de twee liggingen voor Kavel VI in windenergiegebied Hollandse Kust (west) op bodemdieren.**

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	76 * 10 MW	48 *16 MW
- bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0



### Effecten van aanleg

Er zijn weinig onderbouwde meetreeksen waarbij effecten van de aanleg van een windpark op zee op het benthos is gekwantificeerd. Tijdens de constructiefase wordt een beperkt areaal zachte (zand)bodem vervangen door een harde bodemstructuur van de windturbinezuilen en beschermende bestorting. De bodemfauna die op deze locaties aanwezig is zal hierbij vernietigd worden. Het areaal aan bodem dat beïnvloedt zal worden 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. Het vervangende harde substraat zal waarschijnlijk snel gekoloniseerd worden door een nieuwe bodemgemeenschap die gedeeltelijk uit dezelfde soorten bestaat die nu in het plangebied aanwezig zijn maar ook uit nieuwe soorten die typerend zijn voor hard substraat. De totale soortdiversiteit van het benthos zal hier waarschijnlijk door toenemen. De effecten van habitatverlies worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Negatieve effecten ten gevolge van geluidseffecten van heiwerkzaamheden op benthos zijn tot op heden nooit aangetoond en niet aannemelijk.

Bodemberoerende activiteiten tijdens de constructiefase kunnen tijdelijk leiden tot vertroebeling van de waterkolom. Verschillende studies tonen echter aan dat typerende bodemsoorten zoals de 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). De benthosmonitoringen in OWEZ en PAWP en referentiegebieden bevestigen dat het effect van de aanleg van een windpark over langere termijn verwaarloosbaar is. Er zijn geen grote veranderingen aangetroffen tussen, voor en na aanleg van OWEZ (Bergman et al. 2012) of PAWP (Lock et al. 2014, Leewis en Klink 2017, Leewis et al. 2018). De effecten van vertroebeling worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-) en zijn voor beide alternatieven gelijk.

### Effecten van exploitatie

Tijdens de operationele fase van het park zullen windturbine zuilen en beschermende bestortingen gekoloniseerd worden door een nieuwe bodemlevensgemeenschap. Sommige soorten komen nu al voor in het plangebied, ander soorten zijn typerend voor hard substraat.

Een deel van de nieuwe substraatgemeenschap kan echter uit exotische soorten komen te bestaan. Uitheemse soorten kunnen inheemse soorten negatief beïnvloeden. Er zijn echter geen specifieke studies bekend die aantonen dat de vestiging van (nieuwe) exoten gefaciliteerd worden door een windpark. Over het algemeen kan er vanuit worden gegaan dat er sprake is van verrijking van de lokale biodiversiteit van de bodemgemeenschap die positieve effecten heeft op andere delen van het ecosysteem (nieuw habitatype, voedsel etc.). Er wordt ervan uit gegaan dat er tijdens de operationele fase van het park geen negatieve effecten zullen optreden op het benthos. De effecten worden dan ook als marginaal positief beoordeeld (+/0) en zijn voor beide alternatieven gelijk.

### Effecten van verwijdering

Tijdens de verwijderingsfase worden de windturbines en bestortingen verwijderd. Naar verwachting zal zich een biodiverse harde substraat benthosgemeenschap op deze structuren

hebben ontwikkeld. Deze benthosgemeenschap zal grotendeel verloren gaan als de structuren worden verwijderd. Geluidseffecten en effecten van vertroebeling tijdens de verwijderingsfase zullen niet anders van aard zijn dan beschreven tijdens de constructiefase. De effecten van het verlies van het nieuw ontstane habitat worden daarmee als negatief beoordeeld (effectbeoordeling: --) indien vergeleken wordt met de tijdens de exploitatiefase ontstane situatie. Refererend aan de nulsituatie worden de effecten als neutraal beoordeeld (0) voor beide alternatieven.

### 7.5.2 Vissen

Op basis van de bestaande kennis wordt verondersteld dat effecten van (de aanleg van) windparken op zee op vispopulaties niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. In dit hoofdstuk wordt een schatting gemaakt van de effecten van windparkontwikkeling in het windenergiegebied Hollandse Kust (west). In Tabel 7.18) wordt een samenvatting gegeven van de effectbeoordeling. Uit de effectanalyse blijkt dat de effecten van beide liggingen voor kavel VI niet onderscheidend zijn. De effectbeoordeling richt zich dan ook alleen op de beoordeling van de effecten van alternatief 1 en 2.

Geen van de vissoorten die hier behandeld worden heeft instandhoudingsdoelstellingen in nabijgelegen Natura 2000-gebieden die in de invloedssfeer van windenergiegebied Hollandse Kust (west) liggen. Effecten in het kader van Natura 2000 doelstellingen zijn daarmee uitgesloten. Effecten op overige soorten worden weergegeven in de 'Soortenbescherming Wet natuurbescherming' bijlage.

**Tabel 7.18 Effectbeoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee liggingen voor Kavel VI in windenergiegebied Hollandse Kust (west) op vissen.**

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	76 * 10 MW	48 * 16 MW
- geluidstrillingen door heien	0/-	0/-
- bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0

#### Effecten van aanleg

Effecten op vissen kunnen onderverdeeld worden in effecten van geluidstrillingen ten gevolge van heiwerkzaamheden, effecten ten gevolge van bodemberoerende werkzaamheden en effecten ten gevolge van verlies aan bodemareaal door het plaatsen van de windturbines en beschermende bestorting op de zeebodem.

Hoewel onderbouwde meetreeksen waarbij effecten op de visgemeenschap ten gevolge van de aanleg van een windpark op zee zeer schaars zijn, lijken de effecten op vis tijdens de constructiefase zeer beperkt te zijn. Experimentele studies naar geluidseffecten van heiwerkzaamheden op vissen en vislarven tonen geen duidelijke (blijvende) schade aan vissen aan, uitsluitend als het geluid op zeer korte afstand plaatsvindt. Negatieve effecten van trillingen die tijdens heiwerkzaamheden worden geproduceerd op vis(populaties) in het plangebied zijn daarmee niet aannemelijk en de effecten worden dan ook als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Daar de effecten marginaal zijn is er geen onderscheid tussen de

alternatieven, echter de effecten van Alternatief 2 zullen nog minder zijn, omdat het totale oppervlak en het aantal turbines veel kleiner is en daarmee het beïnvloede oppervlak.

Bodemberoerende activiteiten tijdens de constructiefase kunnen tijdelijk leiden tot vertroebeling van de waterkolom. Er zijn echter geen studies die duidelijk aantonen dat een dergelijke 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). Bovendien wordt de zeebodem in het plangebied gekenmerkt door betrekkelijk hoge dynamiek met continu zandtransport. De effecten van vertroebeling worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Het plaatsen van de windturbines en het aanbrengen van bestorting gaat gepaard met het verlies aan de nu aanwezige (zand)bodemstructuur. De zachte bodemstructuur wordt hierbij vervangen door een harde bodemstructuur. Vissen met een mobiele levenswijze worden waarschijnlijk nauwelijks beïnvloedt door deze verstoring. De vissen vluchten weg bij aanvang van de werkzaamheden en het verlies aan bodemareaal is zeer klein ten opzichte van het totale aanwezig bodemareaal in dit deel van de Noordzee.

Vissen met een demersale levenswijze hebben doorgaans een minder mobiele levenswijze en verschuilen zich in of tussen ruimtelijke structuren op de zeebodem. In het geval deze structuren aanwezig zijn op de locaties waar de windturbines en bestortingen worden geplaatst, kunnen de individuen geschaad of vernietigd worden. Het aandeel van de populatie van de relevante soorten dat op deze wijze beïnvloedt kan worden is echter zeer beperkt ten opzichte van de totale populatie in dit deel van de Noordzee. Daarnaast ontwikkelt het nieuwe (harde) substraat zich waarschijnlijk snel als geschikt als habitattype voor vissen met een bodemgebonden levenswijze en zal de populatie zich herstellen tot het oorspronkelijke niveau of zelfs toenemen ten opzichte van het oorspronkelijke niveau.

De demersale en pelagische vismonitoringen in OWEZ en PAWP vergeleken met referentiegebieden suggereren dat het effect van de aanleg van een windpark over langere termijn verwaarloosbaar is. Er zijn geen significante verschillen aantoonbaar tussen vispopulaties voor, één en vijf jaar na de aanleg van OWEZ (Hal et al. 2012) of vijf jaar na de aanleg van PAWP (Van Hal 2013; 2014). Aangezien o.a. waterdiepte en geomorfologie van de zeebodem in het OWEZ en PAWP (Hollandse Kust Noord) overeenkomen met het plangebied Hollandse Kust West, wordt aangenomen dat ook de visgemeenschappen en mogelijke effecten hierop vergelijkbaar zullen zijn.

De effecten van habitatverlies worden als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Daar de effecten marginaal zijn is er geen onderscheid tussen de alternatieven, echter de effecten van Alternatief 2 zullen nog minder zijn, omdat het totale oppervlak van de turbines veel kleiner is. Daarnaast zal het marginaal negatieve effect van habitatverlies voor structuur-bewonende soorten op de bodem ruimschoots worden gecompenseerd tijdens de operationele fase.

#### Effecten van exploitatie

Tijdens de operationele fase zijn geen negatieve effecten op vissen te verwachten. Bodemberoerende visserij in het plangebied wordt uitgesloten, dit zal mogelijk een marginaal positief effect hebben op de vispopulatie in het gebied. De onderwaterstructuren van de windturbines en de bestorting hebben ook een marginaal positief effect op vissen (als voedselbron en schuil- en foerageerhabitat). De effecten worden als marginaal positief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/+).

#### Effecten van verwijdering

Tijdens de verwijderingsfase worden de windturbinefunderingen 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. Daarnaast zullen andere vissoorten (met een pelagische levenswijze) die foerageren rondom de windturbines blootgesteld worden aan een lager voedselaanbod en verhoogde predatiedruk. Geluidseffecten en effecten van vertroebeling tijdens de verwijderingsfase zullen niet anders van aard zijn dan beschreven tijdens de constructiefase. De effecten van het verlies van het nieuw ontstane habitat worden als zeer negatief beoordeeld (effectbeoordeling: -) indien vergeleken wordt met de tijdens de exploitatiefase ontstane situatie. Refererend aan de nulsituatie worden de effecten als neutraal beoordeeld (0).

### 7.5.3 Zeezoogdieren

#### Effecten van aanleg

Tijdens de aanleg treden effecten op vanwege het onderwatergeluid dat ontstaat door heideactiviteiten voor zowel bruinvissen als zeehonden. Tijdens het heien kunnen meerdere dieren verstoord worden, door zich binnen de geluidscoutour te 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. 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.

Voor wat betreft bruinvissen is er sprake van een neutrale score (0) voor beide alternatieven ten aanzien van het verstoord oppervlak, aangezien voldaan wordt aan de geluidsnorm uit het KEC 3.0. Wat betreft het aantal verstoorde dieren scoren beide alternatieven licht negatief (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/-). De beide liggingen voor Kavel VI verschillen onderling niet in de effectbeoordeling.

Voor wat betreft zeehonden scoren beide alternatieven tevens neutraal (0) ten aanzien van het verstoord oppervlak. Ten aanzien van het aantal zeehonden binnen dit verstoord oppervlak scoren beide alternatieven licht negatief (0/-). Voor wat betreft het aantal dierverstoringsdagen scoren zowel alternatief 1 als alternatief 2 tevens 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.

#### Effecten van exploitatie

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 als gevolg van de aanwezigheid van werkschepen in het windpark op zeezoogdieren als verwaarloosbaar ingeschat en scoort neutraal (0).

#### Effecten van verwijdering

Voor wat betreft verwijdering wordt een beperkt negatief effect verwacht (score 0/-) vanwege het optreden van onderwatergeluid tijdens verwijdering van de fundaties van de windturbines.

#### Onderscheidende effecten tussen de beide liggingen voor Kavel VI

De alternatieve ligging voor Kavel VI is niet onderscheidend ten aanzien van de effecten op bruinvissen. Ten aanzien van de effecten op zeehonden door onderwatergeluid tijdens de aanleg is dit effect gering positiever, zij het van verwaarloosbare aard. De beoordeling is dan ook niet onderscheidend tussen beide liggingen.

### 7.5.4 Conclusie effectbeoordeling

De toetsing aan de gebiedsbescherming uit de Wet natuurbescherming gebeurt in bijlage 6. De toetsing aan de soortenbescherming in bijlage 7.

Tabel 7.19 Effectbeoordeling onderwaterleven.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Kavel VI		Kavel VI (alternatief)	
		Alt. 1	Alt. 2	Alt. 1	Alt. 2
Effecten bij aanleg, gebruik en verwijdering op: Biodiversiteit Recruitment Dichtheden/biomassa Bijzondere soorten	Bodemdieren				
	Bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-	0/-	0/-
	Habitatverlies	0	0	0	0
	Vissen				
	Geluid/trillingen	0/-	0/-	0/-	0/-
	Bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-	0/-	0/-
	Habitatverlies	0	0	0	0
Zeezoogdieren					
Aanleg	Verstoord oppervlak (km <sup>2</sup> )	0	0	0	0

Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	Aantal verstoorde dieren	0/-	0/-	0/-	0/-
	Dierversoringsdagen	0/-	0/-	0/-	0/-
	Aantal aangetaste dieren	0/-	0/-	0/-	0/-
	Populatie-effecten (Noordzee)	0/-	0/-	0/-	0/-
Fysieke aantasting					
Gebruik					
Verstoring door geluid en trillingen turbines	Verstoord oppervlak (km <sup>2</sup> )	0	0	0	0
	Aantal verstoorde dieren	0	0	0	0
Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)	Verstoord oppervlak (km <sup>2</sup> )	0	0	0	0
	Aantal verstoorde dieren	0	0	0	0
Verwijdering					
Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	Verstoord oppervlak (km <sup>2</sup> )	0/-	0/-	0/-	0/-
	Aantal verstoorde dieren	0/-	0/-	0/-	0/-

## 7.6 Mitigerende maatregelen

### 7.6.1 Bodemdieren en vissen

Op de monopiles en bestortingen zal zich waarschijnlijk een biodiverse gemeenschap ontwikkelen die uit een hoog aantal en dichtheid benthos- en vissoorten bestaat. Deze gemeenschap gaat verloren bij verwijdering.

Voor het verwijderen van de monopiles 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 toegestaan, kunnen dergelijke materialen na de operationele fase worden achtergelaten en een langdurige functie hebben voor de benthos- en visgemeenschap op de het substraat. De afbraak en integratie van het materiaal zal geleidelijk gaan waardoor de aanwezige gemeenschap zich kan aanpassen of kan herstellen (bijv. meegroeïende 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

### 7.6.2 Zeezoogdieren

Vanwege de toepassing van de norm, zoals ingegeven door het KEC 3.0, is er geen sprake van (verdere) mitigerende maatregelen voor zeezoogdieren.

## 7.7 Cumulatieve effecten

### 7.7.1 Bodemdieren en vissen

#### Algemeen

De effecten op benthos en vissen zijn over algemeen zodanig klein dat er weinig verschil is in overall effecten van de verschillende alternatieven en/of windparken. Het totale areaal aan bodemoppervlak dat beïnvloed wordt is verwaarloosbaar ten opzichte van het totale beschikbare bodemareaal in het betreffende deel van de Noordzee. Daarnaast komen in dit deel van de Noordzee geen soorten benthos of vissen voor met een zeer beperkte verspreiding of kleine populatieomvang waardoor verlies aan individuen of leefgebied een significante invloed op de totale populatie kan hebben.

De komst van windturbines zal waarschijnlijk in een positief effect op de biodiversiteit van de benthos- en visgemeenschap resulteren omdat nieuwe (hard substraat) habitattypes worden aangebracht.

Een belangrijke opmerking bij deze conclusie is het feit dat er weinig praktijkstudies zijn die mogelijke effecten gekwantificeerd hebben. Uitgaande van de vis- en benthosmonitoringen van het offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ) en referentiegebieden lijkt de aanleg van een windpark over langere termijn verwaarloosbaar op de benthos- en visgemeenschap (Bergman et al., 2012; Hal et al., 2012). Cumulatieve effecten ten gevolge van meerdere windparken en/of een hoger aantal turbines zullen hierin waarschijnlijk niet wezenlijk van verschillen.

#### Mogelijk toekomstige schaalvergroting offshore wind

De mogelijke schaalvergroting in offshore wind voor 2030 en 2050 in de zuidelijke Noordzee zal waarschijnlijk op fundamentele manieren invloed hebben op het ecologisch functioneren van de Noordzee. Dit is in theorie bevestigd in een onderzoek dat is uitgevoerd door Deltares (Boon et al., 2018). Grootschalige winning van windenergie uit het onderste deel van de atmosfeer kan lokale windpatronen, golfopwekking, getijdenamplitude, gelaagdheid van de waterkolom, dynamiek van zwevende deeltjes en zandtransport beïnvloeden. Bovendien biedt de infrastructuur hard substraat, niet alleen op de bodem (erosiebescherming), maar biedt het ook bevestigingsmogelijkheden voor organismen in de bovenste lagen van de waterkolom. Dergelijke veranderingen in de fysieke aspecten van de Noordzee kunnen gevolgen hebben voor de ecologie, zoals veranderingen in de totale hoeveelheid en de timing van primaire productie, voedselbeschikbaarheid voor filtervoeders en de hogere trofische niveaus en habitatgeschiktheid voor velen soorten.

Op basis van het rapport zijn recent de volgende vervolgonderzoeken via Wozep in gang gezet:

1. Parameterisatie van offshore windparken op basis van bestaande wetenschappelijke artikelen en data;
2. Inbouwen parameterisatie in hydro-morfodynamische modellen;
3. Modelruns met hydro-morfodynamische modellen en (inter)-nationale toekomstscenario's offshore windenergie;
4. Op basis van (inter)-nationale toekomstscenario's en daarbij horende hydro-morfodynamische modeloutput ecologische effecten van prioritaire soorten in kaart brengen.

Indien er onverhoopt andere soorten worden aangetroffen in een plangebied dan die in de huidige studie zijn beschouwd, bijv. soorten met een meer kritische verspreiding, ecologie of leefwijze, kunnen (cumulatieve) effecten wel een rol gaan spelen.

#### Faciliteren vestiging exoten

Een uitzondering vormen de mogelijke effecten van de komst van windturbines op zee op de vestiging van exoten. Naarmate er meer (of grotere) windparken op zee komen, zal dit resulteren in een groter areaal aan beschikbaar hard substraat oppervlak ten gevolge van turbinezuilen, beschermende bestortingen en verhoging van het aantal scheepvaartbewegingen. Dit kan de kolonisatie faciliteren/versnellen van dit deel van de Noordzee door exotische marine fauna die geassocieerd is met harde substraten. De windparken kunnen hierbij fungeren als 'stepping stone' terwijl het toegenomen aantal scheepvaartbewegingen kan fungeren als transport vector. Meer windparken en/of een hoger aantal turbines per windpark vergroot de kans op vestiging van nieuwe exoten geassocieerd met hard substraat. De vestiging van nieuwe exotische soorten kan mogelijk leiden tot economische en ecologische schade (bijv. Japanse oester). In hoeverre dit daadwerkelijk optreedt in windparken is tot op heden nooit onderzocht.

### 7.7.2 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. Het betreft de volgende geluidsbronnen:

- Apparatuur die wordt gebruikt voor geofysisch onderzoek in het plangebied (seismische surveys);
- Apparatuur voor het in de zeebodem verankeren van de fundering van de TenneT-platforms Hollandse Kust (west Alpha) en Hollandse Kust (west Beta);
- Apparatuur voor het in de zeebodem verankeren van de turbinefunderingen.

Mogelijke effecten van continu geluid (w.o. scheepsgeluid en geluid van operationele windparken) en de effecten van andere bronnen van impulsief geluid (sonar, explosies en seismische surveys voor olie en gas) zijn buiten beschouwing gebleven.

#### Scenario's

Voor het berekenen van de cumulatieve effecten mét toepassing van de gedifferentieerde geluidsnormen, zijn voor de constructie windturbines in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) de volgende 3 scenario's beschouwd:

- Hollandse Kust (west): aanleg van beide kavels in de periode januari – mei (1 paal per 24 uur), constructie TenneT-platforms in de periode januari – mei (worst case), seismisch vooronderzoek volgens het KEC 3.0 scenario (zie Heinis e.a. 2019);
- Hollandse Kust (west): aanleg van beide kavels in de periode juni – augustus (1 paal per 24 uur), constructie TenneT-platform in de periode januari – mei (worst case), seismisch vooronderzoek volgens het KEC 3.0 scenario (zie Heinis e.a. 2019);
- Hollandse Kust (west): aanleg van beide kavels in de periode september – december (1 paal per 24 uur), constructie TenneT-platform in de periode januari – mei (worst case), seismisch vooronderzoek volgens het KEC 3.0 scenario (zie Heinis e.a. 2019).



In de berekeningen van cumulatieve effecten is er worst case van uitgegaan dat er voor de windturbines per etmaal één fundering wordt geheid en dat er dus geen sprake is van overlappende verstoringoppervlakten (waardoor het totale aantal dierverstoringsdagen afneemt). De TenneT-platforms hebben een zogenaamde jacketfundering, die met 6 palen in de zeebodem wordt verankerd. Er wordt conform het KEC 3.0 van uitgegaan dat deze met een heienergie van 2.000 kJ worden geheid en dat per dag 1 paal wordt geheid. Tijdens het heien van een jacket-paal zal vanaf een gegeven moment de paal zo ver de bodem in gaan dat de geleiding van het geluid hierdoor zal afnemen; omdat de paal niet meer de hele waterkolom zal overbruggen. Conform de door TNO uitgevoerde berekening voor de transformatorplatforms voor windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) is ervan uitgegaan dat de paal gedurende de gehele heitijd het geluid over de hele waterkolom uitstoot (de Jong en Binnerts, 2016).

In het kader van het KEC 3.0 is ook inschatting gemaakt van de mogelijke effecten van het geofysisch onderzoek dat wordt uitgevoerd in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) en rond het geplande tracé voor de zeekeblen. De resultaten van die berekeningen zijn hier overgenomen. Voor de daarbij gehanteerde uitgangspunten wordt verwezen naar bijlage 5.

### Cumulatieve effecten op populaties van zeezoogdieren

#### Bruinvissen

De resultaten van de berekening van de cumulatieve effecten van impulsief geluid op bruinvissen door het aanleggen van de windturbines in de kavels VI en VII van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) in twee alternatieve opstellingen, de bijbehorende TenneT-platforms en het daarvoor benodigde seismische onderzoek zijn opgenomen in Tabel 7.20 en Tabel 7.21

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 minimaal 95% van de destijds vastgestelde omvang blijft, d.w.z. 51.000 dieren. Door het impulsief geluid dat gepaard gaat met de constructie van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (west) neemt de bruinvispopulatie op het NCP met grote zekerheid (95%) met niet meer dan 103 dieren af, wat overeenkomt met 0,2% van deze populatie. Deze maximale waarde kan worden bereikt als alle werkzaamheden in de periode januari – mei plaatshebben, wanneer de bruinvisdichtheid relatief hoog is.

De conclusie dat significante gevolgen voor de bruinvispopulatie zijn uit te sluiten.

**Tabel 7.20 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op bruinvissen op het NCP door de constructie van windturbines in kavel VI en VII van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) (alternatief 1 = 76 turbines per kavel), twee TenneT-platforms (Alpha en Beta) en het benodigde seismische vooronderzoek in het plangebied.**

	Impulsdagen	Dierverstoringsdagen	Populatiereductie (5 <sup>e</sup> percentiel)	
			aantal dieren	% NCP

Seismisch vooronderzoek	42	1.484		
Constructie platforms	12	11.325		
Aanleg funderingen HKW				
Januari – mei	152	118.085		
Juni – augustus	152	114.318		
September – december	152	72.718		
Totaal NCP	Minimaal	85.528	62	0,1
	Maximaal	130.895	103	0,2

Tabel 7.21 Als voorgaande tabel voor alternatief 2 = 47 turbines per kavel

	Impulsdagen	Dierverstorings-dagen	Populatiereductie (5 <sup>e</sup> percentiel)	
			aantal dieren	% NCP
Seismisch vooronderzoek	42	1.484		
Constructie platforms	12	11.325		
Aanleg funderingen HKW				
Januari – mei	94	73.026		
Juni – augustus	94	70.697		
September – december	94	44.971		
Totaal NCP	Minimaal	57.780	39	0,1
	Maximaal	85.836	63	0,1

### Zeehonden

Voor zeehonden zijn geen aparte berekeningen voor de omvang van het verstoorde oppervlak door seismisch onderzoek gedaan. Er is daarom uitgegaan van de resultaten van de berekeningen voor bruinvissen die in het kader van het KEC 3.0 zijn gedaan (zie Heinis e.a. 2019). Hiermee worden eventuele effecten op zeehonden overschat, aangezien zeehonden minder gevoelig op onderwatergeluid reageren en bovendien ook minder gevoelig zijn voor de relatief hoogfrequente componenten in de signalen van de ingezette apparatuur (zie bijlage 5).

De resultaten van de berekeningen van de gecumuleerde effecten van de constructie van de voorkeursligging van kavel VI en kavel VII staan in Tabel 7.22 en Tabel 7.23. Naar analogie van de eerder gepresenteerde berekeningen voor Hollandse Kust (west) is ook een bandbreedte gegeven van het aantal mogelijk verstoorde zeehonden nadat alle funderingen, inclusief de funderingen voor de TenneT-platforms zijn geheid én het seismische vooronderzoek in het plangebied voor Hollandse Kust (west) en langs het kabeltracé is uitgevoerd. Voor de ondergrens is van volledige plaatstrouw uitgegaan, wat betekent dat steeds dezelfde zeehonden op de dagen dat de werkzaamheden worden uitgevoerd worden verstoorde. Voor de bovengrens is het gemiddeld aantal verstoorde zeehonden per geheide fundering vermenigvuldigd met het aantal geheide funderingen. Hier is er dus van uitgegaan dat steeds andere zeehonden worden verstoorde. Voor het beoordelen van een eventueel effect op de populatie is het aannemelijk dat de eerstgenoemde situatie maatgevend is, aangezien een meerdere malen verstoorde dier in zijn normale functioneren meer wordt beïnvloed dan een dier dat eenmalig wordt verstoorde.

Voor het berekenen van de effecten van het seismisch onderzoek in het windenergiegebied Hollandse kust (west) is de gemiddelde dichtheid van de zeehonden vermenigvuldigd met het verstoorde oppervlak (i.e. 84 km<sup>2</sup>) als wordt uitgegaan van volledige plaatstrouw. Dit getal is vermenigvuldigd met het aantal verstoringdagen (i.e. 2 x 12 = 24) voor de berekening van het aantal eenmalig verstoorde dieren. Voor de verstoring van zeehonden langs het kabeltracé is een vergelijkbare berekening uitgevoerd. Voor deze surveys is uitgegaan van een verstoord oppervlak van 33 km<sup>2</sup> en 18 (2 x 9) verstoringdagen.

Uit de resultaten blijkt dat het bij de werkzaamheden voor de aanleg van twee kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (west) geproduceerde impulsieve geluid maximaal 0,3% van de Nederlandse populatie gewone zeehonden meerdere malen verstoort.

De conclusie is dat cumulatieve effecten van de constructie van deze twee kavels, inclusief de aanleg van twee TenneT-platforms en het uitvoeren van seismisch vooronderzoek in het windenergiegebied en langs het tracé van de zeekeblen op populatie van gewone zeehonden zijn uit te sluiten:

- Afgezet tegen de totale Nederlandse populatie gewone zeehonden is het aantal mogelijk beïnvloede dieren beperkt;
- De omvang van het beïnvloede gebied is gering ten opzichte van het totale leefgebied, waardoor er geen sprake zal zijn van 'verdichtingseffecten' (competitie om voedsel e.d.);
- De minimale afstand tussen de buitenrand van de verstoringcontour en de kust is dermate groot dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd;
- Het effect is tijdelijk (1 dag per fundering, waarin ca. 2 uur per dag wordt geheid).

De cumulatieve effecten op gewone zeehonden zijn iets kleiner, maar eveneens zeer beperkt. In alle gevallen zijn de effecten op grijze zeehonden kleiner dan die op gewone zeehonden, omdat de populatie kleiner is (en de totale aantallen op het NCP ook).

**Tabel 7.22 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op zeehonden op het NCP door de constructie van winturbines in kavels VI (voorkeursligging) en VII van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) (alternatief 1 = 76 windturbines per kavel), de twee TenneT- platforms en het daarvoor benodigde seismische vooronderzoek. Het betreft gemiddelde waarden voor de onderzochte paalposities.**

	Impulsdagen	Aantal dieren meermalen verstoord	Aantal dieren eenmalig verstoord	% NCP
Seismisch vooronderzoek	42	5	110	<0,1 – 0,9
Constructie platform	12	11	66	<0,1 – 0,5
Aanleg funderingen HKW				
Januari – april	152	15	1.139	0,1 – 9
Mei – juli	152	6	430	<0,1 – 3
September – december	152	7	541	0,1 – 4
Cumulatief minimaal (volledige plaatstrouw, dieren meerdere malen verstoord)				0,1 – 0,3
Cumulatief maximaal (steeds andere dieren verstoord)				3 – 11

Tabel 7.23 Als voor (alternatief 2 = 47 windturbines per kavel)

	Impulsdagen	Aantal dieren meermalen verstoord	Aantal dieren eenmalig verstoord	% NCP
Sesimisch vooronderzoek	42	5	110	<0,1 – 0,9
Constructie platform	12	11	66	<0,1 – 0,5
Aanleg funderingen HKW				
Januari – april	94	15	704	0,1 – 6
Mei – juli	94	6	266	<0,1 – 2
September – december	94	7	344	0,1 – 3
Cumulatief minimaal (volledige plaatstrouw, dieren meerdere malen verstoord)				0,1 – 0,3
Cumulatief maximaal (steeds andere dieren verstoord)				2 – 7

Tabel 7.24 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op zeehonden op het NCP door de constructie van windturbines in kavel VI (alternatieve ligging) en VII van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) (alternatief 1 = 76 windturbines per kavel), de twee TenneT- platforms en het daarvoor benodigde seismische vooronderzoek. Het betreft gemiddelde waarden voor de onderzochte paalposities.

	Impulsdagen	Aantal dieren meermalen verstoord	Aantal dieren eenmalig verstoord	% NCP
Sesimisch vooronderzoek	42	5	110	<0,1 – 0,9
Constructie platform	12	11	66	<0,1 – 0,5
Aanleg funderingen HKW				
Januari – april	152	11	839	0,1 – 7
Mei – juli	152	4	320	<0,1 – 3
September – december	152	5	394	<0,1 – 3
Cumulatief minimaal (volledige plaatstrouw, dieren meerdere malen verstoord)				0,1 – 0,2
Cumulatief maximaal (steeds andere dieren verstoord)				3 – 8

Tabel 7.25 Als voor (alternatief 2 = 47 windturbines per kavel)

	Impulsdagen	Aantal dieren meermalen verstoord	Aantal dieren eenmalig verstoord	% NCP
Sesimisch vooronderzoek	42	5	110	<0,1 – 0,9
Constructie platform	12	11	66	<0,1 – 0,5
Aanleg funderingen HKW				
Januari – april	94	11	519	0,1 – 4
Mei – juli	94	4	198	<0,1 – 2
September – december	94	5	244	<0,1 – 2

Cumulatief minimaal (volledige plaatstrouw, dieren meerdere malen verstoord)	0,1 – 0,2
Cumulatief maximaal (steeds andere dieren verstoord)	2 – 6

### Cumulatieve effecten Wind op zee op het NCP (2016 – 2030)

Voor het KEC 3.0 zijn voor de periode 2016 – 2030 de cumulatieve effecten van impulsief geluid op de bruinvispopulatie op het NCP berekend van de constructie van windparken op zee. Er is daarbij ook rekening gehouden met de aanleg van de TenneT-platforms en het uitvoeren van het benodigde seismische onderzoek. Voor de windparken uit het Energieakkoord is ervan uitgegaan dat de in de (ontwerp)kavelbesluiten vastgelegde, naar seizoen en aantal turbines gedifferentieerde geluidsnormen worden toegepast. Voor de windparken van de routekaart windenergie op zee 2030 is uitgegaan van één universele geluidsnorm van SELss (750 m) = 168 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ . Het in Tabel 7.26 weergegeven scenario leidt tot in het totaal 807.969 bruinvisverstoringdagen. Dit leidt tot een kans van 5% op een reductie van de bruinvispopulatie na 2030 van 865 dieren (= ca. 1,7% van de bruinvissen op het NCP).

**Tabel 7.26 Bruinvisverstoringdagen ten gevolge van de aanleg van de windparken van het Energieakkoord met toepassen van de in (ontwerp) kavelbesluiten vastgelegde geluidnorm voor heien in het voorjaar en de windparken na 2023 met toepassen van één uniforme geluidnorm van SELss = 168 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  (750 m) voor zowel de turbinefunderingen (voor 10 MW turbines) als de transformatorplatforms.**

id	Naam	jaar	Capaciteit (MW)	Geschat aantal turbines	norm [dB]	Bruinvis verstoringdagen
42	Tender 2015 – Borssele I/II	2020	752	94	163	16.824
43	Tender 2016 – Borssele III/IV	2020	732	79	163	24.160
44	Tender 2017 – Hollandse Kust (zuid) I/II	2021	752	94	165	34.633
45	Tender 2018 – Hollandse Kust (zuid) III/IV	2021	752	94	165	32.667
47	Tender 2019 – Hollandse Kust (noord) V	2023	760	95	165	38.289
Totaal verstoringdagen a.g.v. heien turbinefunderingen Energieakkoord						146.572
48	Hollandse Kust (west) VI	2024	760	76	168	58.193
51	Hollandse Kust (west) VII	2025	760	76	168	59.892
53	Ten noorden van Waddeneilanden I	2026	760	76	168	126.016
55	IJmuiden Ver I	2027	1000	100	168	77.291
57	IJmuiden Ver II	2028	1000	100	168	77.291
59	IJmuiden Ver III	2029	1000	100	168	86.087
60	IJmuiden Ver IV	2030	1000	100	168	86.087
Totaal verstoringdagen a.g.v. heien turbinefunderingen na 2023						570.858
Totaal verstoringdagen a.g.v. heien platforms						70.801
Totaal verstoringdagen a.g.v. geofysische surveys						19.738
<b>TOTAAL BRUINVISVERSTORINGSDAGEN</b>						<b>807.969</b>
Populatiereductie volgens benaderingsformule (5% kans)						865

## 7.8 Leemten in kennis

### 7.8.1 Vissen

Voor vissen is al veel onderzoek uitgevoerd naar de effecten van onderwatergeluid op vissen (Bolle et al, 2012, Debusschere et al. 2012, 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. De omvang van de effecten (sterfte) is daarnaast dusdanig klein dat het effect van heigeluid m.b.t. sterfte niet als wezenlijke kennisleemte wordt beschouwd. Wel dient het aanbeveling om aanvullend onderzoek uit te voeren naar de gevolgen van onderwatergeluid op vissoorten met een gesloten zwemblaas.

In het kader van het Wind op Zee Ecologisch Programma (Wozep) wordt onderzoek verricht naar de optredende effecten van straling, veroorzaakt door de elektriciteitskabels van het windpark, alsmede de transportkabels van het Net op zee.

Er is een algemeen beeld over het voorkomen van vissen op het NCP. Gezien het beperkte effect op vispopulaties is nader inzicht in het voorkomen van vissen op het NCP geen prioriteit.

Specifieke kennisleemten met betrekking tot windparken bestaan vooral ten aanzien van soort en omvang van veranderingen van de visfauna op de langere termijn als gevolg van het instellen van beperkingen voor de visserij en het aanbrengen van harde structuren. Ook worden in het kavelbesluit van windenergiegebied Hollandse Kust (west) 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.

### 7.8.2 Zeezoogdieren

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 als gevolg van een min of meer bekende variatie, maar ook als gevolg van het feit dat over een bepaalde parameter weinig of vrijwel niets bekend is. In de volgende paragrafen worden deze kennisleemten toegelicht.

#### Drempelwaarde voor verstoring of gedragsverandering

- De berekende effectafstanden zijn sterk afhankelijk van de gekozen discrete drempelwaarde. Op grond van resultaten van onderzoek onder gecontroleerde omstandigheden en in het veld is gebleken dat de drempelwaarde kan liggen tussen SELs = 136 en 145 dB re 1 $\mu$ Pa<sup>2</sup>s (Kastelein e.a. 2013; BMU 2013; Diederichs e.a. 2014; Brandt e.a. 2018). Het betreft breedband en ongewogen geluidsniveaus. Het meest uitgebreide onderzoek is door Brandt e.a. (2018) uitgevoerd en betrof onderzoek naar de effecten van heigeluid op bruinvissen tijdens de constructie van de eerste zeven Duitse windparken. In deze studie werd een significante afname van de aanwezigheid van bruinvissen gevonden

bij breedband en ongewogen geluidsniveaus van meer dan 143 dB re 1  $\mu\text{Pa}2\text{s}$ . De voor het MER Hollandse Kust (west) gekozen drempelwaarde van SELss = 140 dB re 1  $\mu\text{Pa}2\text{s}$  is daarom mogelijk aan de voorzichtige kant. Als een hogere waarden van SELss = 143 dB re 1  $\mu\text{Pa}2\text{s}$  in de berekeningen zou zijn gebruikt, zou het verstoorte oppervlak en daarmee ook het aantal bruinvisverstoringsdagen ongeveer 30 – 40% kleiner zijn (Heinis e.a. 2019).

- 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 3.0 beschikbare gegevens lieten het echter niet toe duidelijke conclusies te trekken over de noodzaak daartoe. Tougaard e.a. (2015) hebben er 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). 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 veel kleinere voorspelde verstoringsoppervlakken leiden, omdat deze gewogen SELss effectiever mitigeren dan ongewogen SELss (Dähne e.a. 2017).

#### **Kwantificeren van het aantal verstoorte dieren en dierverstoringsdagen**

Het aantal verstoorte dieren wordt berekend door het geschatte verstoringsoppervlak (oppervlakte binnen contour waar de, in met AQUARIUS versie 4.0 gegenereerde geluidskaarten de drempelwaarde voor verstoring wordt overschreden) te vermenigvuldigen met de geschatte (niet door onderwatergeluid verstoorte) dierdichtheid in dat gebied voor de tijd van het jaar waarin de verstoring plaatsvindt.

- De bandbreedte rond de dichtheidsschattingen voor bruinvissen is vrij groot en bedraagt ongeveer 50%. Verder is nog vrijwel niets bekend over eventuele seizoens-afhankelijke migratiepatronen, locatietrouw en mogelijke sexe- en leeftijd-specifieke variatie hierin. Hoewel in Deense wateren (zender)onderzoek loopt, waardoor voor individuele dieren meer informatie beschikbaar komt (e.g. Sveegaard, 2011, Nielsen e.a. 2018), zal deze leemte voor de Noordzee niet op korte termijn worden opgevuld. Hierdoor blijft het lastig een nauwkeuriger schatting te maken van het aantal dieren die in verschillende seizoenen worden beïnvloed.
- Voor het NCP is door WMR op basis van telemetriegegevens een, voor de berekeningen gebruikte kaart gemaakt met de ruimtelijke variatie in de dichtheid van gewone zeehonden (Aarts e.a. 2016). Voor grijze zeehonden is een dergelijke kaart ook beschikbaar (Brasseur e.a. 2010), maar deze is op gegevens van een beperkt aantal dieren gebaseerd en daarom minder betrouwbaar. In de laatste jaren zijn door de monitoring rond windparken op zee veel nieuwe zendergegevens zowel voor grijze zeehond beschikbaar gekomen. Ook is de kwaliteit van de gegevens doordat gps-zenders zijn gebruikt sterk verbeterd. Ontwikkeling van een kaart waarin deze nieuwe gegevens zijn verwerkt, indien mogelijk voor verschillende seizoenen, zou het mogelijk maken een betere schatting van het aantal door geluid verstoorte grijze zeehonden te maken.

### Doorvertalen van effecten op individuele bruinvissen naar populatie-effecten (iPCoD)

- Omvang gevoelige deelpopulatie (vulnerable subpopulation), een van de parameters in het iPCoD model. In de berekeningen voor het KEC 3.0, die aan de basis hebben gelegen voor de berekeningen, is uitgegaan van een vulnerable subpopulation van 350.000 dieren, d.w.z. gelijk aan de totale omvang van de Noordzeepopulatie. 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 e.a. 2018). Voor het KEC 1.0 is de gevoeligheid van de modelresultaten voor drie verschillende grootten van de vulnerable subpopulation onderzocht (Heinis e.a. 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.
- Doorvertaling van bruinvisverstoring naar effecten op vital rates. Het iPCoD model is in 2018 grondig geüpdatet en verbeterd voor de bruinvis. Bij het bepalen van de relatie tussen verstoring en vital rates is gebruik gemaakt van een door de Universiteit van Amsterdam in samenwerking 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, i.e. een afname als gevolg van 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?

In dit kader wordt tevens een vergelijking gemaakt tussen DEPONS en iPCoD. Deze vergelijking maakt onderdeel uit van het WOZEP. De resultaten van deze vergelijking zijn op het moment van schrijven echter niet beschikbaar.



### **Doorvertalen van effecten op individuele gewone en grijze zeehonden naar populatie-effecten**

Voor de gewone en de grijze zeehond zijn door zenderonderzoek veel meer gegevens over het natuurlijke gedrag in het veld beschikbaar dan voor de bruinvis. 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 e.a. 2007; Sparling & Fedak 2004; Sparling e.a. 2007) zou het effect op de populatie kunnen worden ingeschat door een zogenaamd 'Agent Based' model (zie bijvoorbeeld (Nabe-Nielsen e.a. 2014) te combineren met een Dynamisch Energie Budget. Inmiddels is door WMR, in samenwerking met SMRU/Universiteit van St. Andrews een start gemaakt met de ontwikkeling van een dergelijk model. Het zal echter nog enkele jaren duren voordat dit model operationeel is.

### **7.8.3 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.



## 8 SCHEEPVAARTVEILIGHEID

### 8.1 Inleiding

Een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (west) heeft effect op de scheepvaartveiligheid doordat schepen in aanvaring kunnen komen met windturbines en doordat de aanwezigheid van een windpark leidt tot een verhoogde kans op aanvaring tussen schepen. Ook is het denkbaar dat falen van een windturbine effect kan veroorzaken op schepen. Effecten op scheepvaartveiligheid zijn daarom een belangrijk aandachtspunt bij de besluitvorming. Een aanvaring op zee kan leiden tot grote milieugevolgen. Voorbeelden hiervan zijn de olievrachters die in 2002 zijn opgetreden bij scheepsrampen bij de Noordkust van Spanje (de enkelwandige olietanker Prestige) en de Zuidoostkust van Engeland (de Tricolor).

Conform de Beleidsnota Noordzee (2016-2021) wordt het windpark opengesteld voor doorvaart en medegebruik voor schepen tot 24 meter. In de berekeningen in dit hoofdstuk is als uitgangspunt gehanteerd dat schepen tot 45 meter het windpark mogen binnengaan. Dit is gedaan vanwege de worstcase aanpak (groter verwacht aanvaringsrisico bij doorvaart van schepen tot 45 meter dan tot 24 meter). Er wordt tevens ingegaan op het verschil in doorvaart en medegebruik tussen schepen tot 24 en tot 45 meter, in verband met mogelijke beleidswijzigingen.

Om de effecten op scheepvaartveiligheid in beeld te brengen is een specialistische veiligheidsstudie uitgevoerd door het MARIN (rapportnummer 31909-1-MSCN). De rapportage van het MARIN is opgenomen in bijlage 9. In dit hoofdstuk zijn de resultaten van deze studie samengevat. Het is hierbij goed om op te merken dat de kansberekeningen (zoals op aanvaringen en aandrijvingen) naar verwachting niet geheel volledig zijn (onderschatting van voorkomen en met name gevolgen van incidenten), maar zijn wel het beste wat in kwantitatieve termen beschikbaar is en ook gebruikt is in eerder effectonderzoek voor de kavelbesluiten. Daar waar nodig zijn bij de kwantitatieve uitkomsten nuances aangebracht, mede als gevolg van de cumulatieve studie van MARIN (Wind op zee 2030: Gevolgen voor scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen, 13 mei 2019).

### 8.2 Te beschouwen bandbreedte/alternatieven

In eerdere studies over scheepvaartveiligheid voor kavels in windenergiegebieden in Nederland is er voor gekozen twee configuraties te kiezen met 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 minder windturbines kleinere verwachte aanvaar- en aandrijfkansen opleverde, dus een kleinere kans per MW. Binnen de studie voor Hollandse Kust (west) is daarom gekozen om niet een vergelijking tussen twee configuratie (inrichtingen) te maken, maar een vergelijking tussen verschillende locaties binnen het aangewezen windenergiegebied. Er volgt in dit hoofdstuk dus een vergelijking tussen de voorkeursligging van kavel VI en de alternatieve ligging van kavel VI aan de zuidzijde van het windenergiegebied. Er is een configuratie gekozen met 76 windturbines met een vermogen van 10 MW, geplaatst op monopiles. Dit is de

configuratie met de meeste windturbines en dit vormt daarmee dan ook voor scheepvaartveiligheid de worstcase. Configuraties met minder windturbines, zoals bijvoorbeeld 47 x 16 MW 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 zijn de onderstaande beoordelingscriteria onderscheiden (zie tabel 8.1). Aan de hand van deze beoordelingscriteria zijn de effecten van het windpark op de scheepvaartveiligheid beschreven. De effecten zijn kwantitatief en deels kwalitatief beschreven.

Tabel 8.1 Beoordelingscriteria scheepvaartveiligheid.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
- Veiligheid	- Kans op aanvaring en aandrijving
- Scheepvaart	- Gevolgschade van aanvaring en aandrijving
	- Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart
	- Effecten van doorvaart voor schepen <24 meter en <45 meter

### 8.4 Aanpak MARIN

Om de effecten van een windpark in kavel VI (voorkeursligging en alternatieve ligging) 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. Voor de locatie van een windpark in kavel VI wordt een nieuwe verkeersdatabase aangemaakt, waarin het veranderde vaarpatroon wordt opgenomen dat ontstaat wanneer het windpark in kavel VI verschijnt. In de verkeersroutering van routegebonden schepen is reeds rekening gehouden met windenergiegebied Hollandse Kust (west). Dat betekent dat routegebonden verkeer al (grotendeels) buiten kavel VI omvaart.

#### 8.4.1 SAMSON-model

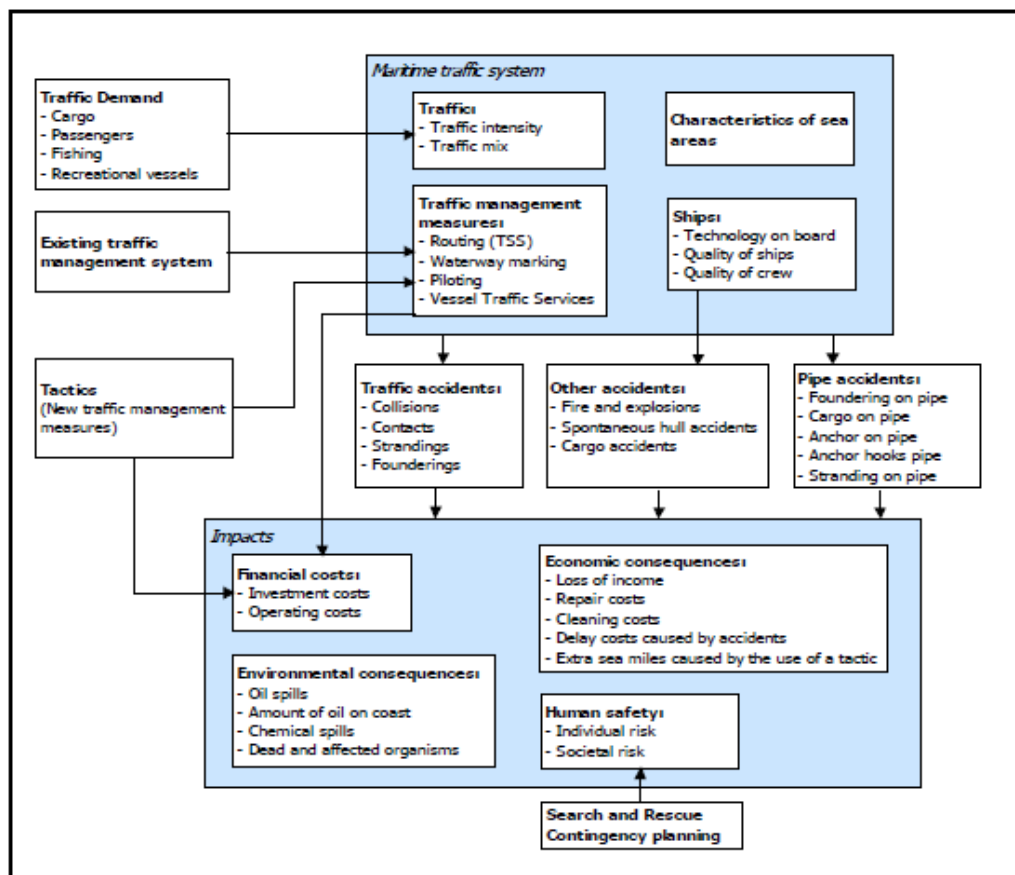
Het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea) is ontwikkeld voor het voorspellen van effecten van ruimtelijke ontwikkelingen in de Noordzee, van ontwikkelingen in de scheepvaart zelf en van maatregelen ten aanzien van de scheepvaart. De effecten die met het model 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 Directoraat-Generaal Bereikbaarheid en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle type ongevallen op zee te schatten. In figuur 8.1 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

subblokken die samen een beeld geven van het verkeersbeeld. De ongevalsmodellen voor een aanvaring, stranding, brand/explosie etc. worden gebruikt om de ongevalsfrequentie te voorspellen gebaseerd op het verkeersbeeld. Het grote blok 'Impacts' bevat de subblokken waarmee de consequenties van ongevallen worden bepaald.

Figuur 8.1 Systeendiagram Samson.



### Scheepvaartverkeer

Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van een verkeersdatabase. Een verkeersdatabase bevat links, linkintensiteiten en linkkarakteristieken. 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 linkkarakteristiek beschrijft hoe breed de link is en de laterale verdeling hoe het verkeer over die link verdeeld 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, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart. In SAMSON zijn deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd.

### Routegebonden scheepvaart

Het routegebonden verkeer is gemodelleerd op scheepvaartroutes over de Noordzee. Vanwege de ligging van de havens en de verkeersscheidingsstelsels beweegt het grootste deel van deze schepen zich over een netwerk van links (met een bepaalde breedte), vergelijkbaar met het wegennetwerk op land. In de praktijk kunnen er schepen buiten deze links varen aangezien men overal mag varen, zolang men de regels in acht neemt. Dit aandeel is echter zeer klein aangezien de links met elkaar alle kortste verbindingen tussen havens omvatten, rekening houdend met ondieptes, diepgang van schepen en andere obstakels. De linkstructuur gaat uit van de nieuwe routestructuur op de Noordzee, zoals deze vanaf 1 augustus 2013 geldt. In deze routestructuur is al rekening gehouden met de mogelijke ontwikkeling van een aantal toekomstige windparken, zoals ook de windparken in windenergiegebied Hollandse Kust (west).

De intensiteiten (aantal schepen dat per jaar passeert) op de scheepvaartroutes zijn bepaald door alle scheepsreizen van een jaar die geheel of gedeeltelijk over de Noordzee hebben plaatsgevonden, toe te wijzen aan deze links. De scheepsreizen die als basis dienen voor het bepalen van de intensiteiten worden bepaald op basis van AIS-data. In dit MER wordt de verkeersdatabase gehanteerd die ook voor de studie naar de cumulatieve effecten van wind op zee 2030<sup>38</sup> is gebruikt.

Met behulp van AIS-data is de verkeersdatabase voor 2017 ontwikkeld (zogenaamde T0-scenario). Tot en met 2017 waren er geen bouwwerkzaamheden voor de route kaart 2023 om deze reden is de T0 verkeersdatabase een goed start punt voor het opbouwen van de verkeersdatabase. Door de Erasmus Universiteit zijn groeicijfers aangeleverd. Deze cijfers zijn gebruikt om de situatie voor 2030 te modelleren. Ook is voor de situatie 2030 op enkele relevante plekken de structuur van het verkeer iets aangepast om rekening te houden met de verschillende windpark locaties. Voor meer informatie wordt verwezen naar bijlage 9.

#### **Niet-routegebonden scheepvaart**

Het niet-routegebonden verkeer (visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart) kan niet op de voorgaande wijze worden gemodelleerd. 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 door middel van dichtheden in SAMSON is gemodelleerd. De gemiddelde dichtheid in 8 bij 8 km gridcellen is gebaseerd op een analyse van de AIS-data over 2017 voor deze categorieën schepen.

Afhankelijk van het doorvaarscenario (24m, 45m of 80m) is de verkeersintensiteit van het niet routegebonden verkeer (werkvaart en visserij) in de windparken aangepast. De verkeersintensiteit van de schepen die niet in het windpark mogen varen is verplaatst naar een gridcel net buiten het park. Er wordt geen rekening gehouden met mogelijk afwijkend gedrag van het niet-routegebonden verkeer als gevolg van de aanwezigheid van windparken.

<sup>38</sup> 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

Na de uitvoering van de studie naar de cumulatieve effecten<sup>39</sup> is de vraag gesteld of de gridcellen niet kleiner gekozen hadden moeten worden. Dit om het effect van de mogelijke verhoogde intensiteit in de berm tussen de vaarroutes en de windparken beter inzichtelijk te maken. Door de keuze van de grotere gridcellen is hier slechts deels rekening mee gehouden. In werkelijkheid zal het niet-routegebonden verkeer mogelijk meer geconcentreerd uitwijken naar de berm (2 nm of 3.7 km breed) dan naar het gehele naastliggende grid (4.3 nM of 8 km breed). Echter, nu is het nog onzeker waar de schepen die nu in het gebied varen in de toekomst zullen gaan varen. Door de gridcellen groter te kiezen, wordt door een grotere spreiding wel rekening gehouden met deze onzekerheid in het toekomstige gedrag van de niet-routegebonden schepen.

Een van de aanbevelingen naar aanleiding van de studie naar de cumulatieve effecten was dan ook te kijken naar het effect van een kleiner grid. Echter was er onvoldoende tijd tussen de cumulatieve studie en de studie voor Hollandse Kust (west) om de resultaten van dit onderzoek mee te nemen.

Omdat de aanname is dat de recreatievaart veelal kleiner is dan 24m is de dichtheid van deze categorie schepen niet aangepast.

#### **Gebruikte modellen**

Het totale SAMSON-model bestaat uit verschillende submodellen voor de verschillende type ongevallen. Om het effect van het windpark voor de scheepvaart te kwantificeren op de locatie van het windpark is het verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar bepaald.

Hiervoor worden 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 het windpark op de scheepvaart rond de windparklocatie 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
- Stranden
  - 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<sup>40</sup>, maar is gebruik gemaakt van de resultaten van de studie naar de cumulatieve effecten.

<sup>39</sup> idem

<sup>40</sup> Doordat het schip een andere route neemt krijgen de scheepvaartroutes buiten het windpark een hogere (misschien fractioneel) intensiteit. Als gevolg van de hogere intensiteiten op deze routes is het de verwachting dat het aantal ontmoetingen en dus ook het aantal ongevallen toeneemt. Bovenstaande effecten worden de "indirecte" gevolgen genoemd.

### 8.4.2 Gevolgschade

Als gevolg van een aandrijving of een aanvaring van een windturbine kan schade ontstaan, zogenaamde gevolgschade. Deze schade bestaat uit schade aan de windturbine, schade aan het schip, milieuschade als gevolg van een uitstroom van olie bij schade aan een schip en persoonlijk letsel als gevolg van de aanvaring/aandrijving. Verder is er kans op economische schade als gevolg van bijvoorbeeld schade aan (infield) kabels 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 komen is de verdeling bekend over de vaarsnelheden, vaarrichting, scheepstype en scheepsgroottes. Deze gegevens zijn voldoende om de energie die maximaal aanwezig is in de botsing te bepalen. Deze energiemaat wordt gebruikt om deels op basis van ervaring en deels op basis van complexe berekeningen, de schade aan het schip te bepalen die in aanvaring met een ander schip of met een object komt. Uitgangspunt is dat de volledige energie gedissipeerd wordt in de botsing. De verwachte aanwezige kinetische energie in varende of driftende schepen is voor deze studie ook bepaald en gepresenteerd per scheepstype, met de daarbij behorende kansen van optreden.

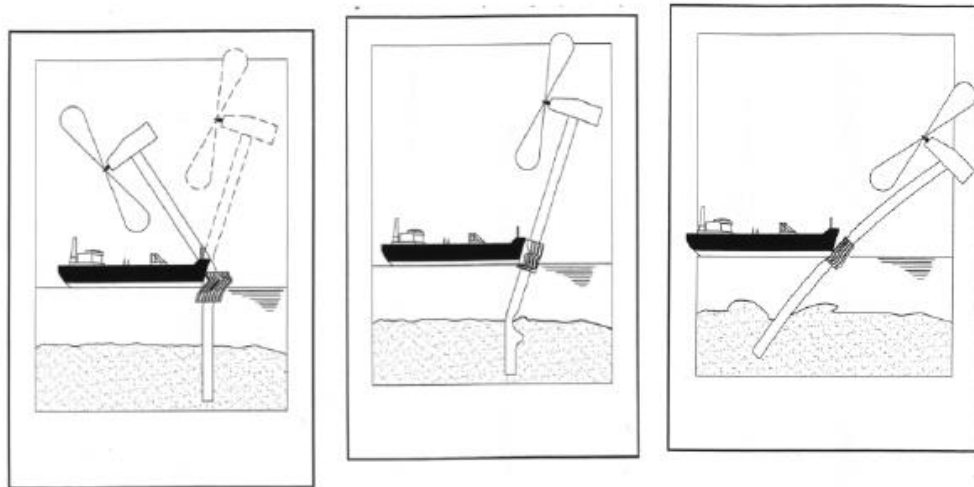
#### Schade aan windturbine en schip

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 (Barentse, 2000). Daarbij is goed om op te merken dat de windturbines die nu worden geplaatst groter en stijver zijn dan ten tijde van het onderzoek van Barentse (2000), maar het onderzoek van Barentse levert nog steeds het meest actuele inzicht in het bezwijkgedrag. Uit het onderzoek (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 8.2):

- Knikken; de windturbine bezwijkt door te knikken op het punt van impact, gevolgd door plastische vervorming, waarbij de mast blijft vast zitten. 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 terechtkomen.
- Scharnieren; de windturbine bezwijkt door het ontstaan van een plastisch scharnier bij de "bevestiging" op de bodem van de zee. De windturbine kan als gevolg van het ontstaan van dit scharnier afbreken of wordt in zijn geheel (inclusief bodem) omver geduwd. 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 8.2 Verschillende bezwijkvormen.



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 (Gosmos (Gondel op schip en mast op schip) in tabel 8.2). 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 als gevolg van 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. Pas vanaf een scheepsgrootte van 1000 GT kan dit optreden (kans 5-10%) en bij schampen treedt dit pas op bij 1600 GT. De effecten op schepen kleiner dan 1000 GT zijn niet verder onderzocht en vereisen aanvullend onderzoek. Bij aandrijven is de energie waarschijnlijk onvoldoende om de windturbine te doen knikken, maar schranieren (of in het meest extreme geval) zelfs afbreken wordt mogelijk geacht (Marin, mei 2019). Hier is meer onderzoek voor nodig.

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 ladingedeelte 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, waar lek raken geen uitstroom tot gevolg heeft 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. Wel kan er schade ontstaan aan het dek, in het geval de mast en/of gondel op het dek valt.

Er zijn meer scenario's denkbaar met hogere risico's dan hiervoor beschreven. Zie hiervoor het onderzoek van Marin (2019):

- Voor kleinere scheepvaart (en zeker snelvaarend 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.

Kortom, de kansberekening is niet geheel volledig (onderschatting van voorkomen en gevolgen van incidenten), maar is wel het beste wat in kwantitatieve termen beschikbaar is en ook gebruikt is in eerder effectonderzoek voor de kavelbesluiten. Een aanbeveling is om aanvullend onderzoek te verrichten naar schade aan schepen door de schaalvergroting van windturbines.

**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).**

Bezwijkvormen	Scheepsgrootte (GT)	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal middenships (100%)			Lateraal excentrisch (0%)		
		Aan-deel	Tur-bine	Schip	Aan-deel	Tur-bine	Schip	Aan-deel	Tur-bine	Schip	Aan-deel	Tur-bine	Schip
<b>Knikken</b>	<500	0%	Nee	Geen	0%	Nee	Geen						
	500-1000	0%	Ja	Geen	0%	Nee	Geen						
	1000-1600	5%	Gos Mos <sup>1</sup>	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						
<b>Schar-nieren</b>	<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

### Milieuschade

Voor het bepalen van de kans op een uitstroom van olie is gebruik gemaakt van de schadematrix in tabel 8.2. 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.

De volgende kanttekeningen kunnen bij de modellering van de milieuschade worden gemaakt:

- Het gebruik van een monopaal zonder uitsteeksels zal minder vaak tot een gat in de scheepshuid leiden dan een jacket of een monopaal met een platform met andere attributen.
- 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.

Gezien het ontbreken van praktijkgevallen blijft, ondanks enkele studies door onder andere Germanischer Lloyd AG, een conservatieve benadering van de olie-uitstroom gewenst. Behalve olie uit het schip kan een hoeveelheid olie in het water terecht komen wanneer de windturbine zelf omvalt of bezwijkt. Dit zal voor een 10 MW windturbine ongeveer 4.000 liter minerale olie (of een biologisch afbreekbaar alternatief) zijn en maximaal 100 liter dieselolie.

### 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 benaderingen.

Uitgaande van het aantal aanvaringen/aandrijvingen zijn de volgende rekenslagen per scheepstype en grootte gemaakt (uitgaande van Barentse, 2000):

- Aantal aanvaringen/aandrijvingen wordt vermenigvuldigd met de bijbehorende kans op een bepaalde bezwijkvorm. Consequenties voor aanvaren en aandrijven zonder bezwijken worden niet meegenomen in de analyse, maar persoonlijk letsel kan hierbij wel optreden.
- Vermenigvuldiging met de kans voor die bezwijkvorm dat de gondel met mast op het schip valt ("Gosmos" in tabel 8.2). Aangezien niet bekend is wat de kans is dat de mast op het schip valt, dan wel van het schip af valt, wordt hier met een factor 1 gerekend, dus met het worst case scenario dat de mast altijd op het schip valt.

- Vermenigvuldiging met het beschadigingsgedeelte van het dek. Hierin zitten twee worst case 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 genomen, 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, maar deze groep zit 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, immers de kans is voor ieder persoon afzonderlijk bepaald.

Het persoonlijk letsel doordat mensen vallen door de klap zelf is niet gemodelleerd, ook niet voor de kleine schepen die frontaal tegen de bescherming van de mast varen waarbij het schip (recreatievaartuig) volledig wordt vernield. Voor deze categorie schepen zijn de kansmodellen onbetrouwbaar. Bovendien zullen deze schepen vrijwel altijd schampen.

In deze 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 vervolg onderzoek naar de gevolgen van aanvaringen en aandrijvingen van windturbines.

#### 8.4.3 Kanttekeningen bij de modellering van de gevolgschade

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. Binnen de studie naar de cumulatieve effecten op de scheepvaartveiligheid van alle windparken samen<sup>41</sup>, 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 detail gevolg berekeningen gedaan en 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.

Binnen de studie naar de effecten op scheepvaartveiligheid van Hollandse Kust (west) (zie bijlage 9) is wel gekozen voor het gebruik van de verouderde aannames. Er is hier voor gekozen omdat op deze wijze geen trendbreuk ontstaat in de aanpak en resultaten ten opzichte

<sup>41</sup> 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

van de studies voor de andere locaties, zoals Hollandse Kust (noord) en (zuid) en Borssele. Daarnaast zijn er al wel initiatieven gestart voor vervolgonderzoek naar de gevolgen van de aanvaring/aandrijving, maar er was onvoldoende tijd voor gedegen onderzoek naar de gevolgen tussen de studie naar de cumulatieve effecten en de start voor de studie voor Hollandse Kust (west)

Dit betekent dat de gevolgschade zoals deze berekend is in dit hoofdstuk (en bijlage 9) als indicatief beschouwd kunnen worden, omdat er waarschijnlijk verschillende gevolgschades missen. Bijvoorbeeld de verwachting is dat het schamen van een 8- of 10 MW windturbine wel degelijk grotere gevolgen kan hebben voor een schip. De sterkere, uitstekende constructie onderdelen van windturbines zouden de zwakkere scheepshuid kunnen doorboren en het schip openrijten. Deze schade zal dan waarschijnlijk boven de waterlijn veroorzaakt worden en levert daardoor vrijwel geen gevaar voor het drijfvermogen, maar mogelijk wel voor personen die zich in de accommodatie bevinden. Afhankelijk van het type schip en locatie kunnen dit soort situaties wel milieuschade veroorzaken bij het lekken van een brandstoftank of persoonlijk letsel wanneer bemannings- en passagiershutten zich direct achter de scheepshuid bevinden. Binnen de studie naar de cumulatieve effecten van de uitrol van Wind op Zee 2030<sup>42</sup> is de volgende aanbeveling hierover opgenomen.

*“Schademodel; Door schaalvergroting van de windmolens in combinatie met de drifteigenschappen van schepen met zeer grote windvang zoals ultra grote cruise en containerschepen wordt aanbevolen om meer onderzoek te doen naar de gevolgen van een aanvaring/aandrijving van een schip met een windturbine. Hierbij is niet alleen de schade aan de windturbine belangrijk, maar ook het risico voor bemanning en passagiers, de schade aan het schip en mogelijke milieuverontreiniging.”*

De volledige management samenvatting van de cumulatieve studie is integraal opgenomen in Appendix B van bijlage 9.

#### **8.4.4 Effecten voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur en cumulatieve effecten**

Het gebied van een windpark indien het eenmaal gebouwd is, vormt een “verboden” gebied voor alle scheepvaart groter dan 24m of 45m (met uitzondering van reparatie/onderhoudsvaartuigen). Het is dus goed mogelijk dat schepen een andere route moeten volgen dan voor de bouw van het windpark. Hierdoor verandert het verkeersbeeld rond het windpark met een mogelijke verandering in de scheepvaartveiligheid als gevolg. In 2018 is een separate studie uitgevoerd in opdracht van verschillende ministeries die de effecten op de scheepvaartveiligheid van wind op zee 2030 in kaart gebracht heeft<sup>43</sup>. Hierbij zijn berekeningen uitgevoerd om het aantal aanvaringen tussen schepen, aanvaringen met platformen en windturbines te bepalen. Daarnaast zijn tijdens verschillende expertsessies ook nog andere mogelijke risico's in kaart gebracht. Voor het bepalen van de effecten voor de scheepvaart als gevolg van de wijzigingen in de routestructuur wordt binnen deze huidige studie gebruik gemaakt van de resultaten van de cumulatieve studie.

<sup>42</sup> Idem.

<sup>43</sup> Idem.

#### 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 o.a. 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 9).

### 8.5 Effectbeschrijving

#### 8.5.1 Kans op aanvaringen en aandrijvingen

Door de aanwezigheid van het windpark in kavel VI is een nieuw type risico ontstaan 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 voor 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 voor elke windturbine afzonderlijk en voor het gehele windpark.

In tabel 8.3 is de kans weergegeven op een aanvaring/aandrijving per jaar voor de voorkeursligging als de alternatieve ligging van kavel VI gesommeerd over alle windturbines. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen routegebonden schepen (R-schepen) en niet-routegebonden schepen (N-schepen).

Uit de tabel blijkt dat de totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor kavel VI-alternatief (kavel aan de zuidpunt) het hoogst is. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor kavel VI is 0,109282, en 0,117949 voor de alternatieve ligging van kavel VI. Dit is equivalent aan respectievelijk eens per 9,2 jaar en 8,5 jaar.

**Tabel 8.3 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de voorkeursligging van kavel VI en de alternatieve ligging.**

Alternatief	Aantal windturbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar	Eens per ...jaar
		R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Voorkeursligging kavel VI 76x10 MW	76	0,006352	0,074331	0,025862	0,002737	0,109282	9,2
Alternatieve ligging kavel VI 76x10 MW	76	0,018998	0,065514	0,031093	0,002344	0,117949	8,5

Omdat de kansen ook afhangen van het aantal windturbines, zijn in tabel 8.4 de gemiddelde kansen per windturbine gegeven. Hieruit blijkt dat de gemiddelde kans op aanvaring/aandrijving per windturbine voor Kavel VI 0,00144 bedraagt, oftewel eens per 695,4 jaar, en in voor Kavel VI-alternatief bedraagt het 0,00155 per jaar, oftewel eens per 644,3 jaar. Dit gemiddelde is relevant om een vergelijking te kunnen maken met andere windparken.

**Tabel 8.4 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen gemiddeld per windturbine voor de voorkeursligging van kavel VI en de alternatieve ligging.**

Alternatief	Aantal windturbines	Aantal aanvaringen (rammen) per windturbine		Aantal aandrijvingen (driften) per windturbine		Totaal per windturbine	Eens per ...jaar
		R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Voorkeursligging kavel VI 76x10 MW	76	8,36 <sup>E-05</sup>	9,78 <sup>E-04</sup>	3,40 <sup>E-04</sup>	3,60 <sup>E-05</sup>	1,44 <sup>E-03</sup>	695,4
Alternatieve ligging kavel VI 76x10 MW	76	2,50 <sup>E-04</sup>	8,62 <sup>E-04</sup>	4,09 <sup>E-04</sup>	3,08 <sup>E-05</sup>	1,55 <sup>E-03</sup>	644,3

## 8.5.2 Gevolgschade

Ondanks de beperkingen en kanttekeningen bij de gebruikte schadematrix en aannames, toegelicht in paragraaf 8.4.3, is er binnen deze studie wel voor gekozen de resultaten voor de gevolgschade weer te geven in de rapportage. Dit om geen trend breuk te veroorzaken met eerder uitgevoerde studies voor bijvoorbeeld Hollandse Kust (noord) en (zuid). Binnen de studie naar de cumulatieve effecten van alle parken samen op de scheepvaartveiligheid is geconcludeerd dat de onderzoeken naar de gevolgschade uitgevoerd in 2005, niet meer volledig de huidige situatie beschrijven en dat er bepaalde scenario's onderbelicht zijn door schaalvergroting van windturbines en het niet beoordelen van effecten op kleinere schepen.

Daarom zijn de beschreven gevolgschades in de volgende paragraaf indicatief en waarschijnlijk ook niet alomvattend.

#### **Schade aan het schip**

Voor de gevolgschade aan het schip zijn drie types onderscheiden: schade aan het schip in het geval dat de gondel en mastdeel op het schip valt na de aanvaring, alleen schade aan de scheepshuid en geen schade. De onderlinge vergelijking vindt plaats in het onderdeel milieuschade.

#### **Schade aan de windturbines**

Voor de gevolgschade aan de windturbines zijn vier typen onderscheiden: geen schade, de windturbine kan scheef gaan staan, de windturbine kan omvallen, en de gondel en mast kunnen op het schip vallen. Op basis van de gemiddelde massa van een bepaald scheepstype en scheepsgrootte en de gemiddelde snelheid kan de kinetische energie worden bepaald op het moment van 'impact'.

Bij de voorkeursligging van kavel VI wordt ongeveer 26.2% van de contacten met windturbines door driften veroorzaakt, en 73.8% door rammen. Voor de alternatieve ligging van kavel VI is deze verhouding vergelijkbaar.

#### **Milieuschade**

De schade aan het milieu als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine wordt bepaald door de hoeveelheid olie die uit een schip stroomt. Er zijn twee hoofdtypen olie onderscheiden: bunkerolie en ladingolie. De totale kans op een uitstroom van olie en de gemiddelde hoeveelheid uitstroom per jaar per alternatief is gegeven in tabel 8.5. Hierbij moet worden opgemerkt dat bij het bepalen van de uitstroom van ladingolie is uitgegaan van enkelwandige olietankers. De praktijk is dat deze enkelwandige olietankers bijna uitgefaseerd zijn op de Noordzee en zijn vervangen door dubbelwandige tankers. De kans dat er een gat in een ladingtank zal ontstaan bij een aandrijving van een windturbine is bij een dubbelwandige tanker kleiner. Dit betoog gaat niet op voor de kans op een uitstroom van bunkerolie omdat de meeste andere schepen niet dubbelwandig zijn uitgevoerd en de brandstoftank dus meestal enkelwandig is uitgevoerd. Dit betekent dat vooral de kans en hoeveelheid uitstroom van ladingolie minder zal zijn dan met het huidige model wordt berekend.

Op basis van de frequenties is de gemiddelde tijd tussen twee uitstromingen van olie bepaald, bijvoorbeeld  $1/(0.001724+0.000037) \approx 568$  jaar voor de voorkeursligging van kavel VI. Voor het verkavelingsalternatief ligt dit op circa 500 jaar. De gemiddelde uitstroom van  $0,5159 \text{ m}^3$  ladingolie voor deze alternatief in tabel 8.5 dient alleen als vergelijking.

Een uitstroom van  $0,5159 \text{ m}^3$  ieder jaar geeft immers een heel andere milieubelasting dan een uitstroom van  $516 \text{ m}^3$  eens in de 1000 jaar op één bepaald moment.

Om een idee te krijgen van wat dit betekent is de uitstroom aan olie ten gevolge van een ongeval (alle verschillende typen) voor het gehele NCP toegevoegd<sup>44</sup>. Dit getal geldt voor de situatie zonder windparken en gaat nog uit van de oude routestructuur van voor 1 augustus

<sup>44</sup> Y. Koldenhof, C. van der Tak, Risico vervoer (milieu)gevaarlijke stoffen op zee, MARIN, 19287.630/4, juli 2004



2013. De kans op uitstroom van bunkerolie en ladingolie op het NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine van kavel VI (voorkeursligging) toe met  $(0,001724 + 0,000037) / (0,353402 + 0,148723) * 100 \approx 0.4\%$ . Ook voor de alternatieve ligging van kavel VI is dit circa 0,4%.

Uit tabel 8.5 volgt dat zowel de frequentie als de gemiddelde hoeveelheid uitstroom bunker- en ladingolie hoger is voor de alternatieve ligging van kavel VI dan voor de voorkeursligging van kavel VI.

**Tabel 8.5 Uitstroomfrequentie en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie voor de voorkeurs- en alternatieve ligging van kavel VI.**

Alternatief	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal Eens in de ...jaar
	Frequentie	Eens in de ...jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>	Frequentie	Eens in de ...jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>	
Voorkeursligging kavel VI 76x10 MW	0,001724	580	0,5159	0,000037	27.184	0,4733	568
Alternatieve ligging kavel VI 76x10 MW	0,001932	518	0,6127	0,000070	14.287	0,9078	500
Gehele NCP (zonder windparken)	0,353402	2,8	68,04	0,148723	6,7	1.499,5	2

### Persoonlijk letsel

Persoonlijk letsel wordt veroorzaakt doordat de gondel en de mast op het dek van een schip kunnen vallen als gevolg van een aanvaring of aandrijving van de windturbine. In tabel 8.6 en 8.7 is voor de voorkeursligging alsmede de alternatieve ligging van kavel VI een overzicht gegeven van het aantal directe doden als gevolg van 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 uitgevoerd in 2005 naar de gevolg schade. De gevolgen voor personen aan boord is dat ook zeker een belangrijk onderdeel in vervolg onderzoek naar schade aan schip en windturbine na een aandrijving of aanvaring. Tijdens de uitvoering van de studie voor Hollandse Kust (west) was er nog onvoldoende kennis beschikbaar voor een goede kwantitatieve beschouwing van deze gevolgen.

Tabel 8.6 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt (voorkeursligging kavel VI).

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Eens in de ...jaar	Directe doden	
	Frontaal	Scham- pen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar
Olietanker	0,000003	0,000029	31.228	0,146	0,000005
Chemicaliën- tanker	0,000004	0,000032	27.986	0,147	0,000005
Gastanker	0,000007	0,000060	15.049	0,040	0,000003
Container +RoRo	0,000586	0,005271	171	0,516	0,003020
Ferry	0,000014	0,000123	7.289	9,496	0,001303
Overige R- schepen	0,000022	0,000202	4.464	0,152	0,000034
N-schepen	0,007433	0,066898	13	0,000	0,000037
Totaal	0,008068	0,072615	12	0,055	0,004406

Tabel 8.7 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt (alternatieve ligging kavel VI).

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Eens in de ...jaar	Directe doden	
	Frontaal	Scham- pen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar
Olietanker	0,000302	0,002722	311	0,155	0,000469
Chemicaliën- tanker	0,000301	0,002707	332	0,162	0,000488
Gastanker	0,000021	0,000188	4.779	0,043	0,000009
Container +RoRo	0,000779	0,007009	128	0,510	0,003969
Ferry	0,000098	0,000881	1.022	8,337	0,008161
Overige R- schepen	0,000399	0,003591	251	0,145	0,000577
N-schepen	0,006552	0,058968	15	0,000	0,000023
Totaal	0,008452	0,076066	12	0,162	0,013696

Bij voorkeursligging van kavel VI is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een windturbine 0,004406 (waar de gondel en de mast op het dek van een schip vallen). Bij de alternatieve ligging van kavel VI is dat 0,013696 per jaar. 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.

Ook windturbines zelf kunnen falen en introduceren hiermee een risico voor aanwezige personen in de nabijheid van de windturbines. In bijlage 6 is een notitie (Risico's voor scheepvaart door falen van windturbines) opgenomen waarin nader op dit aspect is ingegaan. Er is geen normstelsel beschikbaar om te beoordelen of de hoogte van deze risico's aanvaardbaar is voor individuen of voor de samenleving. Omdat er geen normstelsel beschikbaar is kan eventueel gekeken worden naar de regels uit het handboek risicozonering

windturbines 2014 (v3.1) die gelden voor windturbines die geplaatst worden op land. Dezelfde regels zouden eventueel toegepast kunnen worden op een zee-situatie. Hierbij is het wel van belang om de juiste normen voor op land toe te passen op de juiste risico-scenario's op zee. Indien dat wordt gedaan, dan wordt ruim voldaan aan de normen die gelden voor windturbines op land.

### 8.5.3 Effecten van overige risico's voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur

Binnen de studie naar de cumulatieve effecten van de uitrol van Wind op Zee 2030 op de veiligheid van de scheepvaart zijn met behulp van SAMSON verschillende berekeningen uitgevoerd<sup>45</sup>. Om de effecten voor de scheepvaart als gevolg van de wijziging in de routestructuur te bepalen is binnen de studie voor Hollandse Kust (west) gebruik gemaakt van de resultaten en conclusies van deze studie. In deze paragraaf zijn enkele delen overgenomen uit de management samenvatting van deze studie naar de cumulatieve effecten. De volledige management samenvatting is opgenomen in Appendix B van bijlage 9.

#### Beschouwde scenario's

Binnen de studie naar de cumulatieve effecten is gekeken naar een viertal scenario's. Het uitgangspunt van de huidige situatie (T0), deze werd in eerste instantie vergeleken met de autonome verkeerssituatie voor 2030, zonder extra windparken (T1) en met de situatie inclusief de geplande windparken tot 2030 (T2); geheel conform de routekaarten 2023 en 2030. Tenslotte is ook nog een plus alternatief onderzocht waarin alle beleidsmatig aangewezen windenergiegebieden (zoals vastgelegd in de Beleidsnota Noordzee 2016-2021) worden benut (T3). Dit T3 scenario heeft als basis gediend voor de studie naar de effecten voor Hollandse Kust (west).

#### Conclusies kwantitatieve risico analyse

Met behulp van SAMSON zijn de effecten op de kans op aanvaringen onderling en de kans op aanvaringen met vaste objecten (platformen, bestaande windturbine en geplande windturbines) bepaald. Een samenvatting van de resultaten is weergegeven in tabel 8.8.

De autonome ontwikkeling (vergelijking T0 en T1) heeft vooral invloed op de aanvaring tussen schepen onderling (+13%) en een kleinere invloed op de aanvaring met olie en gasplatformen en windturbines (+4%). Het totaal aantal te verwachten aanvaringen stijgt van ca. 7,5 per jaar in T0 naar ca. 8,4 in T1. Met de bouw van windparken stijgt het aantal aanvaringen (vergelijking T0 en T2) van ca. 7,5 per jaar naar ca. 10 per jaar (+33%).

In T0 en T1 is uitgegaan van het huidige aantal van 289 windturbines op de Noordzee. De beide routekaarten (T2) voorzien in bijna een verviervoudiging naar 1.144 windturbines. Als de resultaten voor de autonome ontwikkeling worden vergeleken met de resultaten voor de combinatie van de autonome ontwikkeling en de introductie van de windparken (vergelijk T1 en T2) dan zien we dat vooral de aanvarings- en aandrijvingskans van de windturbines toeneemt. Het aantal aanvaringen en aandrijvingen met windturbines neemt toe van ca. 0,1 aanvaring per jaar in T0 naar ca. 1,4 aanvaring per jaar in T2.

<sup>45</sup> 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

De bouw van de windparken en dus de aanpassingen van de routestructuur voor routegebonden scheepvaart, heeft in veel mindere mate effect op de aanvaring tussen schepen, van 8,07 aanvaring per jaar in T1 (2030 zonder aanpassingen) naar 8,27 aanvaring per jaar in T2 (2030 inclusief aanpassingen). De aanvaarkans van platformen verandert nauwelijks. De resultaten voor T3 volgen deze zelfde trend.

**Tabel 8.8 Samenvatting van de resultaten voor: T0, T1, T2-doorvaart 24 m/(45 m) en T3-doorvaart 45 m (voor meer informatie, zie bijlage 9).**

Samenvatting van de resultaten				
Ongevalstype	Scenario T0	Scenario T1	Scenario T2	Scenario T3
	2017	2030	2030	2030
		Autonoom	Autonoom + windparken	Autonoom + doorvaart 45 m
	[1/jaar]	[1/jaar]	[1/jaar]	[1/jaar]
Aanvaringen tussen schepen	7,13	8,07	8,27/(8,25)	8,25
Aanvaringen met platformen	0,274	0,285	0,286	0,286
Aanvaringen met windturbines	0,0857	0,0913	1,432/(1,87)	2,412
<b>Totaal</b>	<b>7,490</b>	<b>8,446</b>	<b>9,988/(10,406)</b>	<b>10,948</b>

#### 8.5.4 Doorvaart >24 meter of >45 meter

In de cumulatieve studie is onderscheid gemaakt in het scenario doorvaart tot 24 meter en doorvaart tot 45 meter. In tabel 8.8 is te zien dat het aantal aanvaringen met windturbines groter is bij doorvaart tot 45 meter, namelijk 1,87 aanvaringen per jaar (voor het T2 scenario) ten opzichte van 1,43 aanvaringen per jaar. Echter kan het verplaatsen van niet-routegebonden scheepvaart binnen de windenergiegebieden naar buiten de windenergiegebieden leiden tot een negatief effect op windturbines aan de rand van het park en dus de getallen uit tabel 8.3. Dit is gebaseerd op de aanwezigheid van windparken conform de routekaart, dus niet enkel alleen de windturbines in Hollandse Kust (west).

#### 8.5.5 Effecten van het werkverkeer op aanvaringsrisico

Binnen de studie naar de cumulatieve effecten<sup>46</sup> is ook rekening gehouden met extra werkverkeer door de bouw van de windparken, de effecten van dit extra verkeer is dus mee genomen in de kwantitatieve analyse uitgevoerd met SAMSON. Ook is het extra werkverkeer al meegenomen in de berekeningen uitgevoerd binnen de studie in bijlage 9 van dit MER. Uit het onderzoek blijkt dat de kans op een aanvaring met een werkvaartuig stijgt van 3,36 aanvaringen per jaar in 2017 naar 3,51 aanvaringen per jaar in 2030 inclusief de aanleg van de windturbines 2030 (dus niet enkel voor kavel VII).

In een andere analyse van het huidige werkverkeer op de Noordzee tijdens de aanleg en onderhoud van de bestaande windparken is geconcludeerd dat tijdens de installatie het aantal extra scheepsbewegingen voor een park dichtbij de kust ligt op 1,6 beweging (heen en terug) per windturbine per maand. Voor een park verder van de kust ligt dit op 0,5 beweging per maand per windturbine. Echter dit is gebaseerd op de bewegingen waargenomen op basis van

<sup>46</sup> 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

AIS-data voor de parken Luchterduinen en de Gemini parken. Uit de analyse bleek ook dat tijdens de onderhoudsfase van een park het aantal extra scheepsbewegingen per windturbine per maand varieert tussen de 0,15 en 2,5, afhankelijk van de tijd van het jaar en het park. Aangenomen wordt dat gemiddeld over een jaar per windturbine er 0,5 scheepsbeweging extra per maand (ten opzichte van de situatie zonder park) zal plaats vinden naar het park.

### 8.5.6 Walradardekking

Het effect op de scheepvaartveiligheid als gevolg van de invloed van een windpark in kavel VI op walradardekking wordt in hoofdstuk 10 (overige gebruiksfuncties) in dit MER beschreven (bij andere effecten op radarsystemen).

### 8.5.7 Kruisende scheepvaart

In de studie van MARIN (opgenomen in bijlage 9) is het resultaat opgenomen van een niet-routegebonden schip dat aan de westkant langs het park vaart in noordelijke richting. Hierbij zijn de schaduwstukken bepaald op de route langs het park aan de oostzijde. Er is voor deze hoek gekozen omdat dit het punt is waar een ferry die richting de corridor in IJmuiden Ver vaart mogelijk een schip varend in de berm kan ontmoeten.

Aangenomen wordt dat ook al zijn er soms grotere schaduwstukken op kortere afstand tot de ontmoeting de niet-routegebonden schepen voldoende manoeuvreerbaar zijn om op korte afstand te reageren. Echter hierbij is de verwachting dat niet zo zeer de beperking van het zicht een belangrijke rol speelt in de ontmoeting als wel het mogelijk verkeerd inschatten van de intenties en manoeuvreerbaarheid van de ander.

## 8.6 Effectbeoordeling

Voor de voorkeursligging en de alternatieve ligging van kavel VI zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de windturbines. Uit deze berekeningen blijkt dat de totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor kavel VI-alternatief (kavel aan de zuidpunt) het hoogst is. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor de voorkeursligging van kavel VI is 0,109282, en 0,117949 voor de alternatieve ligging van kavel VI. Dit is equivalent aan respectievelijk eens per 9,2 jaar en 8,5 jaar. Om het verschil aan te geven, scoort de voorkeursligging licht negatief (0/-) en de alternatieve ligging negatief (-). De kavels scoren hierbij ietwat negatiever dan de kavels die eerder zijn onderzocht, zoals in Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (zuid), vanwege de hoger dan gemiddelde aanvaarfrequentie per turbine, omdat de kavels ingesloten zijn tussen de verkeersbanen.

Als gevolg van windturbines in de voorkeursligging van kavel VI wordt eens per 568 jaar een uitstroom van olie verwacht, terwijl dit voor windturbines in de alternatieve ligging van kavel VI eens per 500 jaar is.

Bij voorkeursligging van kavel VI is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een windturbine 0,004406. Bij de alternatieve ligging van kavel VI is dat 0,013696 per jaar.<sup>47</sup> Bij deze cijfers kunnen een aantal kanttekeningen geplaatst

<sup>47</sup> Hierbij is geen rekening 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 vissersboot.

worden (waaronder dat een aantal scenario's buiten beschouwing is gelaten en cijfers gebaseerd zijn op kleinere turbines dan die nu worden gebouwd, zie paragraaf 8.4.3), maar de cijfers tussen kavels zijn wel vergelijkbaar.

### Kruisen

Aangenomen wordt dat ook al zijn er soms grotere schaduwstukken op kortere afstand tot de ontmoeting de niet-routegebonden schepen voldoende manoeuvreerbaar zijn om op korte afstand te reageren. Echter hierbij is de verwachting dat niet zo zeer de beperking van het zicht een belangrijke rol speelt in de ontmoeting als wel het mogelijk verkeerd inschatten van de intenties en manoeuvreerbaarheid van de ander. Dit effect wordt als 0/- gescoord.

### Doorvaart

Het aantal aanvaringen met windturbines is groter bij doorvaart tot 45 meter, namelijk 1,87 aanvaringen per jaar ten opzichte van 1,43 aanvaringen per jaar. Dit is gebaseerd op de aanwezigheid van windparken conform de routekaart, dus niet enkel alleen de windturbines in Hollandse Kust (west). Ook het effect voor het gebied buiten de windparken is relevant; de berm en de vaarweg. Dit is een onderdeel dat verder onderzocht moet worden en waar in dit stadium nog geen uitspraken over gedaan kunnen worden. Omdat de kans op aanvaringen en aandrijvingen toeneemt als gevolg van het openstellen van windparken voor schepen, wordt licht negatief (0/-) gescoord.

Tabel 8.9 Beoordeling scheepvaartveiligheid.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Voorkeursligging kavel VI met 10 MW-windturbines	Alternatieve ligging kavel VI met 10 MW-windturbines
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving	0/-	-
	Gevolgschade van aanvaring of aandrijving	0/-	-
Scheepvaart	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0/-	0/-
	Effecten van doorvaart voor schepen <24 meter of <45 meter	0/-	0/-

## 8.7 Cumulatie

Het cumulatieve effect is niet afzonderlijk beschouwd omdat, in afwijking van voorafgaande studies uitgevoerd voor windenergiegebied Borssele, de andere geplande windparken op de Noordzee de verkeersroutes voor het routegebonden verkeer niet zullen wijzigen. De nieuwe routestructuur is juist dusdanig ontworpen dat deze rekening houdt met reeds aangelegde en aan te leggen windparken. Het beschouwde nulalternatief is dus tevens het cumulatieve scenario. In het kader van het aanpassen van het stelsel in augustus 2013 zijn verschillende risicostudies uitgevoerd, bijvoorbeeld 'Risico voor de scheepvaart bij aanwijzing windgebied "Hollandse Kust"'. Binnen deze studie komt ook het cumulatieve effect aan de orde. Ook is er

een cumulatieve studie uitgevoerd naar scheepvaartveiligheid voor de routekaart<sup>48</sup>. Met dit onderzoek is reeds rekening gehouden in dit hoofdstuk (zie bijlage 9).

## 8.8 Mitigerende maatregelen

Om de effecten op de scheepvaartveiligheid te verkleinen zijn verschillende maatregelen denkbaar. Het bepalen van mogelijke maatregelen en het “vaststellen” van hun effectiviteit was ook onderdeel van de studie naar de cumulatieve effecten<sup>49</sup>. Deze maatregelen en de effectiviteit zijn bepaald binnen verschillende expertsessies. Niet alle binnen de studie naar cumulatieve effecten voorgestelde maatregelen zijn opgenomen in dit hoofdstuk, dit omdat deze maatregelen met name effectief zijn en relevant wanneer naar het totale plaatje van alle parken bij elkaar gekeken wordt. Voor “slechts” één park zijn sommige maatregelen wellicht minder relevant, echter moet om de scheepvaartveiligheid op de Noordzee te waarborgen wel uiteindelijk gekeken worden naar het grotere plaatjes en volstaan alleen individuele maatregelen voor de effecten van Hollandse Kust (west) niet. Een aantal relevante voorgestelde maatregelen zijn hieronder overgenomen, de volledige samenvatting van voorgestelde maatregelen is opgenomen in Appendix B in bijlage 9.

### Radar, AIS en VHF-dekking

Sinds 1 januari 2005 zijn alle zeevaartschepen boven de 300 GT (ongeveer 55 m) wettelijk verplicht om een AIS-transponder (Automatic Identification System), die de positie van het schip continu uitzendt, aan boord te hebben. 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 capaciteit van infrastructuur niet voldoende is voor het scheepvaartaanbod, dan zullen de posities uitgezonden door de AIS van schepen op de navigatiehulpmiddelen van alle gebruikers (zowel VTS/Kustwacht als varende schepen) niet correct zijn. In deze gevallen zal de AIS-ontvanger haar updates prioriteren via haar eigen algoritmes. Hierdoor zullen sommige schepen niet meer worden weergegeven en zullen andere met een tijdsvertraging worden weergegeven; AIS wijkt dan af van de werkelijkheid en van de radar-posities. Daarom worden alle windparken uitgerust 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 in het park geplaatst zodat Kustwacht met de scheepvaart kan communiceren.

### Vessel Traffic Management

De experts verwachten dat een VTM in de zuidelijke Noordzee een geringe positieve invloed heeft en het aantal aanvaringen (iets) zal verminderen. VTM heeft een positieve bijdrage aan een veilige afwikkeling van het verkeer; het kan het verkeer waarschuwen voor onverwachte of afwijkende omstandigheden, dreigend gevaar en kan het coördinerend optreden in het geval van een calamiteit. Opgemerkt moet worden dat de verwachting is dat de VTM niet effectief is in het geval van een driftend schip anders dan 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

<sup>48</sup> 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

<sup>49</sup> Idem.

uitvoegend verkeer in/van de TSS meer gecoördineerd te laten verlopen waardoor de kans op botsingen met doorvaarders en werkverkeer kan worden verlaagd.

#### **Aanvullende markering en identificatie windturbines**

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.

#### **Inzet van een Emergency Towing Vessel (ETV)**

Zoals uit de berekeningen volgt, vormt aandrijven een aanzienlijk deel van het risico. Een aandrijving, als gevolg van een storing in de voortstuwing, wordt voorkomen wanneer het schip voor anker kan gaan of de storing op tijd verholpen wordt. Met deze processen is in de berekening rekening gehouden. Een derde mogelijkheid waardoor de storing niet tot een aandrijving leidt is wanneer de drifter vroegtijdig wordt opgevangen door een sleepboot.

Een sleepboot van de Nederlandse overheid (ETV, Emergency Towing Vessel) wordt naar een drifter gestuurd zodra er een melding binnenkomt bij de Kustwacht. Een dergelijke ETV kan een aandrijving voorkomen wanneer het schip de drifter kan bereiken voordat een windturbine wordt geraakt.

Algemeen wordt ondersteund dat de inzet van een of meer ETV's in het gebied effectief is bij de opvang van driftende schepen en een mitigerende werking heeft bij aanvaringen en aandrijvingen met andere schepen en of windturbines. Wel moet hierbij worden opgemerkt dat ETV's weinig effect sorteren voor schepen die dicht bij windparken een voortstuwingsstoring krijgen. Dan is de beschikbare responsetijd te kort. Wel zou een ETV effectief kunnen zijn om te verhinderen dat een schip verder een windpark in drijft, en dus kan meer schade worden voorkomen. Om de effectiviteit van de maatregel te kunnen bepalen is nader onderzoek noodzakelijk. Het aanpassen van de afstand tussen windparken en de scheepvaartroutes (herschikking windparken) heeft ook effect op het aantal ETV's dat nodig is en dus ook op de kosten voor ETV's. Het gebruik van ETV's is veruit de duurste mitigerende maatregel.

#### **Extra SAR-capaciteit**

Dit heeft met name impact op de gevolgen van ongevallen voor bemanningen van schepen en werknemers in de windparken. Het is effectief voor alle schepen maar vanuit de expert groep<sup>50</sup> 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**

<sup>50</sup> Maatregelen uit de cumulatieve studie zijn beoordeeld in expertsessies (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)



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.

## 8.9 Leemten in kennis

Bij het openstellen van de windparken wordt een monitoringsverplichting opgenomen. Gemonitord wordt hoeveel en welke schepen gebruik maken van de omgeving van het windpark en hoeveel en welke incidenten hier bij plaatsvinden. Aan de hand van 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 de windenergiegebieden 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 aannames gedaan, want bijvoorbeeld is niet bekend wat de kans is dat de mast op het schip valt, dan wel van het schip af valt bij aanvaringen en aandrijvingen. Ook is het bezwijkgedrag van windturbines aangehouden in dit MER 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 als gevolg van het gecombineerde effect van de autonome ontwikkeling en de uitrol van de routekaart windenergie op zee 2030<sup>51</sup>. Naar aanleiding van onder andere dit onderzoek is besloten een scheepvaart monitorings- en onderzoeksprogramma op te zetten om kennisleemten en hiaten in te vullen, zoals bijvoorbeeld de volgende:

- 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 koopvaardischepen;
- *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;

<sup>51</sup> Zie <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/scheepvaart/> voor meer informatie en het onderzoek.

- 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.)?”

## 9 LANDSCHAP

### 9.1 Inleiding

Voor het aspect landschap is zichtbaarheid het belangrijkste aspect. Windturbines kunnen de ervaring van de ruimte aantasten, omdat zij mogelijk zichtbaar zijn. Het is daarom belangrijk om aan te geven hoe zichtbaar de windturbines zijn. Dat gebeurt in dit hoofdstuk.

In 2010 is reeds een uitgebreide studie naar zichtbaarheid en maatschappelijke aspecten van windturbines op de Noordzee gedaan<sup>52</sup>. 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 onderhavig document zal mede worden ingegaan op de resultaten van de studie uit 2010. Deze resultaten zijn tevens gebruikt in de zichtbaarheidsanalyses die zijn uitgevoerd voor de kavelbesluiten van de windenergiegebieden Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord).

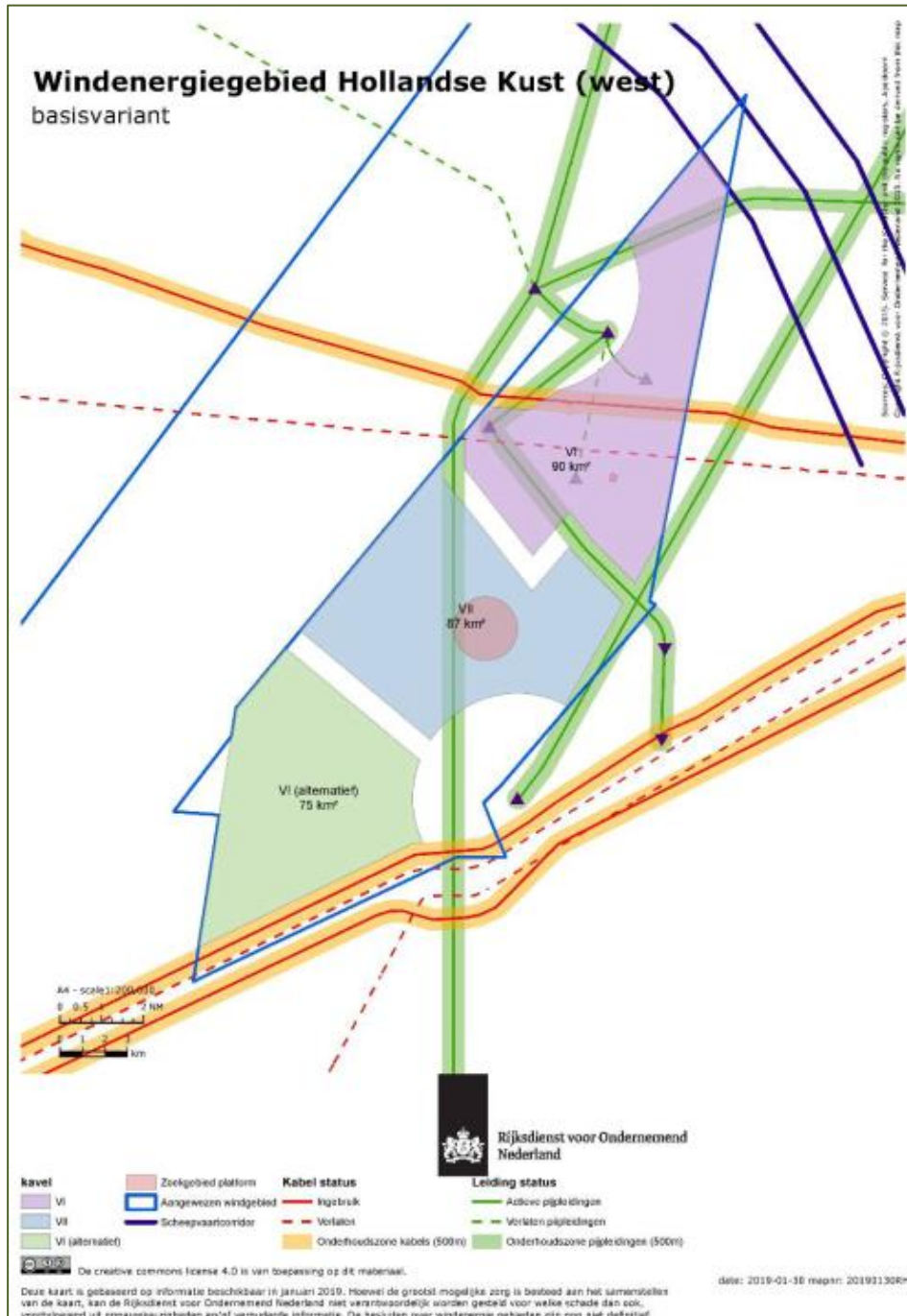
Onderhavig onderzoek gaat in op de zichtbaarheid van mogelijke liggingen van Kavel VI en Kavel VI (alternatief) in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) vanaf de Nederlandse kust..

#### 9.1.1 Te beschouwen bandbreedte/alternatieven

Er worden twee verkavelingsalternatieven onderzocht, waarvan één kavel wordt ingevuld met een windpark met een maximale capaciteit van 760 MW. Deze zijn in onderstaande figuur opgenomen. Naast deze verkavelingsalternatieven wordt tevens de realisatie een kavel VII onderzocht, dit maakt echter geen onderdeel uit van dit voornemen en wordt in een separate m.e.r.-procedure onderzocht.

<sup>52</sup> Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee

Figuur 9.1 Verkavelingsalternatieven Kavel VI en Kavel VI (alternatief)



Bron: Pondera Consult

De aspecten van de bandbreedte die voor het aspect landschap of de zichtbaarheid relevant zijn en beschouwd worden, zijn de tiphoogte van de te plaatsen turbines, het aantal turbines en de afstand tot de kust. De mogelijke fundatiewijzen (monopaal, tripod, etc.) en de dikte van de turbinepaal maken hebben geen significant effect op zichtbaarheid. Dit komt doordat de minimale afstand tot het strand dermate 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 strand, niet de fundatiewijze of dikte van de turbinepaal. De verkavelingsalternatieven Kavel VI en Kavel VI (alternatief) liggen respectievelijk op een afstand van ca. 51 km en 57 km tot Nederlandse kust.

In dit hoofdstuk wordt voor elk verkavelingsalternatief een tweetal alternatieven gehanteerd, die verschillen in windturbinegrootte. Het eerste alternatief ligt hierbij op de ondergrens van die bandbreedte, het tweede alternatief ligt op de bovengrens. Er zijn geen exacte coördinaten bekend van de turbineopstellingen. Voor de analyse worden de buitenranden van de kavelvlakken aangehouden als positie voor de dichtstbijzijnde windturbines, zodat geen onderschatting van de zichtbaarheid kan optreden.

**Tabel 9.1 Relevante kenmerken van de alternatieven**

Kenmerken	Alternatief 1 (minimum)	Alternatief 2 (maximum)
Aantal turbines	76	47
Vermogen per turbine	10 MW	16 MW
Rotordiameter	164 meter	279 meter
Tiplaagte	25 meter	25 meter
Tiphoogte	189 meter	304 meter
Ashoogte	107 meter	164,5 meter

### 9.1.2 Beoordelingskader

In Tabel 9.2 staat het beoordelingskader voor het onderdeel landschap. Op basis van deze beoordelingscriteria worden de effecten van het windpark op het landschap in dit hoofdstuk beschreven.

**Tabel 9.2 Beoordelingskader landschap**

Aspect	Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Landschap	Zichtbaarheid (in percentage van de tijd)	Kwantitatief (% van de tijd dat het park zichtbaar is)

### 9.1.3 Opzet en leeswijzer

In paragraaf 9.2 wordt ingegaan op de zichtbaarheid van windturbines, en de technische uitgangspunten die daarbij een rol spelen. In paragraaf 9.3 worden de effecten beoordeeld.

## 9.2 Zichtbaarheid van windturbines

### 9.2.1 Inleiding

Zichtbaarheid is een ruim begrip en niet eenvoudig te bepalen. Het hangt van een aantal factoren af of iets zichtbaar is. Een van die factoren betreft de beperkingen van het menselijke oog; hoewel we scherp kunnen zien en op grote afstand objecten kunnen onderscheiden, zijn er

grenzen aan wat we kunnen waarnemen. Daarnaast zijn er meteorologische omstandigheden die de zichtbaarheid beperken.

Deze en andere beperkingen die van belang zijn om de term zichtbaarheid te begrijpen, worden in deze paragraaf besproken. Er wordt getracht het begrip zichtbaarheid met objectieve maatstaven te beoordelen door te kijken naar de afstand tussen de turbine en de waarnemer, de maximale theoretische zichtbaarheid, en het effect van weersomstandigheden.

De afstand waarop een object nog kan worden waargenomen wordt het zichtbereik genoemd. Dit bereik hangt van een drietal factoren af:

4. de eigenschappen van het object;
5. de theoretische zichtbaarheid, bepaald door:
  - a. de kromming van de aarde;
  - b. de visus van het menselijk oog;
6. meteorologische omstandigheden.

### 9.2.2 Eigenschappen van het object

De afmetingen, materiaal en kleur van elk object bepalen mede de zichtbaarheid ervan. Een groter object is beter zichtbaar dan een klein object, dat spreekt voor zich. Maar ook de kleur en het materiaalgebruik zijn van belang. Een lichtblauw of wit object valt minder op tegen een lichte achtergrond dan een donker object. Ook zal een object waarvan het materiaal weinig licht reflecteert (ofwel absorbeert), minder goed zichtbaar zijn<sup>53</sup>. De turbines zijn voorzien van een matte coating.

Bovendien trekt een bewegend object extra aandacht, doordat een deel van de zenuwen in onze ogen extreem gevoelig is voor beweging<sup>54</sup>. Een draaiende windturbine valt daarom meer op dan bijvoorbeeld een radiomast van gelijke omvang.

### 9.2.3 Theoretische zichtbaarheid

Voordat het zichtbereik kan worden bepaald, dient de theoretische zichtbaarheidsafstand te worden berekend. Wanneer objecten op een afstand staan die groter is dan deze theoretische afstand zullen zij uit het zicht worden genomen door de ofwel de kromming van de aarde (kimduiking) of doordat het object niet meer waarneembaar is met het menselijk oog (de visus).

#### 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 schematische weergave in Figuur 9.2). Bij een waarneemhoogte van 1,6 m (ooghoogte), is dit effect merkbaar bij een afstand tot het object vanaf ongeveer 4,5 km. Naarmate de afstand toeneemt zal een steeds groter deel van de

<sup>53</sup> Lörzing et al, 2007: zichtbaarheid van de Belle van Zuylen-toren

<sup>54</sup> Martinez-Condo & Macknick, 2007: Venster op de Geest

onderzijde van het object niet meer te zien zijn (aangegeven met x in Figuur 9.2), totdat uiteindelijk het gehele object achter de horizon is verdwenen.

Deze theoretische afstand waarop een object geheel zal verdwijnen is als volgt te berekenen:

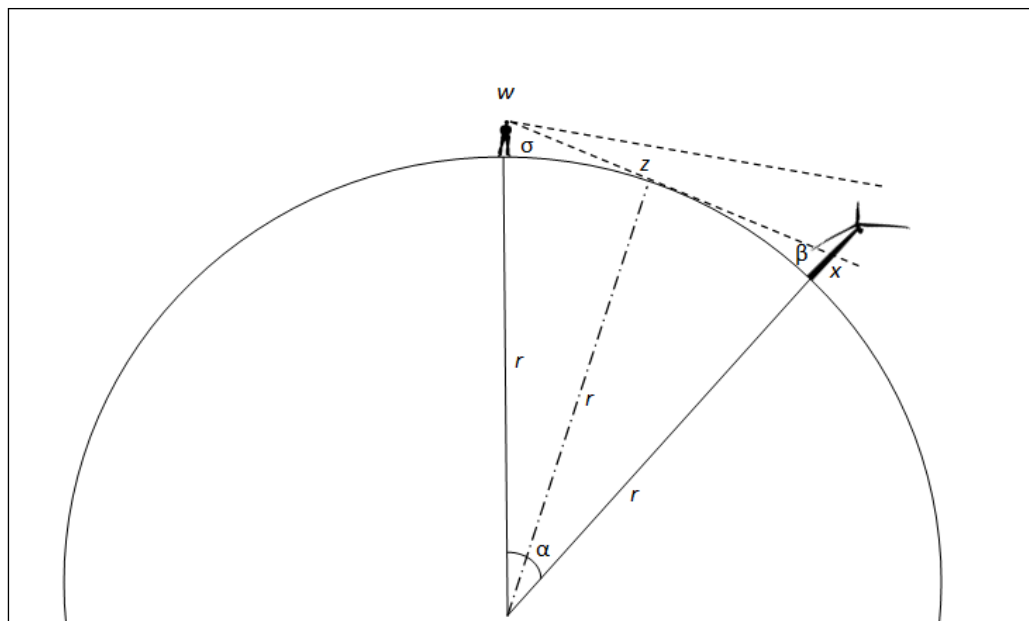
$$x = \frac{r}{\sin \beta} - r$$

Waarin:

$$\alpha = \frac{d * 360^\circ}{2 \pi r} \quad \beta = 180^\circ - \alpha - \sigma \quad \sigma = \arcsin \left[ \frac{r}{r+w} \right]$$

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

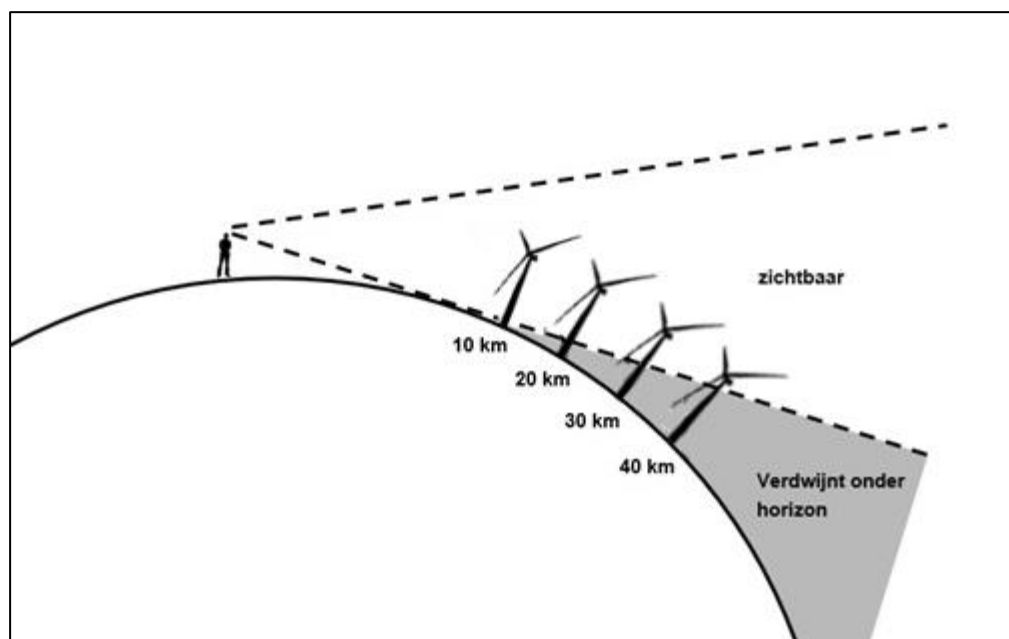
In Tabel 9.3 zijn enkele kernwaarden bij benadering weergegeven voor verschillende afstanden, waarbij opvalt dat het deel van de windturbine dat niet meer te zien is snel groter wordt naarmate de afstand toeneemt. Een windturbine met een tiphoogte van circa 304 meter (maximumalternatief) is op een afstand van ongeveer 67 kilometer geheel aan het zicht onttrokken door dit effect bij een ooghoogte van 1,60 meter (strandbezoeker). Wanneer wordt waargenomen van een grotere hoogte (20 meter), is dit pas het geval na circa 82 kilometer.

Tabel 9.3 Verdwijnafstanden door kimduiking

Afstand tot object	Deel niet meer zichtbaar	
	Ooghoogte: 1,60 meter	Ooghoogte: 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	336 m vanaf aardoppervlak	230 m vanaf aardoppervlak

De verdwijnafstand uit Tabel 9.3 kan ook schematisch worden weergegeven, zie Figuur 9.3.

Figuur 9.3 Schematische voorstelling kimduiking en windturbines



Voor beide verkavelingsalternatieven (VI en VI(alternatief)) geldt daarmee dat, wanneer er wordt waargenomen vanaf het strand (ooghoogte 1,6 meter), het minimumalternatief (76 turbines met tiphoogte 189m) vanwege het effect van kimduiking op een afstand van 54 km volledig achter de horizon verdwijnt. Voor het maximumalternatief (47 turbines met tiphoogte 304m) gebeurt dit op 67 km.

De randen van de kavel ligt op het dichtstbijzijnde punt op 51 kilometer van het strand. Mogelijke turbines, die aan die rand van de kavels zullen worden geplaatst, zullen door kimduiking niet volledig aan het zicht worden onttrokken. Op het meest nabij gelegen deel van de verkavelingsalternatieven blijft nog circa 20 meter (alternatief 1) of circa 135 meter



(alternatief 2) van de windturbines mogelijk zichtbaar; oftewel; dat deel wordt niet door kimduiking aan het zicht onttrokken. Indien toepassing wordt gegeven aan de alternatieve ligging voor Kavel VI én voor alternatief 1, dan worden alle turbines in het windpark volledig aan het zicht onttrokken door kimduiking, aangezien bij deze ligging het windpark op een afstand van 57 kilometer tot de kust wordt geplaatst.

### Visus van het menselijk oog

Het menselijk oog is een zeer gevoelig instrument met een scherp waarnemingsvermogen. Om te bepalen wat het maximale zichtbereik is, moet rekening gehouden worden met de gezichtsscherpte ofwel 'visus' van het menselijk oog. Uit de literatuur kan worden afgeleid dat onder optimale omstandigheden (hoog contrast en goede lichtomstandigheden) het menselijk oog van een jong en gezond persoon, twee objecten van elkaar kan onderscheiden (middenin het blikveld) wanneer deze 0,3 boogminuten uit elkaar liggen<sup>55</sup>. Dit betekent dat een voorwerp van 1 m breed omgerekend nog zichtbaar is op 10 km. Een windturbinemast van bijvoorbeeld 4 m doorsnede kan dus theoretisch, bij optimale omstandigheden, op 40 km 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. De belangrijkste onderdelen van de turbine worden daarom onderscheiden, waarbij wordt uitgegaan van de afmeting van het onderdeel. In Tabel 9.4 en Tabel 9.5 worden deze afmetingen weergegeven voor het minimum- en maximumalternatief.

Waarneming tot op de theoretische zichtafstand is alleen mogelijk onder de meest optimale omstandigheden en zal in de praktijk vrijwel niet haalbaar zijn. Om een onderschatting te voorkomen worden deze getallen in deze studie wel gehanteerd (worst case inschatting).

Tabel 9.4 Afmetingen turbineonderdelen 10 MW turbine (fictief)

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel (m)*	Op max. hoogte (m)
Mast (maximale Ø )	10,0	107,0
Gondel (hoogte)	10,0	117,0
Rotorbladen (max. breedte)	7,3	+/-120
Rotortip	0,5	189,0

\* Omdat nog geen concrete afmetingen van deze turbine bekend zijn, zijn de afmetingen van één van de grootste turbines op de markt (de Vestas V164) geëxtrapoleerd.

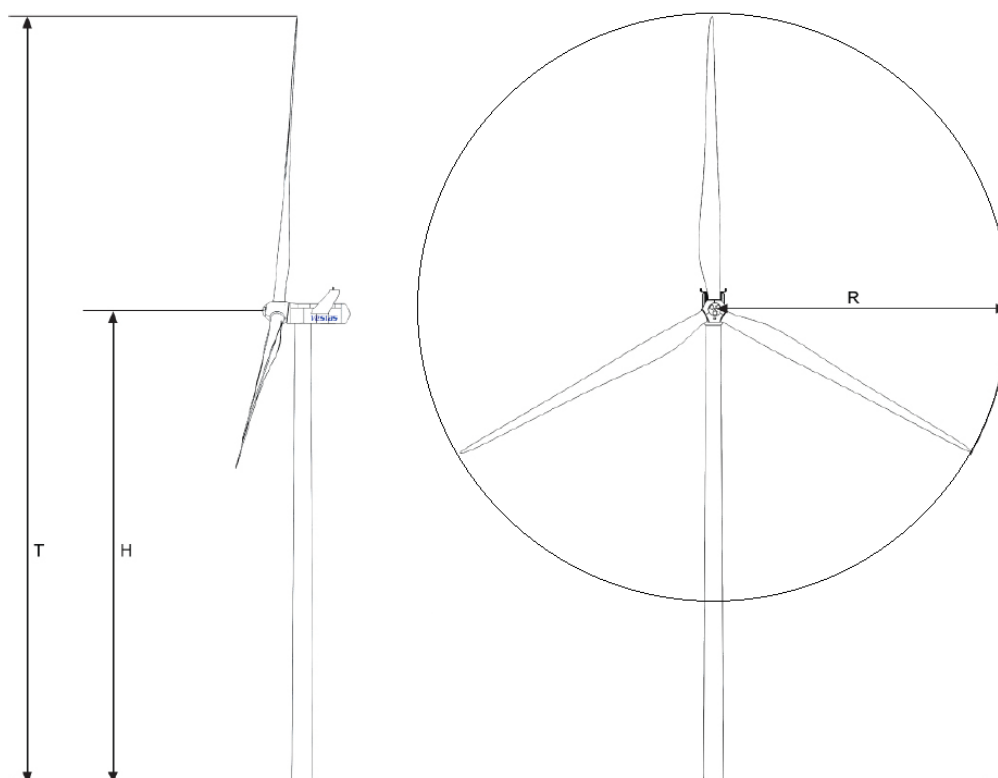
Tabel 9.5 Afmetingen turbineonderdelen 16 MW turbine (fictief)

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel (m)*	Op max. hoogte (m)
Mast (maximale Ø )	10,0	164,5
Gondel (hoogte)	12 ,0	176,5
Rotorbladen (max. breedte)	9,0	+/- 210,0
Rotortip	0,6	304

\*\* Het betreft hier een fictieve turbine. De afmetingen zijn gebaseerd op die van de GE Haliade-X 12MW.

<sup>55</sup> Shang, H. and Bishop, I.D., 2000

Figuur 9.4 Afmetingen windturbines



Bron: Pondera Consult

Er is ook onderzoek gedaan naar de werkelijke prestaties van het menselijk oog in relatie tot zichtbaarheid van windturbines<sup>56</sup>. Hieruit is gebleken dat bij extreem helder weer, 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.

Deze getallen zijn van belang bij het interpreteren van de zichtbaarheid. Tot een afstand van 5 km is het hele rotorblad zichtbaar en mag worden aangenomen dat een gemiddeld persoon dit zal kunnen waarnemen, echter daarna zal de zichtbaarheid afnemen, te meer omdat het contrast niet maximaal is. Een witte turbine tegen een blauwe achtergrond is goed zichtbaar, maar er is geen sprake van (continu) maximaal contrast. Dit contrast wordt 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.

### Analyse

Wanneer de kimduiking en de visus van het menselijk oog in acht worden genomen, is de theoretische zichtbaarheid van (onderdelen van) de turbines te berekenen. Hierbij wordt uitgegaan van de hoogte van de turbine en de afmetingen van de turbine-onderdelen. De theoretische zichtbaarheid van de windturbines van beide alternatieven wordt in Tabel 9.6 en Tabel 9.7 weergegeven voor het minimum- en maximumalternatief.

<sup>56</sup> Bishop, et al, 2002: Determination of thresholds of visual impact: the case of wind turbines

Tabel 9.6 Theoretische zichtbaarheid turbine 10 MW\*

Turbine-onderdeel	Afmeting onderdeel (m)	Op max. 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 Ø )	10,0	107	41,5	53	100	Kimduiking
Gondel (hoogte)	10,0	117	44	55	100	Kimduiking
Rotorbladen (max. breedte)	7,3	+/- 120	44	55	73	Kimduiking
Rotortip	0,5	189	54	66	5	Visus

Tabel 9.7 Theoretische zichtbaarheid turbine 16 MW\*

Turbine-onderdeel	Afmeting onderdeel (m)	Op max. 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 Ø )	10,0	164,5	50,5	62	100	Kimduiking
Gondel (hoogte)	12,0	176,5	52	64	120	Kimduiking
Rotorbladen (max. breedte)	9,0	+/- 210	56,5	68	90	Kimduiking
Rotortip	0,6	304	67	79	6	Visus

Uit de bovenstaande tabellen blijkt dat voor beide alternatieven kimduiking het primaire effect heeft op de zichtbaarheid van de mast, de gondel en het dikste punt van het rotorblad. Met andere woorden: deze onderdelen verdwijnen eerder onder de horizon, dan dat zij niet meer zichtbaar zouden zijn wegens 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 waarneembaar met het menselijk oog. Voor dit onderdeel beperkt dus de visus van het oog de maximale zichtbaarheidsafstand.

Om het effect van ooghoogte op kimduiking weer te geven, is de berekening ook uitgevoerd voor een theoretische ooghoogte van 20 meter. In dat geval wordt in alternatief 1 de gondel en dikste deel van de rotorbladen van enkele windturbines niet langer door kimduiking aan het zicht onttrokken.

### Conclusie

Uit de bovenstaande analyse blijkt dat de theoretische zichtbaarheid van de windturbines in Kavel VI en Kavel VI (alternatief) voornamelijk wordt beïnvloed door het effect van kimduiking. Op de afstand waarop de grootste onderdelen (de mast, 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 betreft, en dus ook het hoogste boven de horizon uitsteekt. Echter, vanwege de kleine afmetingen van de rotortip zal die niet meer zichtbaar zijn voor het menselijk oog, ruim voordat de effecten van kimduiking een rol gaan spelen.

Indien alternatief 2 wordt toegepast, worden zowel de gondel, het breedste deel van de turbinebladen en de rotortip niet door kimduiking aan het zicht onttrokken, zowel bij een ooghoogte van 20 meter als bij een ooghoogte van 1,6 meter. Bij een ooghoogte van 20 meter zal ook een deel van de mast zichtbaar zijn.

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 paragraaf 9.2.4 wordt hier verder op ingegaan.

#### 9.2.4 Meteorologische omstandigheden

De belangrijkste beperkende factor, naast de omvang van het object, zijn de meteorologische omstandigheden. Het zicht wordt vaak beperkt door (water)deeltjes in de lucht, die de doorlaatbaarheid van de lucht verminderen en daarmee de zichtsafstand verkleinen<sup>57</sup>. 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 welk percentage van de tijd het windpark mogelijk zichtbaar is.

Op basis van resultaten uit voorgaande zichtbaarheidsanalyses<sup>58,59</sup> 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 circa 0,8% van de dagperiode zichtbaar. Dit komt neer op ongeveer 7 minuten. Aangezien het windpark verder weg zal komen te liggen dan de 48,6 kilometer uit die analyse, namelijk op minimaal 51 kilometer, zullen de effecten ook kleiner zijn.

Er kan worden geconcludeerd dat het windpark nagenoeg niet zichtbaar zal zijn.

#### 9.2.5 Horizontale beeldhoek en dominantie

De horizontale beeldhoek heeft geen invloed op het zichtbereik. Het betreft alleen de meting van de breedte van het windpark in het beeld van de beschouwer, wanneer deze over de Noordzee uitkijkt. Dit is tot op een afstand van ongeveer 30 kilometer relevant<sup>60</sup>. 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. Er kan daarom worden gesteld dat het windpark niet dominant zal zijn in het beeld van strandbezoekers.

#### 9.2.6 Zichtbaarheid in de nacht

ICAO schrijft voor turbines met een tiphoogte van meer dan 150 meter een rood knipperend licht voor van 2.000 candela in de nacht. Voor overdag en in de schemering wordt een wit licht met 20.000 candela voorgeschreven. Hoe meer turbines worden voorzien van verlichting voor

<sup>57</sup> KNMI (2012)

<sup>58</sup> MER Kavel V en VI Windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (2018), bijlage 10 - Zichtbaarheidsanalyse

<sup>59</sup> MER Kavels I t/m IV, Hollandse Kust (zuid) (2015)

<sup>60</sup> Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee

de luchtvaart, hoe zichtbaarder het windpark is. Op de worst case afstand van kavel VI, 51 kilometer, komt een verlichtingssterkte van 2.000 candela overeen met 769 nanolux. Een volle maan op een onbewolkte dag heeft een verlichtingssterkte van 0,05 lux<sup>61</sup>, wat betekent dat de mogelijke luchtvaartverlichting een sterkte heeft die 65 duizend keer minder 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.

### 9.3 Effectbeoordeling

Uit de effectbeschrijving blijkt dat het windpark in nagenoeg alle uitvoeringen (gedeeltelijk) zichtbaar is. Alleen bij toepassing van de alternatieve ligging én alternatief 1 (10 MW), worden de turbines volledig aan het zicht onttrokken. Daarnaast is de zichtbaarheid van windturbines in kavel VI in de voorgaande paragrafen weergegeven door het percentage van de tijd te berekenen, waarin de meteorologische omstandigheden zodanig zijn, dat het windpark te zien is. Dat is minder dan 1% van de tijd in de zomerdagen (gemiddeld 1 dag per zomer, 7 minuten zichtbaar). Dit maakt dat de beide mogelijke liggingen voor Kavel VI wat betreft zichtbaarheid niet onderscheidend zijn, de effectbeoordeling richt zich dan ook alleen op de alternatief 1 en alternatief 2 en wordt voor beiden als neutraal (0) beoordeeld.

Tabel 9.8 beoordeling landschap

Beoordelingscriterium	alternatief 1 (10MW)	alternatief 2 (16MW)
Zichtbaarheid in percentage van de tijd	0	0

De bovenstaande beoordeling gaat uit van een worst case beoordeling. Dat betekent in dit geval dat het punt van de kavelrand, dat het dichtst bij de kust ligt (51 kilometer), als uitgangspunt is genomen. In werkelijkheid zal een groot deel van het windenergiegebied verder weg liggen dan die 51 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.

### 9.4 Cumulatie

Naast windenergiegebied Hollandse Kust (west) worden er ook andere windenergiegebieden gerealiseerd. Ook hebben bestaande windparken een mogelijk effect op het landschap. In voorgaande zichtbaarheidsanalyses<sup>62</sup> is de cumulatieve horizontale beeldhoek op het beeld van de kustbezoeker berekend, zodat kon worden bepaald of het windpark dominant zou zijn in het beeld van kustbezoekers. Hierbij werden alleen objecten tot 30 kilometer meegenomen, aangezien de zichtbaarheid van objecten na deze afstand sterk afneemt dankzij onder andere kimduiking en meteorologische omstandigheden. Het windpark in onderhavige document ligt op 51 kilometer afstand, en is daardoor op jaarbasis slechts op 1 dag, 7 minuten zichtbaar. Er wordt daarom geen significante bijdrage aan de cumulatieve effecten verwacht.

<sup>61</sup> 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.

<sup>62</sup> MER Kavel V en VI Windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (2018), bijlage 10 - Zichtbaarheidsanalyse

## **9.5 Mitigerende maatregelen**

Uit de bovenstaande analyse is gebleken dat er geen significante effecten op het landschap zijn. Het nemen van mitigerende maatregelen is daarom niet nodig.

## **9.6 Leemten in de kennis**

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

## 10 OVERIGE GEBRUIKSFUNCTIES

### 10.1 Inleiding

Doordat bij de locatiekeuze en de begrenzing van windenergiegebied Hollandse Kust (west) reeds rekening is gehouden met ander gebruik in de omgeving, is de beïnvloeding door het windpark op ander gebruik van de Noordzee beperkt. Dit neemt niet weg dat het windpark invloed kan hebben op andere gebruiksfuncties in het gebied. In dit hoofdstuk is dat nader onderzocht, hierbij is ingegaan op de volgende functies:

- visserij;
- olie- en gaswinning;
- luchtvaart;
- zand-, grind- en schelpenwinning;
- baggerstort;
- scheeps-, wal- en luchtvaartradar;
- kabels en leidingen;
- telecommunicatie;
- munitiestortgebieden en militaire activiteiten;
- recreatie en toerisme;
- cultuurhistorie en archeologie;
- schelpdierkweek;
- windparken;
- lokale en regionale economie.

In tegenstelling tot de andere effecthoofdstukken is gekozen om de huidige situatie en autonome ontwikkeling tezamen met de effectbeschrijving per aspect te beschrijven. Dit maakt het hoofdstuk beter te volgen.

### 10.2 Te beschouwen bandbreedte / alternatieven

Voor de effecten van het windpark op gebruiksfuncties is veelal niet de inrichting van het windpark bepalend voor de effecten, maar de buitencontour (ruimtebeslag) van het windpark. Dit is bijvoorbeeld het geval bij zandwinning; binnen het windpark is dit niet toegestaan. Waar de inrichting van het windpark wel een rol speelt (bijvoorbeeld luchtvaart, cultuurhistorie & archeologie), spelen vaak bepaalde inrichtingsaspecten een rol, zoals het aantal turbines, de hoogte van windturbines en de oppervlakte aan erosiebescherming. Om de bandbreedte van de mogelijke milieueffecten in beeld te brengen zijn twee alternatieven onderzocht die het meest uiteenlopen voor wat betreft het aantal turbines (76 of 47 turbines) de tiphoogte (189m of 304m) en de totaaloppervlakte van de turbines plus erosiebescherming (23.000 - 859.500 m<sup>2</sup>, zie ook tabel 5.2 in hoofdstuk 5). Om de bandbreedte van de mogelijke milieueffecten in beeld te brengen zijn twee alternatieven onderzocht die het meest uiteenlopen voor wat betreft het aantal turbines (76 of 47 turbines) de tiphoogte (189m of 304m) en de totaaloppervlakte van de turbines plus erosiebescherming (23.000 - 859.500 m<sup>2</sup>, zie ook tabel 5.2 in hoofdstuk 5).

Tabel 10.1 geeft een indicatie van de oppervlakten van verschillende type funderingen en erosiebescherming als deze voor de hele kavel toegepast zijn.

Om de bandbreedte van de mogelijke milieueffecten in beeld te brengen zijn twee alternatieven onderzocht die het meest uiteenlopen voor wat betreft het aantal turbines (76 of 47 turbines) de tiphoogte (189m of 304m) en de totaaloppervlakte van de turbines plus erosiebescherming (23.000 - 859.500 m<sup>2</sup>, zie ook tabel 5.2 in hoofdstuk 5).

**Tabel 10.1 Totaal oppervlak fundering en erosiebescherming (kavel VI). Onderstaande afmetingen zijn indicatief bedoeld en kunnen project specifiek afwijken.**

Type fundering	Oppervlakte fundering (m <sup>2</sup> )*	Oppervlakte erosiebescherming (m <sup>2</sup> )*	Totaal oppervlak (m <sup>2</sup> ) *
Jacket Ø 3,5 m (10 MW)	2.930	70.196	73.100
Jacket Ø 4,5 m (16 MW)	3.000	70.196	74.800
Monopile Ø 10,0 m (10 MW)	5.970	47.800	53.700
Monopile Ø 12,5 m (16 MW)	5.770	46.100	51.900
Tripod Ø 4,0 m (10 MW)	2.870	68.800	71.600
Tripod Ø 5,0 m (16 MW)	2.770	66.500	69.200
Suction bucket Ø 20,0 m (10 MW)	23.900	573.000	597.000
Suction bucket Ø 25,0 m (16 MW)	23.000	554.000	577.000
Gravity Based Fundatie Ø 40,0 m (10 MW)	95.500	764.000	859.500
Gravity Based Fundatie Ø 50,0 m (16 MW)	92.300	738.300	830.600

\*Weergegeven zijn de totaaloppervlaktes van een park met 76 x 10 MW turbines of 47 x 16 MW turbines.

### 10.2.1 Te beschouwen alternatieven

Alternatief 1: 76 x 10 MW windturbines (tiphoogte 189 meter) op een Gravity Based fundatie met een doorsnede van 40 meter ter plaatse van de zeebodem. Hierbij wordt gerekend met een erosiebescherming van driemaal de diameter.

Alternatief 2: 47 x 16 MW windturbines (tiphoogte 304 meter) op een Suction Bucket met een doorsnede van 25 meter.

Bij Alternatief 1 en Alternatief 2 is uitgegaan van respectievelijk het grootst aantal turbines gecombineerd met een Gravity Based fundatie, en het kleinste aantal turbines gecombineerd met een suction bucket fundatie. Omdat deze fundaties het grootste en het kleinste mogelijke oppervlak aan erosiebescherming hebben wordt hiermee het grootst en kleinste mogelijke effect weergegeven. Op die manier geven deze alternatieven de boven- en ondergrens aan van de bandbreedte aan mogelijke effecten die de realisatie van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (west) met zich mee kan brengen. Daarnaast wordt er een onderscheid gemaakt in kavel VI en kavel VI (alternatief), welke gelegen is in het zuidelijke deel van het windenergiegebied.



## 10.3 Beoordelingskader

Voor de beoordeling van de effecten van het windpark op het aspect overige gebruiksfuncties zijn de onderstaande beoordelingscriteria onderscheiden (zie Tabel 10.2). Aan de hand van deze beoordelingscriteria worden de effecten beschreven. De effecten zijn kwalitatief en waar mogelijk kwantitatief beschreven. De effecten van het windpark op de scheepvaart zijn beschreven in hoofdstuk 8 Scheepvaartveiligheid, en zijn in dit hoofdstuk buiten beschouwing gelaten.

Tabel 10.2 Beoordelingscriteria overige gebruiksfuncties

Aspect	Beoordelingscriterium
Visserij	Beperkingen visserij
Olie- en gaswinning	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 luchtvaartradar	Interferentie radar
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen
Telecommunicatie	Verstoring straalpaden
Munitiestortgebieden en militaire activiteiten	Interferentie munitiestortgebieden en militaire activiteiten
	Aanwezigheid niet-gesprongen explosieven
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart
	Beperkingen kustrecreatie
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten
Schelpdierweek en aquacultuur	Beperkingen schelpdierweek en aquacultuur
Windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken
(Lokale en regionale) Economieën	Effecten op de economie en werkgelegenheid

Hieronder volgt per aspect de huidige situatie en autonome ontwikkeling én direct ook de effectbeschrijving.

## 10.4 Visserij

### 10.4.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Nederlandse visserij-sector

Visserij vindt op de hele Noordzee plaats. In de praktijk vindt visserij plaats op zogenaamde visbestekken, dat zijn specifieke locaties waar bepaalde soorten vis vaak worden aangetroffen. Visbestekken wisselen per visserij en per seizoen. Op het Nederlands Continentaal Plat (NCP)

worden verschillende vormen van visserij uitgeoefend. De zuidelijke Noordzee (het Nederlandse, Belgische en Engelse deel), waarin het windenergiegebied zich bevindt, vormt een belangrijk gebied voor de commerciële visserij en vormt samen met de centrale Noordzee het meest beviste gebied in de Noordzee. Er wordt gevist op bodemgebonden (demersale) en niet-bodemgebonden (pelagische) vis. Demersale vis betreft met name tong en schol, pelagische vis betreft onder andere haring, makreel en horsmakreel. In de kustzone is de visserij voornamelijk gericht op garnalen en op bepaalde schelpdieren (o.a. Amerikaanse zwaardschede).

De visserij-intensiteiten in de Noordzee verschillen per gebied en per seizoen. In Figuur 10.1 is de Nederlandse vlootsamenstelling te zien.<sup>63</sup> Het aantal actieve visserijvaartuigen is tussen 2012 en 2018 met circa 11% gedaald tot 592 vaartuigen. In de grote zeevisserij is het aantal vaartuigen aanzienlijk afgenomen over dezelfde jaren van 14 naar 8 (gemiddeld over 2018). Eind 2018 was het aantal actieve grote zeevisserijvaartuigen nog 7 doordat een trawler onder Poolse vlag is gaan varen

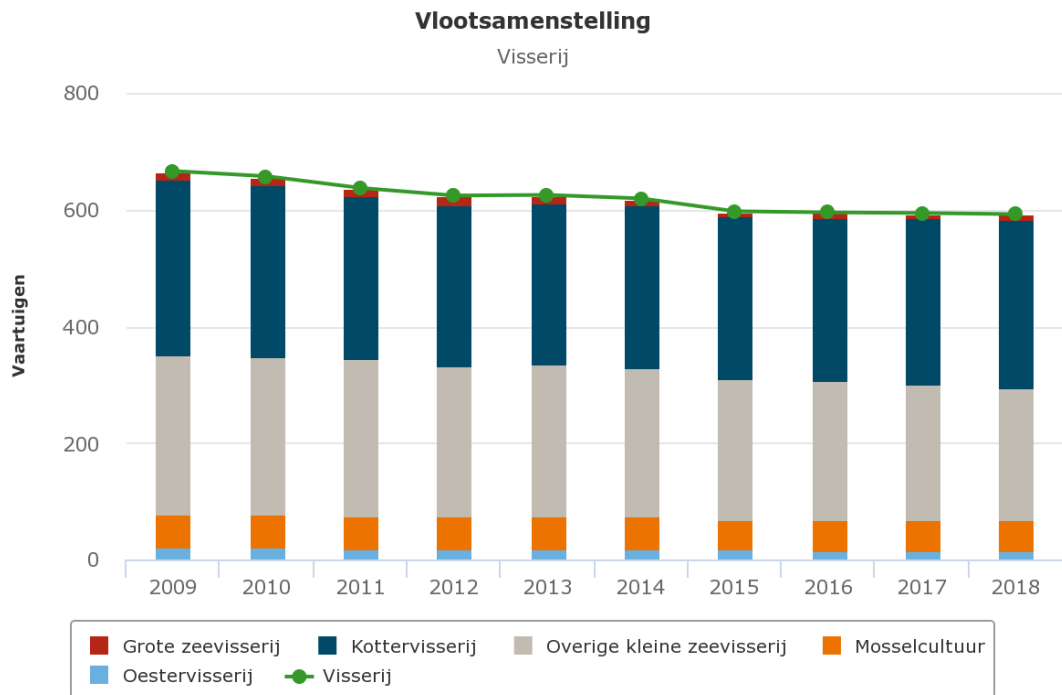
In de andere onderdelen van de Nederlandse vloot heeft er met name in de overige kleinschalige visserij verandering in omvang plaatsgevonden. Deze daalde van 231 schepen in 2017 naar 225 in 2018. Met name het aantal staandwant-schepen loopt al jaren sterk terug. Waar dit aantal in 2013 nog op 48 schepen lag, kwam dit in 2018 op 12 uit. In de kottervisserij waren in de vijf jaren voor 2017 gemiddeld tussen de 275 en 280 kotters actief (jaarlijkse peildatum vloot 31 december). Eind 2018 lag dit aantal op 289 kotters. De mosselvloot breidde met één schip uit tot 53 schepen in 2018, terwijl de oestersector net als in 2017 op een aantal van 17 schepen uitkwam. Het aantal actieve kotters zal in 2019 naar verwachting toenemen door eerdere geplaatste nieuwbouworders, waarbij voorzichtig wordt uitgebreid na het economisch bloeijaar 2016 in zowel vangsten als netto resultaat voor de kottervisserij. Tussen 2009 en 2016 heeft er in de kottervisserij een omslag plaatsgevonden waarbij vrijwel alle boomkorvistuigen vervangen zijn door pulsvistuigen.

De ontheffingen van de Nederlandse overheid, op basis waarvan deze omslag heeft plaatsgevonden, zijn recent in strijd met Europese regels bevonden. De uitspraak van 16 april 2019 verbiedt het gebruik van pulsvistuigen vanaf 1 juli 2021 en stelt tot die tijd een transitieperiode in waarin pulsvisserij in beperkte mate mogelijk is mits er voldaan wordt aan de gestelde eisen.<sup>64</sup> Eén daarvan stelt dat maximaal 5% van de kottervloot uitgerust mag zijn met pulsvistuigen. Naar verwachting zal de kottervloot hierdoor een omslag terug maken naar boomkorvistuigen.

<sup>63</sup> Wageningen University (2018), <http://www.agrimatie.nl/PublicatiePage.aspx?subpubID=2526&themalD=2286&indicatorID=2880&sectorID=2860>, bron geraadpleegd in april 2019.

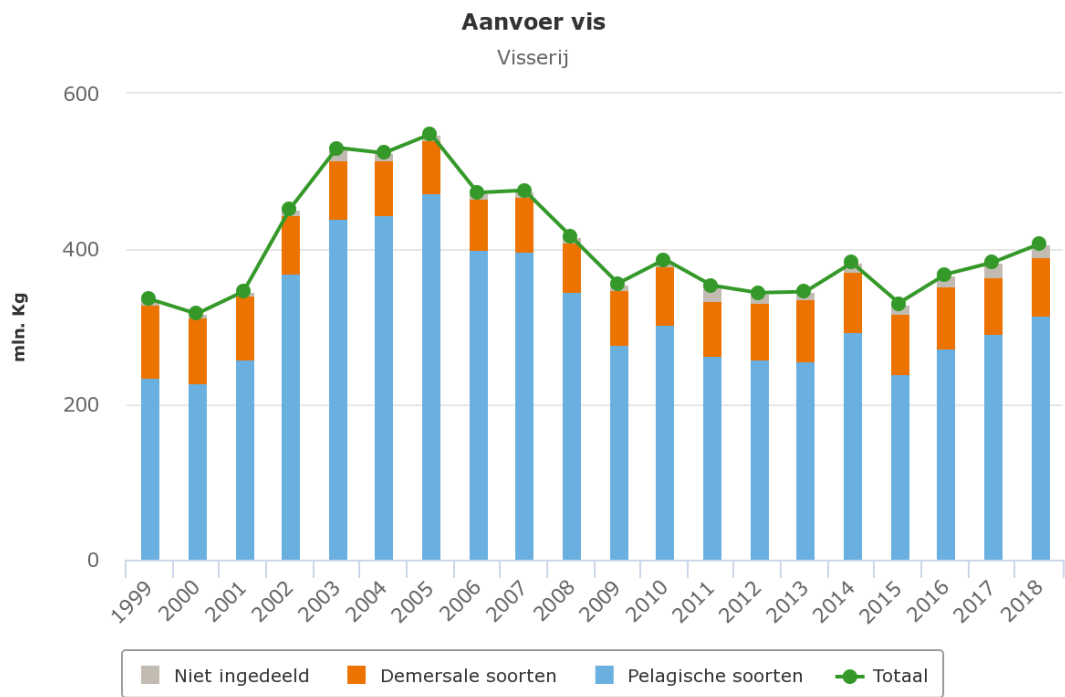
<sup>64</sup> European Parliament, Conservation of fishery resources and protection of marine ecosystems through technical measures, Strasbourg, 16 April 2019.

Figuur 10.1 Nederlandse vlootsamenstelling (Bron: Wageningen University, 2018)<sup>63</sup>



In Figuur 10.2 is de aanvoer van vis in miljoenen kg weergegeven<sup>63</sup>[Error! Bookmark not defined.](#). Schol, garnalen en tong zijn de meest aangevoerde vissoorten. Waar het aandeel pelagische vis in de laatste jaren afnam van 79% van het totaal in 2010 tot 74% van het totaal in 2016, is in 2017 en 2018 dat aandeel weer gestegen tot ongeveer 78% (VIRIS aanvoergewicht).

Figuur 10.2 Aanvoer van vis (Bron: Wageningen University, 2018)<sup>63</sup>



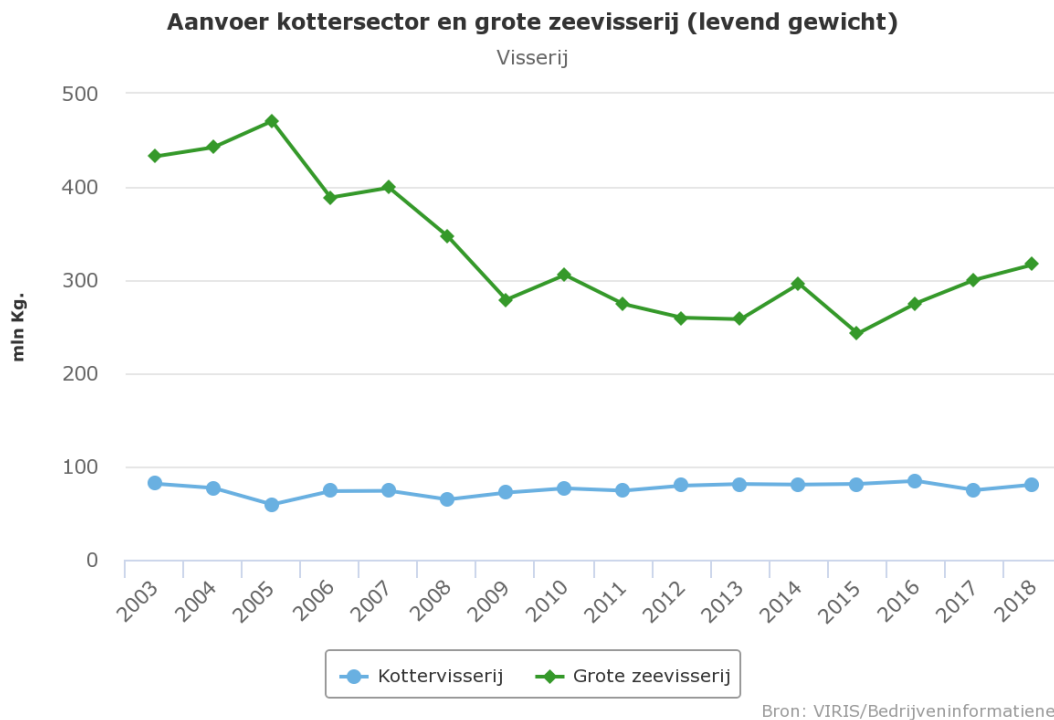
Figuur 10.3 laat zien dat de aanvoer van vis door de grote zeevisserij is tussen 2005 en 2010 sterk is afgenomen, en tussen 2010 en 2016 vervolgens licht is afgenomen. Van 306 mln. kg in 2010 naar 275 mln. kg in 2016. In 2017 kwam de aanvoer door ruimere quota voor diverse vissoorten op 300 mln. kg. In 2018 lag deze aanvoer nog hoger met afgerond 317 mln. kg. De belangrijkste pelagische vissoorten die in 2018 aangevoerd zijn betreffen: haring, blauwe wijting, makreel en horsmakreel.

De aanvoer van de kottersector nam in 2018 toe met ongeveer 6 mln. kg vis vergeleken met een jaar eerder. Dit hangt vooral samen met de gestegen aanvoer van garnalen, welke haast verdubbelde, en daarmee de grote stijging voor de kottervisserij in Tussen 2009 en 2016 heeft er in de kottervisserij een omslag plaatsgevonden waarbij vrijwel alle boomkorvistuigen vervangen zijn door pulsvistuigen.

De ontheffingen van de Nederlandse overheid, op basis waarvan deze omslag heeft plaatsgevonden, zijn recent in strijd met Europese regels bevonden. De uitspraak van 16 april 2019 verbiedt het gebruik van pulsvistuigen vanaf 1 juli 2021 en stelt tot die tijd een transitieperiode in waarin pulsvisserij in beperkte mate mogelijk is mits er voldaan wordt aan de gestelde eisen. Eén daarvan stelt dat maximaal 5% van de kottervloot uitgerust mag zijn met pulsvistuigen. Naar verwachting zal de kottervloot hierdoor een omslag terug maken naar boomkorvistuigen.

Figuur 10.1 veroorzaakt. In 2018 kwam het totaal aan gevangen vis (levend gewicht) op 80,6 mln. kg. De voornaamste demersale vissoorten die in 2018 aangevoerd werden zijn schol, tong, tarbot, griet, garnalen, rode poot, schar, inktvis en langoustines.

Figuur 10.3 Aanvoer Kotter en Grote zeevisserij (Bron: Wageningen University, 2018)<sup>63</sup>



De praktijk is dat in beginsel overal gevist wordt, behalve daar waar het verboden is in verband met de ruimtelijke scheiding met andere functies, bijvoorbeeld in de buurt van mijnplatforms en windparken op zee en in opgroeigebieden van jonge vis. Ook is de visserij in delen van Natura 2000-gebieden verboden voor (bodemberoerende) visserij (VIBEG-akkoord<sup>65</sup>). Activiteiten van nationaal belang, zoals scheepvaart, olie- en gaswinning, CO<sub>2</sub>-opslag, opwekking van duurzame (wind)energie, zandwinning- en suppletie en defensie (Beleidsnota Noordzee 2016-2021), hebben in deze gevallen voorrang.

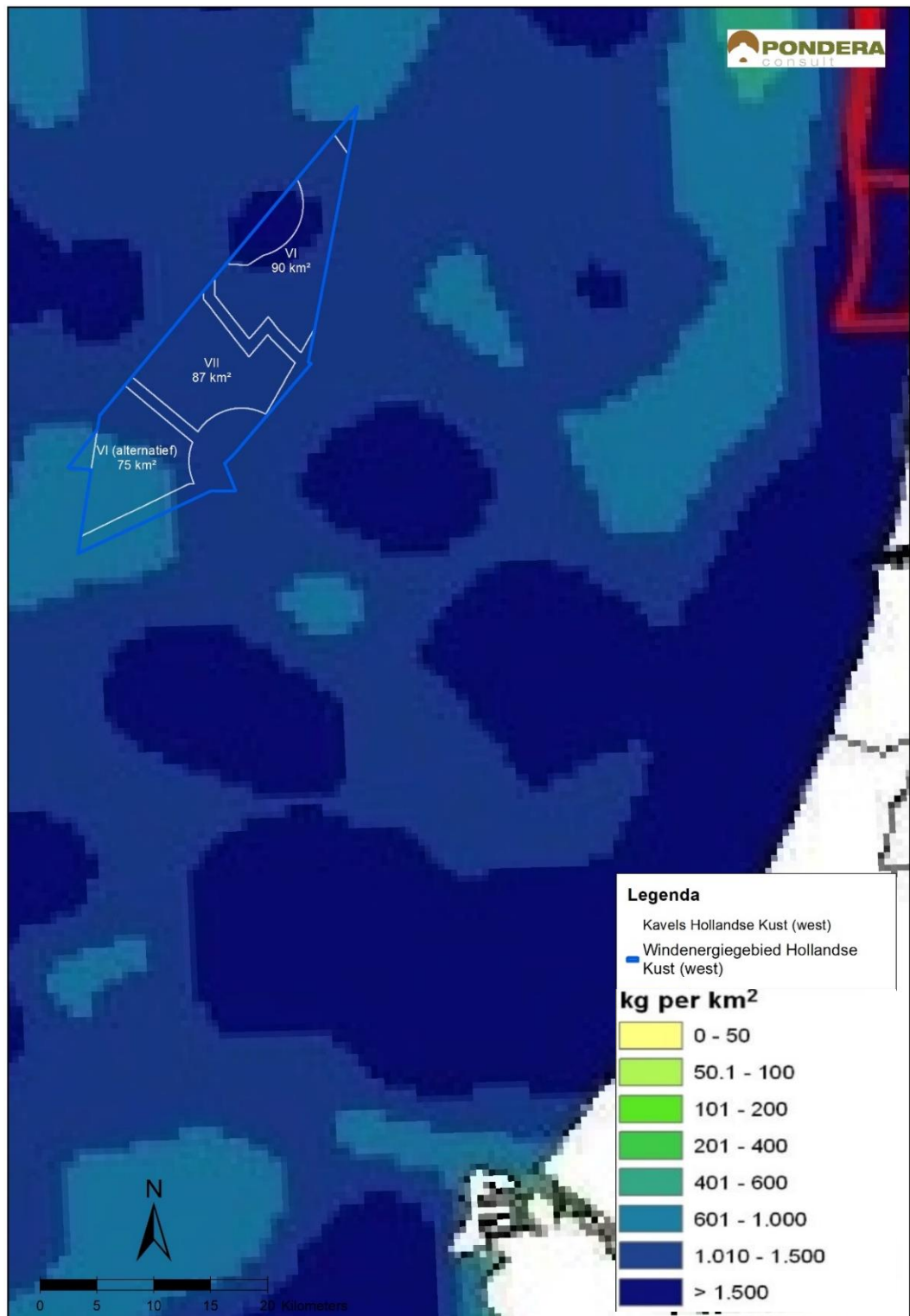
De vangstopbrengst van de gehele visserijsector in 2006, 2007 en 2008 in en rondom windenergiegebied Hollandse kust (west) is weergegeven in Figuur 10.4, Bron: Pondera Consult

Figuur 10.5 en Figuur 10.6. Alhoewel de figuren enigszins zijn gedateerd, geeft dit een indicatie van waar de meeste vangsten in en rondom het gebied historisch zijn gedaan. Hieruit blijkt dat kavels VI en VI (alternatief) in een gebied liggen met, over de jaren, een gevarieerde vangstopbrengst: tussen de 201 en 1500 of meer kg/km<sup>2</sup> in die jaren. Kavel VI beslaat een oppervlakte van 90 km<sup>2</sup> en kavel VI (alternatief) 75 km<sup>2</sup>. Ter indicatie: bij een vangst van gemiddeld ca. 850 kg/km<sup>2</sup> is de visvangst in kavel VI circa 76.500 kg/jaar, en in Kavel VI (alternatief) circa 63.750 kg/jaar. Dit komt overeen met 0.017% en 0.014% van de gemiddelde totale vangst van 454 mil. kg voor de hele visserijsector in deze periode.

<sup>65</sup> Rijksoverheid, Nieuwsbericht 13-12-2011: Delen Noordzee verboden voor visserij door akkoord natuurbeweging, vissers en rijksoverheid. Bron: <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2011/12/13/delen-van-noordzee-verboden-voor-visserij-door-akkoord-natuurbeweging-vissers-en-rijksoverheid>.

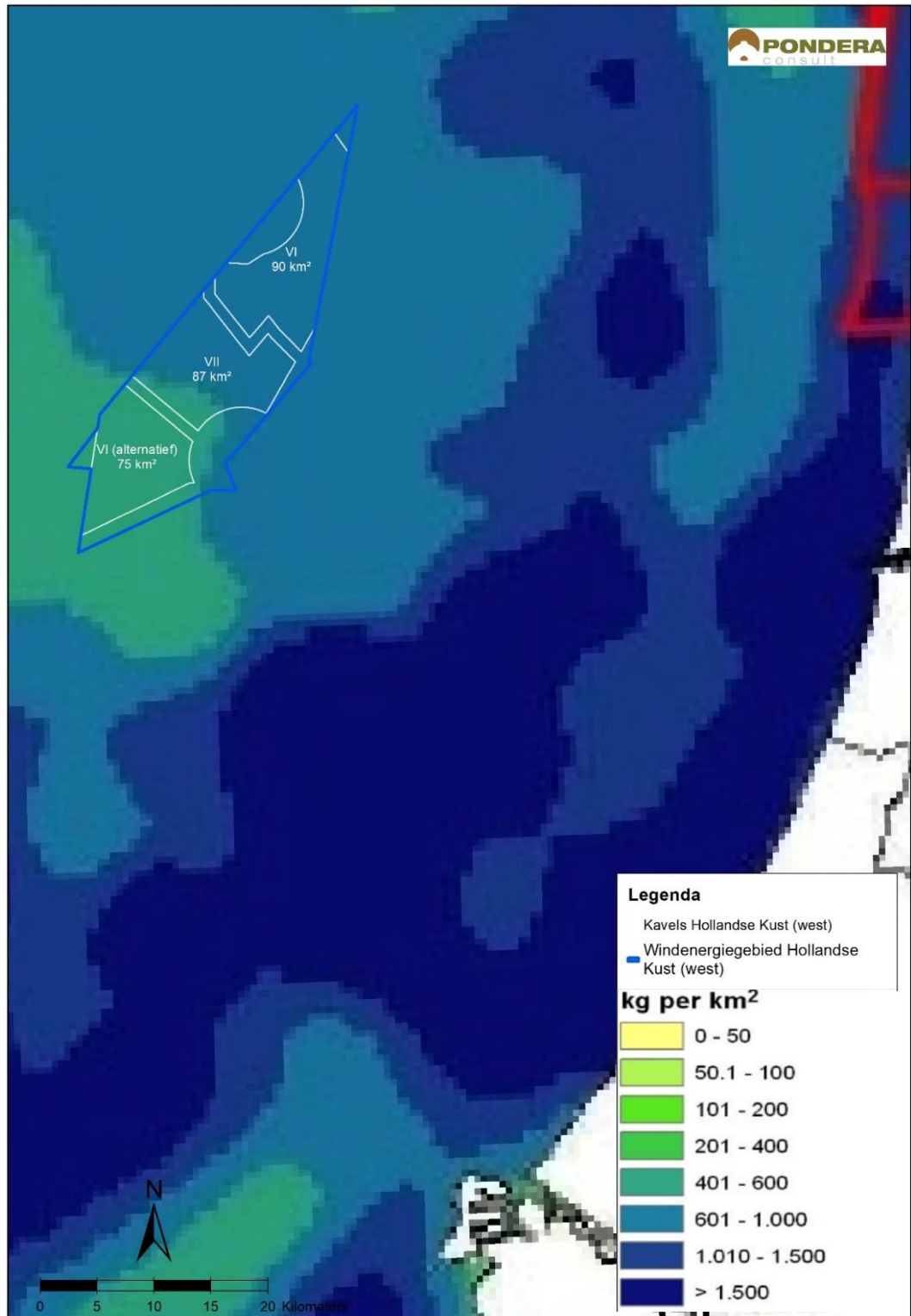
**Figuur 10.4 Vangst visserij per km<sup>2</sup> in de omgeving van windenergiegebied Hollandse Kust (west)  
(peildatum 2006) Bron: LEI, Wageningen UR 2010**





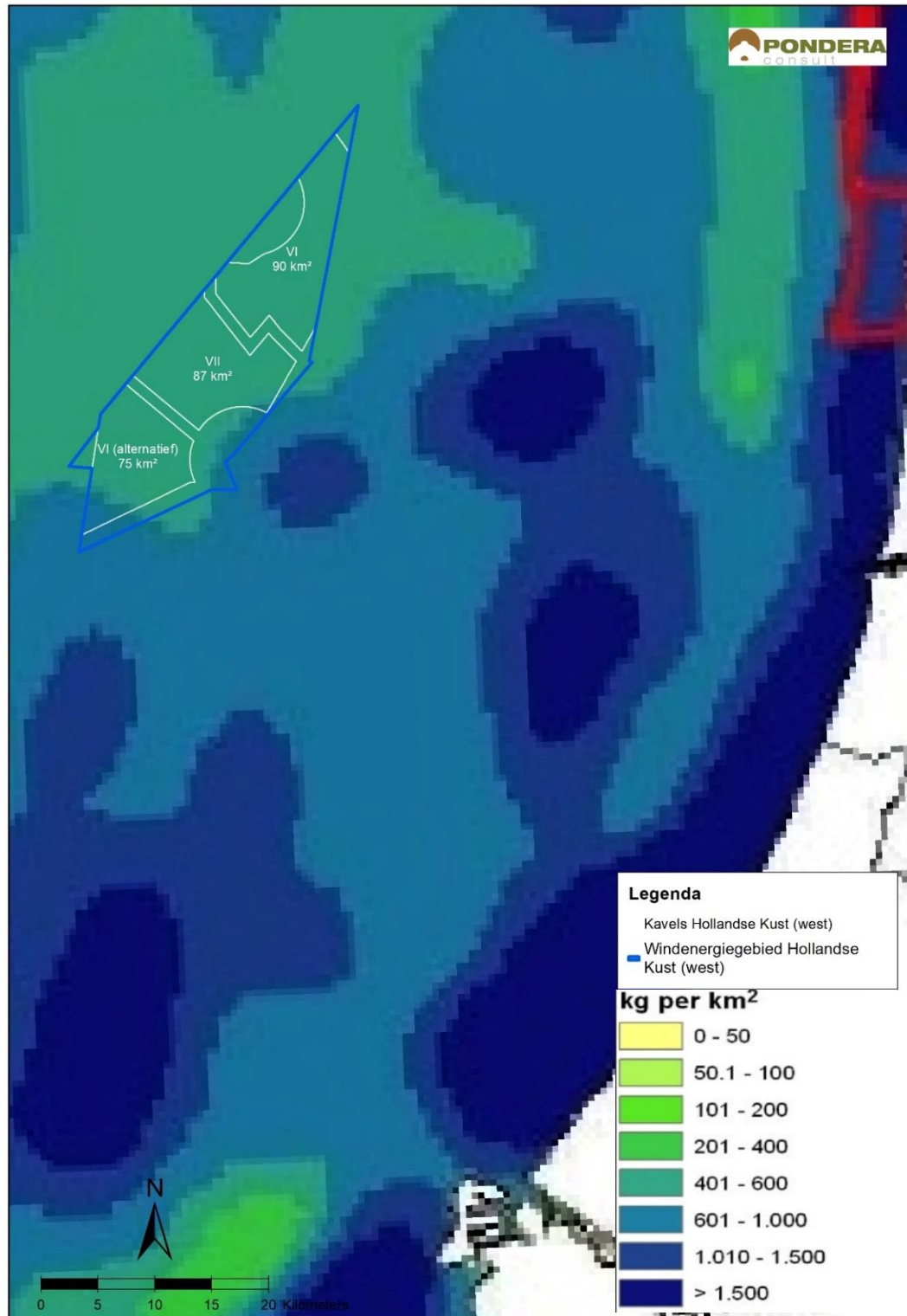
Bron: Pondera Consult

**Figuur 10.5** Vangst visserij per km<sup>2</sup> in de omgeving van windenergiegebied Hollandse Kust (west)  
(peildatum 2007) Bron: LEI, Wageningen UR 2010



Bron: Pondera Consult

Figuur 10.6 Vangst visserij per km<sup>2</sup> in de omgeving van windenergiegebied Hollandse Kust (west)  
(peildatum 2008) Bron: LEI, Wageningen UR 2010



Bron: Pondera Consult

Het grootste deel van de visaanvoer komt voort uit de pelagische visserij (zie

Figuur 10.2) welke de bodem niet beroert. De Nederlandse demersale visserij wordt hieronder in meer detail beschreven.

#### Nederlandse demersale visserij

De demersale visserij was in de periode van 2005 tot en met 2018 met 585 miljoen kg. van de bijna 2600 miljoen kg goed voor ongeveer 22% van de totale visaanvoer. Een ruimtelijke analyse van demersale visserijtypen – boomkorvisserij gericht op tong, boomkorvisserij gericht op schol en bordenvisserij gericht op Noorse kreeft en overige demersale visactiviteit - toont aan dat vissers in deze periode zeer specifieke benthische habitats bevisten. Dit onderzoek is uitgevoerd door de WUR en gepubliceerd in 2018.<sup>66</sup> De leefgebieden die door demersale vissers het intensiefst worden gebruikt, zijn relatief zeldzaam binnen de Noordzee. Een aanzienlijk deel van deze zogenaamde 'hotspots' ligt binnen Natura 2000 gebieden (o.a Dogger bank, Friese Front en Klaverbank). Het onderzoek geeft voor het eerst inzicht in de ecologische karakteristieken van verschillende zeelandschappen die doelgericht bevist worden in de Noordzee door de demersale visserij sector. De resultaten benadrukken dat de visserijdruk op de zeebodem niet homogeen over de Noordzee verdeeld is maar plaatsvindt in specifieke zeelandschappen. Er blijkt sprake van visserij hotspots (de top 1% van meest beviste gebieden) 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 populatie vissoorten aan wat de ecologische waarde van deze gebieden bovengemiddeld hoog maakt.

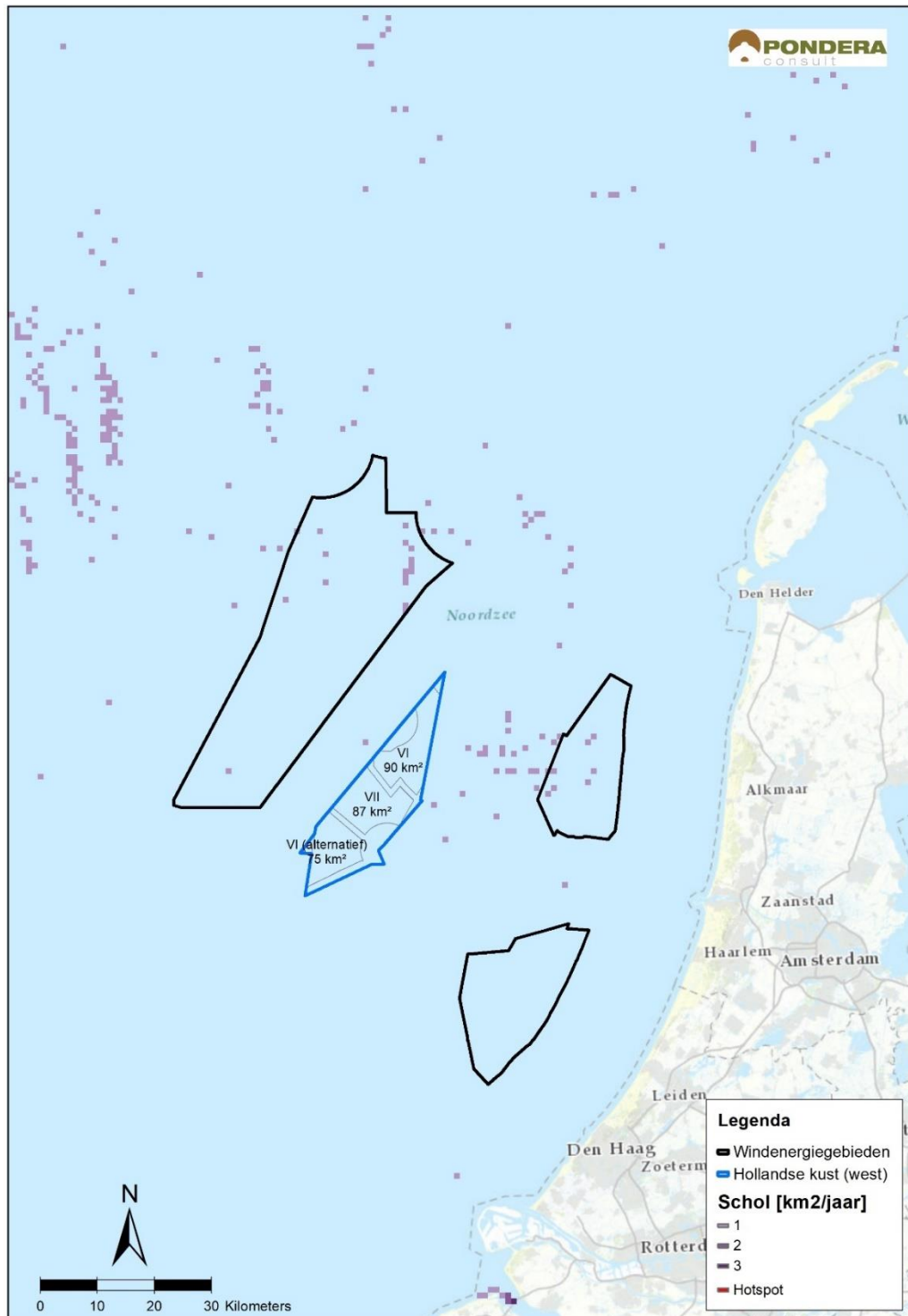
In het onderzoek is gekeken hoe de Nederlandse vissers deze zeelandschappen gebruiken. Een analyse van satelliet-positiegegevens van de drie belangrijkste (en overige) Nederlandse demersale visserijtypen geeft inzicht in de visintensiteit. Figuur 10.7, Figuur 10.8, Figuur 10.9 en Figuur 10.10 laten het aantal beviste km<sup>2</sup> per jaar per km<sup>2</sup> zeeoppervlak zien tussen 2008 en 2015 voor schol, kreeft, tong en overige demersale visactiviteiten. De analyse laat duidelijke hotspots zien; plekken die elk jaar intensief bevist worden. Sommige van deze hotspots liggen in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ), en een deel ligt in de EEZ van het Verenigd Koninkrijk, België, Duitsland en Denemarken. Binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (west) ligt enkel voor tong een gering aantal hotspots.

De scholvisserij vist erg verspreid en voornamelijk buiten het gebied dat weergegeven is in Figuur 10.7. Er lijkt een voorkeur te zijn voor de toppen van zandgolven, gelegen op de flanken van bijvoorbeeld de Doggersbank. Noorse kreeften worden actief bevist in de modderigste gebieden. Deze vangst vindt voornamelijk plaats in de noordelijke (diepere) delen van het Nederlandse deel van de Noordzee, buiten het weergegeven gebied in Figuur 10.8, maar in mindere mate ook langs de Nederlandse kust. Tongvissers zijn actief in de gehele zuidelijke Noordzee, vooral in de diepere troggen tussen de grote zandbanken. Figuur 10.9 laat een deel van deze activiteit zien en toont ook een groot aantal hotspots aan. Figuur 10.10 laat zien dat overige demersale visactiviteiten (bijvoorbeeld op garnalen) vooral langs de Nederlandse kust

<sup>66</sup> van der Reijden KJ, Hintzen NT, Govers LL, Rijnsdorp AD, 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>.

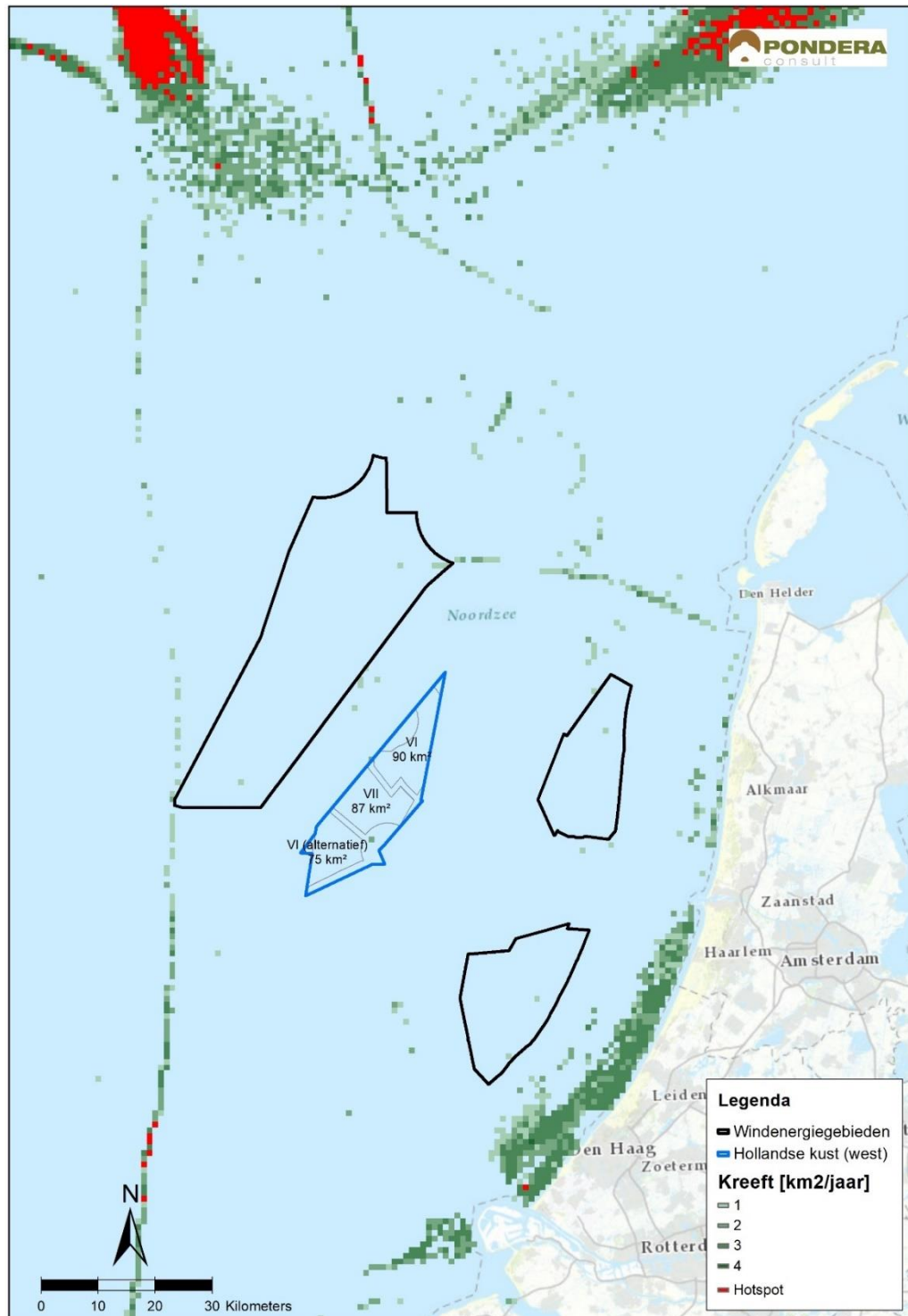
plaatsvinden en zich in enkele gebieden verder op zee concentreert. Deze gebiedsvoorkeuren zijn gekoppeld aan het voorkomen van de doelsoorten van deze visserijtypen. In het algemeen kan gesteld worden dat binnen de demersale visserij per visserijtype en doelsoort specifieke gebiedsvoorkeuren zijn.

Figuur 10.7 - Visintensiteit Schol. Gemiddeld aantal beviste km<sup>2</sup> per jaar tussen 2008 en 2015.<sup>66</sup>



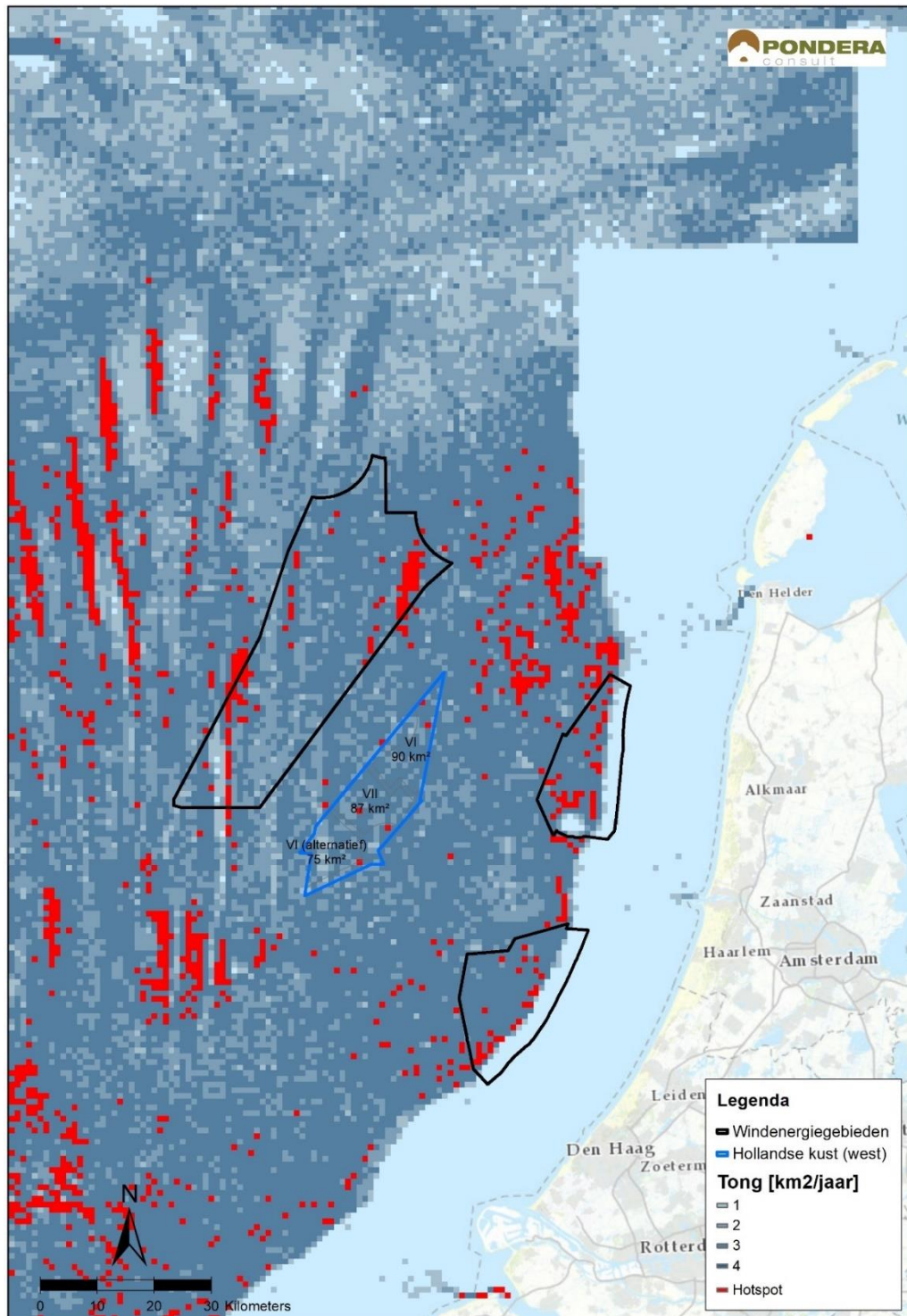
Bron: Pondera Consult

Figuur 10.8 – Visintensiteit Kreeft. Gemiddeld aantal beviste km2 per jaar tussen 2008 en 2015.<sup>66</sup>



Bron: Pondera Consult

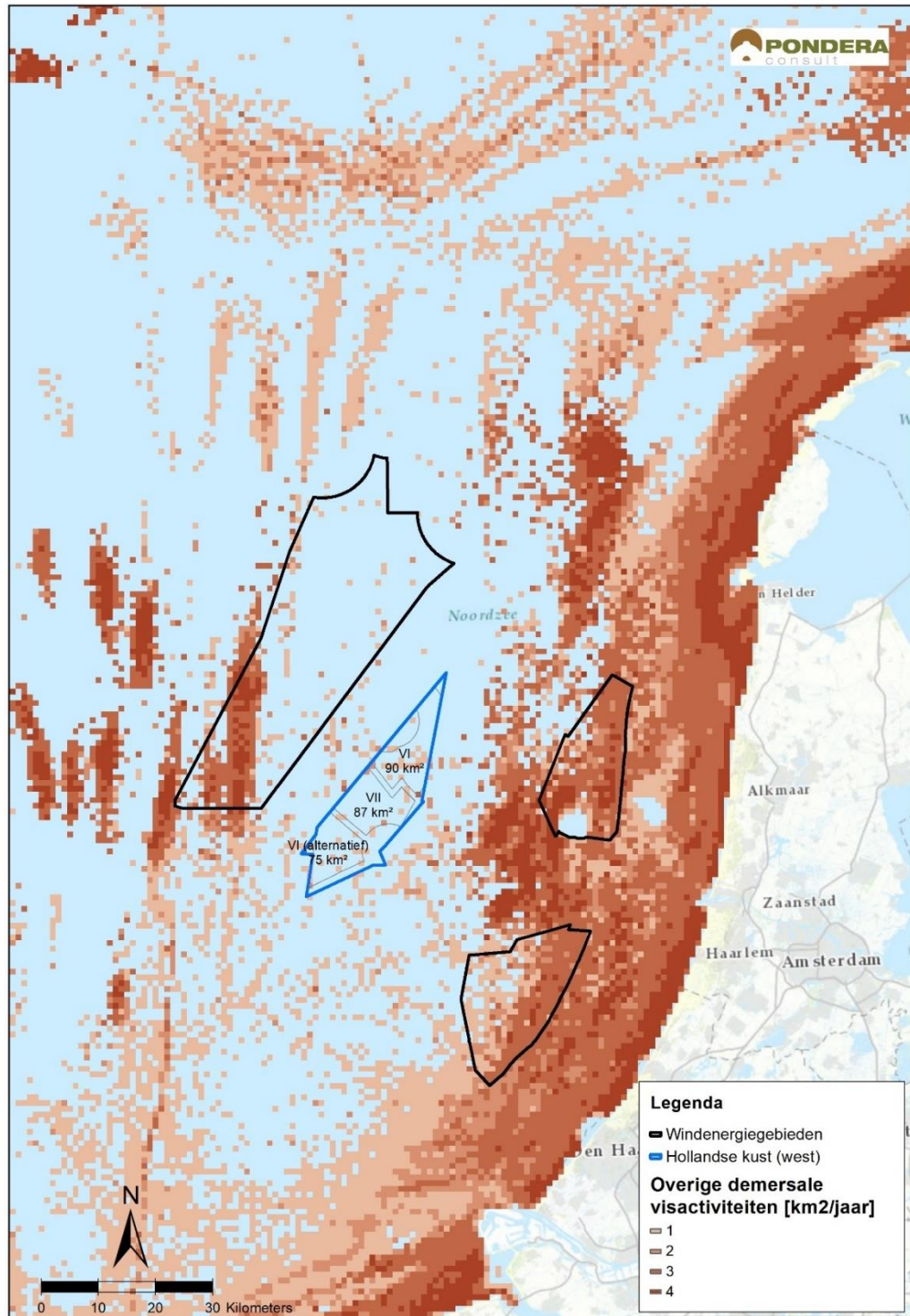
Figuur 10.9 – Visintensiteit Tong. Gemiddeld aantal beviste km2 per jaar tussen 2008 en 2015.<sup>66</sup>



Bron: Pondera Consult



Figuur 10.10 – Visintensiteit Overig demersale vis. Gemiddeld aantal beviste km2 per jaar tussen 2008 en 2015. <sup>66</sup>



Bron: Pondera Consult

#### Waarde van windenergiegebieden voor de Nederlandse demersale visserij

In een onderzoek uit 2019 is de waarde van geplande windenergiegebieden uit de routekaart 2030 voor de Nederlandse demersale visserijsector onderzocht tijdens de periode 2010 tot 2017.<sup>67</sup> Deze gebieden dragen gemiddeld € 1,52 mln. per jaar bij aan de bruto toegevoegde waarde (netto resultaat plus afschrijvingen, rente, lonen en sociale lasten) van de Nederlandse kottervisserij. Hiermee leverden deze gebieden een gemiddelde bijdrage van 1,36% aan de Nederlandse kottersector in zijn geheel en 2,65% aan de Nederlandse kottersector vissend op het NCP. De bijdrage varieerde sterk door de jaren, van € 1,0 tot € 2,5 mln. per jaar, en geeft hiermee een indicatie van de onzekerheid van de waarde van deze gebieden voor de visserij. De toegevoegde waarde van windenergiegebied Hollandse Kust (west) bedroeg per jaar gemiddeld € 220.000 met een standaard deviatie van € 20.00, een minimum van € 130.000 en een maximum van € 330.000. Tabel 10.3 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.

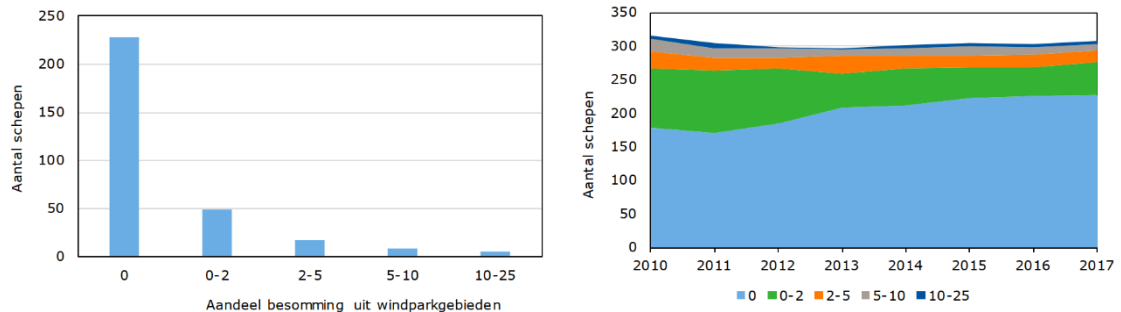
**Tabel 10.3 - Karakteristieken van de visserijactiviteiten binnen de routekaart 2030 windenergiegebieden over de periode 2010-2017.<sup>67</sup>**

	Borssele	HKN	HKZ	IJmuiden ver	HKW	Ten Noorden van de Wadden
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 <sup>2</sup>	954	351	442	315	267	88
Gemiddelde aangelande kg.'s per km <sup>2</sup> (vangst)	1.590	656	831	628	438	149
Gemiddelde opbrengst in € per km <sup>2</sup>	7.506	2.626	3.351	2.172	1.609	581
Gemiddelde bruto toegevoegde waarde per km <sup>2</sup>	3.042	1.094	1.406	853	617	222

De algemene afhankelijkheid van deze gebieden voor de besomming (totale opbrengst) van individuele schepen is laag (Figuur 10.11). Kijkend naar de besomming van individuele schepen geldt dat 95% van de schepen voor hooguit 5% van zijn besomming afhankelijk is van deze gebieden. Voor 3% van de schepen ligt de afhankelijkheid tussen de 5 - 10%, en voor 2% van de schepen tussen de 10 - 25%. Gemiddeld zijn individuele schepen voor 0 - 5% van hun besomming afhankelijk van Windenergiegebied Hollandse Kust (west).

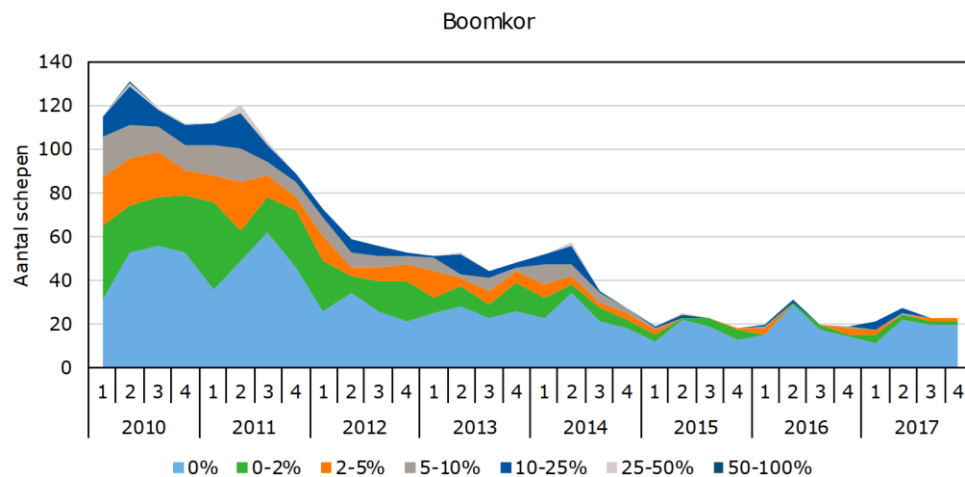
<sup>67</sup> Wageningen Economic Research, 2019 Wind op Zee: bepaling van de waarde van geplande windparkgebieden voor de visserij. Mol, Arie; Oostenbrugge, Hans van; Röckmann, Christine; Hintzen, Niels

**Figuur 10.11 - Indeling van schepen naar hun afhankelijkheid voor de visserij van de windenergiegebieden in 2017 (links) en over de periode 2010-2017 (rechts).<sup>67</sup>**

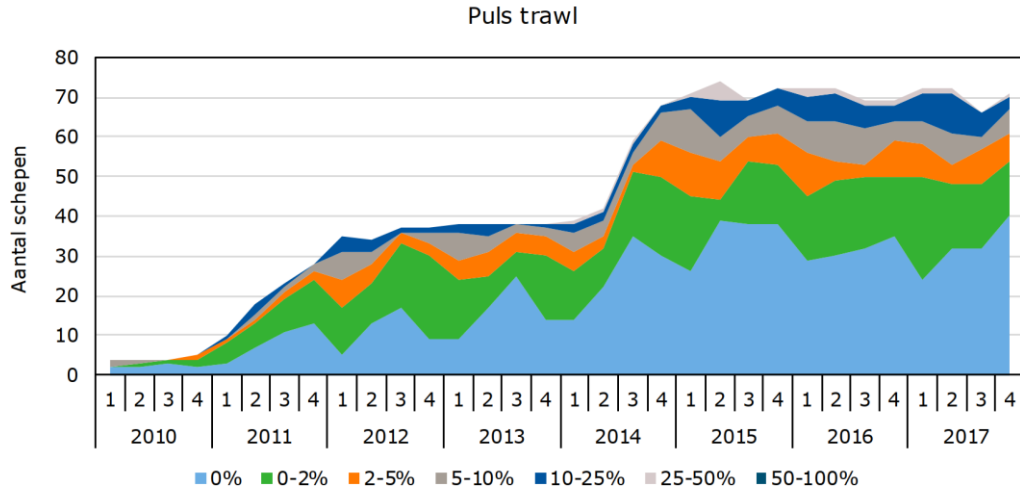


De afhankelijkheid van de windenergiegebieden verschilt per type visserij. Vooral binnen de boomkor en puls trawl zijn individuele schepen voor hun besomming afhankelijk van de windenergiegebieden (Figuur 10.12, Figuur 10.13 en Figuur 10.14). Voor de flyshootvisserij (schotse zegen of snurrevaadvisserij), is dat alleen in de zomermaanden het geval. Het valt op dat in de periode van 2010 tot 2014 een deel van de boomkor schepen is vervangen door schepen met pulstechniek. Het mogelijke effect van het recente verbod op pulsvisserij op de waarde van Nederlandse windenergiegebieden voor de demersale visserij, en diens afhankelijkheid daarvan, is echter niet onderzocht.

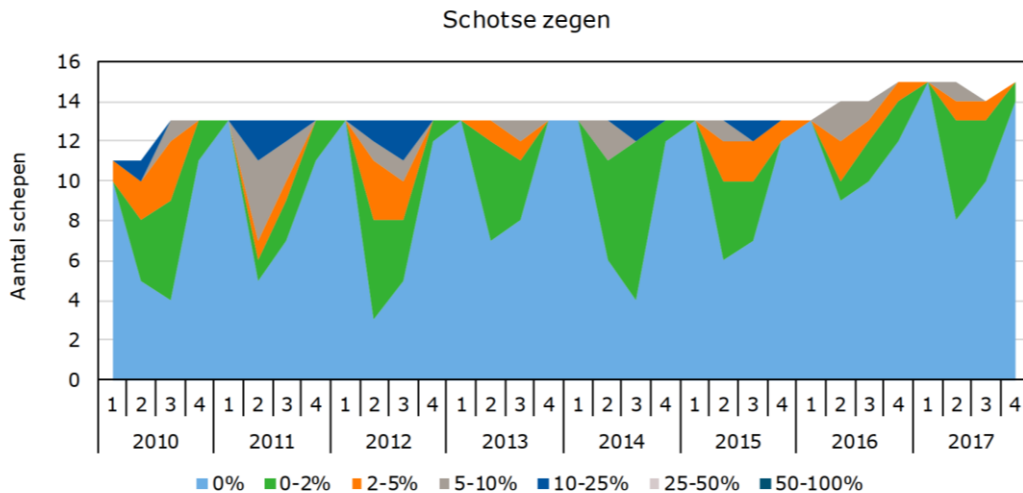
**Figuur 10.12 - Afhankelijkheid van de windenergiegebieden (uitgedrukt in het aandeel van de besomming) van schepen die vissen met de boomkor in de periode 2010-2017.<sup>67</sup>**



**Figuur 10.13 - Afhankelijkheid van de windenergiegebieden (uitgedrukt in het aandeel van de besomming) van schepen die vissen met de pulskor in de periode 2010-2017.** <sup>67</sup>

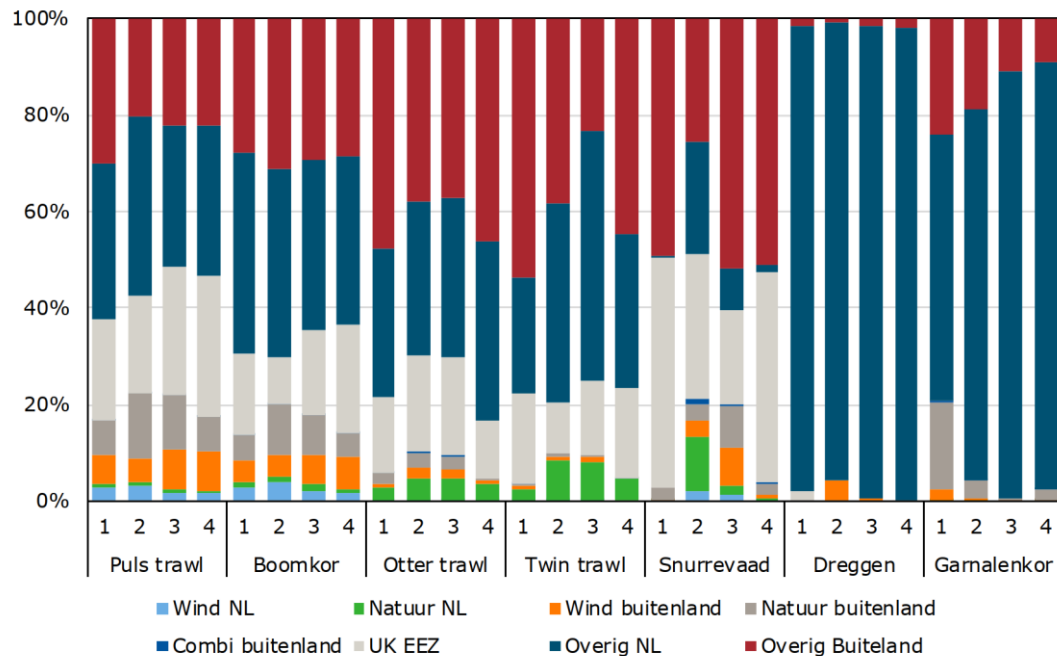


**Figuur 10.14 - Afhankelijkheid van de windenergiegebieden (uitgedrukt in het aandeel van de besomming) van schepen die vissen met het flyshoottuig in de periode 2010-2017.** <sup>67</sup>



In het overzicht in Figuur 10.15 is de afhankelijkheid 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 (Wind NL) vormt slecht een klein aandeel (enkele procenten) in de afhankelijkheid van de demersale visserij.

**Figuur 10.15 - Afhankelijkheid 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).<sup>67</sup>**



Gezien de omvang van het te sluiten areaal aan windparken op het NCP mag ook verwacht worden dat er voor de meeste vissers voldoende alternatieven zijn om eenzelfde hoeveelheid vis buiten de windenergiegebieden te kunnen vangen. Dit is echter wel afhankelijk van de (cumulatie van) andere gebiedssluitingen op de Noordzee.

De waarde van windenergiegebied Hollandse Kust (west) voor de Nederlandse demersale visserij is weergegeven in Tabel 10.4. Deze is verkregen door de data in Tabel 10.3 te vermenigvuldigen met de oppervlakte van kavel VI en kavel VI (alternatief).

**Tabel 10.4 - Waarde voor de Nederlandse demersale visserij van de kavels VI en VI (alternatief) in Hollandse Kust (west) in de periode 2010 – 2017.<sup>67</sup>**

	Kavel Oppervlak	VI 90 km <sup>2</sup>	VI (alternatief) 75 km <sup>2</sup>
Gemiddelde inspanning		24.030 kW-dagen	20.025 kW-dagen
Gemiddelde aangelande kg.'s (vangst)		39.420 kg	32.850 kg
Gemiddelde opbrengst		€ 144.810	€ 120.675
Gemiddelde bruto toegevoegde waarde		€ 55.530	€ 46.275

Tabel 10.5 laat de waarde van Hollandse Kust (west) samen met de andere geplande windenergiegebieden zien.

**Tabel 10.5 - Relatieve waarde van de windenergiegebieden ten opzichte van andere kengetallen van de kottervisserij, de kottervisserij op het Nederlands Continentaal Plat en individuele kotters in de periode 2010 - 2017.**<sup>67</sup>

	Borssele	HKN	HKZ	Ijmuiden ver	HKW	Ten Noorden van de Wadden	Totaal
Historische bijdrage aan de bruto toegevoegde waarde (mln. euro)	0,41	0,3	0,22	0,35	0,22	0,03	<b>1,52</b>
<b>Aandeel van de totale Nederlandse Kottervloot</b>							
Inzet (kW-dagen)	0,57%	0,42%	0,31%	0,57%	0,41%	0,06%	<b>2,33%</b>
Aanlandingen (kg)	0,26%	0,22%	0,16%	0,31%	0,19%	0,03%	<b>1,17%</b>
Opbrengst (euro)	0,42%	0,29%	0,22%	0,36%	0,23%	0,04%	<b>1,55%</b>
Bruto toegevoegde waarde	0,37%	0,26%	0,20%	0,31%	0,19%	0,03%	<b>1,36%</b>
<b>Aandeel van de totale Nederlandse kottervloot op het Nederlands Continentaal Plat</b>							
Bruto toegevoegde waarde	0,71%	0,52%	0,38%	0,60%	0,37%	0,06%	<b>2,65%</b>
Aandeel in besomming van individuele kotters (%)	0 - 12%	0 - 10%	0 - 6%	0 - 6%	0 - 5%	0 - 1%	<b>0 - 17%</b>

Het toekomstig belang van de gesloten en te sluiten windenergiegebieden voor de visserij wordt mede bepaald door de toekomstige ontwikkelingen in de ecologie van de Noordzee, de beleidsmatige en de sociaaleconomische context. Hoewel alle ontwikkelingen en de daarmee verbonden gebiedssluitingen op zichzelf voor de visserij wellicht niet van heel grote invloed zijn, is de cumulatie van al deze ontwikkelingen wel degelijk van grote invloed op de sociaaleconomische situatie van de Nederlandse visserij. In 10.19 Cumulatie zal dit toegelicht worden.

De Nederlandse pelagische sector is ook actief in de beoogde gebieden. Door het verschil in vismethode (vissen in de waterkolom in plaats van over de bodem) heeft deze vorm van visserij een andere afhankelijkheid van specifieke gebieden dan de demersale visserij. In tegenstelling tot de demersale visserij, zijn er van de pelagische visserij echter geen gedetailleerde onderzoeksresultaten beschikbaar. Er kan daarom geen gedetailleerde uitspraak over pelagische visserij worden gedaan.

#### Onderzoeken naar medegebruik in de vorm van visserij

In opdracht van RVO zijn er meerdere, parallelle onderzoeken uitgevoerd naar verschillende effecten van het toestaan van bodemberoerende visserij binnen de windenergiegebieden uit de Routekaart 2030 en in hoeverre dat mogelijk is. Door Ecorys zijn in mei 2019 de kansen, risico's en kosten voor de sleepnetvisserij onderzocht wanneer deze wel én niet zijn toegestaan.<sup>68</sup> Het uitblijven van de ontwikkeling van de Routekaart 2030 gebieden dient hierbij als referentiekader.

Wanneer vissen wel wordt toegestaan wordt het voornaamste risico voorzien in mogelijke beschadigingen van de windparkkabels. De herstelkosten van beschadigde infield kabels en export kabels zijn gemiddeld respectievelijk € 4,8 miljoen en € 7,8 miljoen. De hersteltijd voor infield kabels wordt geschat op gemiddeld tussen de 40 en 60 dagen. De hersteltijd voor export

<sup>68</sup> Ecorys, Kansen, risico's en kosten voor de visserij bij toestaan sleepnetvisserij in windenergiegebieden Eindrapportage, Rotterdam, 30 juli 2019.

kabels wordt geschat op gemiddeld tussen de 90 en 120 dagen. Arcadis (2018) geeft aan dat kabelschade een “medium risk” is welke een “laag risico” kan worden wanneer kabels dieper worden ingegraven. Het ingraven van de kabels zal de kans op schade verkleinen, maar brengt substantiële investeringskosten met zich mee. Ecorys schat deze kosten voor Hollandse kust (west) op €39 miljoen excl. additionele operationele kosten (OPEX). De herhalingsstijd van verschillende type schade wordt geschat op eens per jaar, tot eens in de tien jaar.

De “nieuwe” risico's op beschadigde kabels zullen hun weerslag hebben in de verzekeringen voor de windparkexploitanten en de vissers. De aansprakelijkheidslimiet voor vissers is in alle gevallen niet toereikend om de volledige schade te kunnen dekken. Dit betekent dat de windparkexploitanten, danwel hun verzekeraars geconfronteerd zullen worden met een restbedrag. Ecorys raamt dit restbedrag van de verschillende types schade tussen de €1,2 miljoen en € 46,3 miljoen. Verzekeraars zullen hierop reageren door enerzijds de premie voor vissers aanzienlijk te verhogen of anderzijds door uitzonderingsclausules in te voeren waardoor het financieel risico van vissen in de windenergiegebieden te groot wordt. Ecorys voorspelt dat de verzekeringspremie voor vissers hierdoor niet meer financieel draagbaar zal zijn..

De bruto toegevoegde waarde van de kottervisserij in deze windenergiegebieden bedraagt jaarlijks gemiddeld € 0,6 miljoen. De contante waarde<sup>69</sup> hiervan over 30 jaar wordt op € 7,3 miljoen beraamd. Ecorys concludeert daarom dat een significante premiestijging door het risico op kabelschade voor vissers naar verwachting niet te dragen zal zijn. De hogere kosten door een premiestijging wegen naar verwachting niet op tegen de baten van vissen op deze visgronden (EUR 0,6 miljoen per jaar).

Wanneer vissen niet wordt toegestaan zullen vissers beperkt worden in hun visgronden en verder moeten varen om hun vangsten gelijk te houden. De kosten van omvaren worden door Ecorys geraamd op € 0,4 miljoen tot € 1,7 miljoen met als uitgangspunt dat 160 van de 289 schepen zullen moeten omvaren. Dit komt neer op 1,4 – 5,8% van de nettowinst van deze 160 schepen. De kosten van omvaren zijn hierbij gebaseerd op de situatie waarin de nettowinst van €54 miljoen voor de hele sector evenredig zijn verdeeld over alle schepen. Omdat visserijactiviteiten door visquota beperkt zijn, zal het omvaren betekenen dat vissers meer tijd moeten besteden aan het behalen van dezelfde omzet. Ecorys merkt wel op dat ondanks dat de kans op kabel schade niet groot is, er op dit moment te weinig data beschikbaar om “evidence-based” voorspellingen te doen over het risico van bodemberoerende visserij in windenergiegebieden. Voor een goed begrip van het daadwerkelijke risico van bodemberoerende visserij binnen windenergiegebieden is het belangrijk om de kans op kabelschade goed in te schatten. Duidelijk is dat de impact van kabelschade voor verzekeraars, windparkexploitanten en sleepnetvissers significante effecten heeft.

Primo Marine heeft eveneens onderzoek<sup>70</sup> gedaan naar de gevolgen van mogelijke bodemberoerende visserij in toekomstige windenergiegebieden, indien hiermee rekening wordt gehouden in de layout van het windpark. Primo Marine komt op de volgende punten. Het

<sup>69</sup> De contante waarde is de huidige waarde van een toekomstig bedrag, verrekend met een bepaalde rente over dat bedrag. Of anders gezegd, de huidige waarde van een reeks kasstromen op verschillende tijdstippen.

<sup>70</sup> Primo Marine, TRA-1 Consequences of possible sea-bed fishery in future offshore wind farms, 27 July 2019.

belangrijkste doel voor de exploitant is om een windpark op zee te ontwerpen dat op de meest optimale manier energie uit wind opwekt. Dit betekent niet noodzakelijk dat de huidige windparken op zee zijn geoptimaliseerd voor (enige vorm van) visserij activiteiten. Daarom kan elke wijziging aan een windpark op zee om bodemberoerende visserij activiteiten mogelijk te maken, gevolgen hebben voor de indeling van en de afstand tussen de fundatiepalen en de onderwaterinfrastructuren. De door de visserij gewenste 1,85 km (1 NM) brede viscorridors zijn door Ecorys niet haalbaar bevonden omdat bij deze afstand ook een radiale indeling dient te worden gerealiseerd om voldoende lange gebieden kabelvrij te houden.<sup>68</sup> Hierbij worden zo veel mogelijk banen tussen de turbines vrijgehouden van infield kabels. Met de daarvoor benodigde turbine tussenafstanden zouden deze echter niet meer binnen de grenzen van de windenergiegebieden passen.

Om een windpark op zee geschikt te maken voor bodemberoerende visserij, zal de exploitant de indeling van het windpark moeten aanpassen, de kabels binnen het windpark dieper moeten begraven en, gedurende de levensduur van het windpark op zee, de benodigde diepteligging moeten onderhouden. Volgens Primo Marine is het aanpassen van de indeling van een windpark op zee voor bodemberoerende visserij niet verenigbaar met de business case, hetgeen mogelijk van invloed is op de financiële beslissing om de ontwikkeling van het windpark op zee te beginnen. Om "precisie" visserij mogelijk te maken dienen de vissersschepen tevens aangepast te worden, maar de investering hiervan is relatief laag

Primo Marine concludeert, in lijn met de conclusies van Ecorys, dat een windparkexploitant mogelijk geconfronteerd wordt met aanzienlijke verliezen ten aanzien van kabel storing veroorzaakt door bodemberoerende visserij. Deze verliezen betreffen kabel reparaties en gederfde inkomsten. De exploitant zal een beroep doen op verzekeringen om deze schade te vergoeden en de visserij zal een beroep doen op verzekeringen voor aansprakelijkheid, hetgeen slechts een klein deel van de schade zal vergoeden (conform de maximum dekking onder de polis voor het vissersvaartuig). Het overblijvende (grootste) deel wordt verhaald bij de verzekeraar van het windpark op zee (indien voor een dergelijke verzekering gekozen is). Tevens zullen beide partijen het eigen risico niet vergoed krijgen. Het risicoprofiel is niet in evenwicht (geen voordelen, uitsluitend nadelen) voor belanghebbenden zoals een windparkontwikkelaar/exploitant of verzekeringsmaatschappijen.

Door Green Giraffe zijn de effecten van het toestaan van bodemberoerende visserij op de Levelized Cost of Electricity (LCOE) en de Bankability van windparken onderzocht.<sup>71</sup> In het geval van Hollandse Kust (west) zijn de bevindingen als volgt. De extra kosten door diepere ingraving en duurder onderhoud van kabels (waar Ecorys ook naar verwijst) heeft een voorspelde toename van 0 – 0,2 €/MWh in de LCOE tot gevolg bij turbine tussenafstanden van 1,3 km (hetgeen al meer is dan in de indelingsalternatieven onderzocht in dit MER). In cumulatie met de effecten van het verlies aan inkomen, reparatiekosten, verzekeringscompensatie, operationele kosten (OPEX), investeringskosten (CAPEX) en toegenomen premies zal de totale toename bij deze tussenafstand in de LCOE 0,2 – 1,7 €/MWh bedragen. Wanneer wordt voldaan aan de tussenafstandseis van 1,85 km van de visserijsector zal de toename in LCOE door diepere ingraving en extra onderhoud van kabels toenemen met 0,17 – 0,45 €/MWh. In cumulatie met de andere genoemde effecten zal de

<sup>71</sup> Green Giraffe, LCOE impact of seabed fishing in OWFs, 22 July 2019.



LCOE stijgen met 0,4 – 1,9 €/MWh. Green Giraffe verwacht niet dat de bankability van de windparken hierdoor in het geding komt, maar voorspelt wel een iets hogere Weighted Average Cost of Capital (WACC).<sup>72</sup>

### Autonome ontwikkeling

Ten aanzien van de visserij zijn de autonome ontwikkelingen van andere windparken op zee, zoals Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord) of IJmuiden Ver van belang. De komst van deze parken zorgen namelijk voor een afname (zij het marginaal) in de totale beschikbare oppervlakte op de Noordzee voor visserij. De effecten in cumulatie voor de visserij door deze ontwikkelingen zijn hierboven gedeeltelijk beschouwd en worden nader beschreven in paragraaf 10.19.

### Ontwikkeling visserijtechnieken

De visserijsector in Nederland bevindt zich in een transitieproces naar het gebruik van meer duurzame vismethoden. Deze transitie wordt onder meer aangewakkerd door brandstofprijzen en de aanlandplicht. De focus ligt hierbij op technieken die de bodem meer met rust laten en onbedoelde bijvangsten 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 vooral gebruik maakt van de traditionele boomkor met wekkerkettingen. In de Ontwerp Nationale Omgevingsvisie<sup>73</sup> van juni 2019 wordt het ontwikkelen van economisch en ecologisch duurzame visserij tevens als nationaal belang genoemd.

## 10.4.2 Effectbeschrijving

Per 1 mei 2018 zijn de bestaande windparken (met uitzondering van Gemini) voor de Nederlandse kust toegankelijk voor schepen met een lengte over alles tot 24 meter. Dit mag alleen onder strikte voorwaarden:

- Doorvaren is alleen toegestaan tussen zonsopkomst en zonsondergang;
- AIS-apparatuur (Automatische Identificatie Systeem) dient altijd aan te staan;
- Er moet tenminste een afstand van 50 meter van de turbinepalen worden aangehouden (dit geldt ook voor lijnen, dobbers, haken en andere voorwerpen vanaf het vaartuig);
- Alleen vissen met een hengel is toegestaan;
- Verbinding maken met de bodem is verboden (geen ankers en sleepnetten, ofwel bodemberoerende visserij);
- Vistuigen moeten volledig op het dek liggen en zichtbaar zijn.

Zoals blijkt uit

Figuur 10.4, Bron: Pondera Consult

Figuur 10.5 en Figuur 10.6 is het gebied waar Hollands Kust (west) is gepland historisch gezien een plek waar veel vis is gevangen (circa 75.545 kg/jaar binnen kavel VI door de gehele visserijsector). Het ruimtebeslag van Hollandse Kust (west) ten opzichte van het totale NCP is

<sup>72</sup> De WACC is een kengetal dat uitdrukking geeft aan de kosten die een bedrijf maakt voor het vermogen waarmee het bedrijf wordt gefinancierd. De financiering van een bedrijf bestaat uit vreemd en eigen vermogen. De WACC wordt berekend door de kosten van elk van deze twee vermogenstypes te 'wegen' naar het aandeel dat elk vermogenstype in de totale bedrijfsfinanciering heeft.

<sup>73</sup> Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Ontwerp Nationale Omgevingsvisie, 2019. <https://www.denationaleomgevingsvisie.nl/actueel/artikelen+en+blogs/1381493.aspx>

echter zeer gering. De oppervlakte van kavels VI en VI (alternatief) zijn respectievelijk, exclusief de onderhoudszones van de kabels en leidingen die dit kavel doorsnijden, circa 67 km<sup>2</sup> en 75 km<sup>2</sup> groot. Dit betekent dat, gezien de grootte van het NCP (57.000 km<sup>2</sup>), kwantitatief respectievelijk 0,12% en 0,13% van het NCP-oppervlak verloren gaat voor schepen die groter zijn dan 24 meter en de bodemberoerende visserij. Het totale bevisbare oppervlak op het NCP is echter kleiner dan 57.000 km<sup>2</sup>, aangezien niet alle ruimte beschikbaar is. Zo is het onder meer verboden om te vissen binnen een afstand van 500 meter van mijnbouwplatforms, boven munitiestortgebieden en in bepaalde delen van Natura 2000-gebieden. Bovendien tonen Figuur 10.7, Figuur 10.8, Figuur 10.9 en Figuur 10.10 aan dat demersale visserij plaatsvindt in specifieke locaties waardoor het aannemelijk is dat niet elk type visserij dezelfde effecten zal bevinden. Binnen de kavels VI en VI (alternatief) liggen voor de demersale visserij geen aanzienlijke hotspots of visbestekken gericht op relatief zeldzame zeelandschappen.

De gemiddelde vangst op basis van het onderzoek naar de waarde van windenergiegebieden voor de Nederlandse demersale visserij is 39.420 kg binnen kavel VI en 32.850 kg binnen kavel VI (alternatief). De opbrengst ligt op € 144.810 en € 120.675 voor kavel VI en kavel VI (alternatief), en de bruto toegevoegde waarde bedraagt respectievelijk € 55.530 en € 46.275. Door de aanleg van een windpark in Hollandse Kust (west) is er voornamelijk een effect te verwachten op een beperkt aantal individuele schepen van het type boomkor en puls trawl en in mindere mate voor schepen uitgerust met flyshoot vistuigen.

Voor de visserijsector zal het verlies aan visgronden een geringe toename van de visserijdruk op de resterende visgronden laten zien. 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 kan er ook toe leiden dat de vaartijd van vissersschepen (van meer dan 24 meter) van de haven naar de visgronden toeneemt. De eventuele toename van vaartijd is afhankelijk van de thuishaven, de locatie van de visgronden en de positie van het windpark ten opzichte van thuishaven en visgronden. 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 gezien de bovenstaande effectbeschrijving voor kavel VI en kavel VI (alternatief) licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar bij ongewijzigd beleid geen invloed op.

#### **Effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud**

Tijdens de aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windpark is het gebied, net als tijdens de exploitatie, gesloten voor overig gebruik zoals visserij. Deze activiteiten zullen zich afspelen binnen het gesloten gebied. De benodigde, tijdelijke, toename van scheepsbewegingen tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering zijn ten opzichte van de normale scheepsvaart zeer klein. De visserij wordt niet extra belemmerd ten opzichte van de exploitatiefase en deze effecten worden daarom tevens beoordeeld als licht negatief (effectbeoordeling: -/0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft hier geen invloed op.

## 10.5 Olie- en gaswinning

### 10.5.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

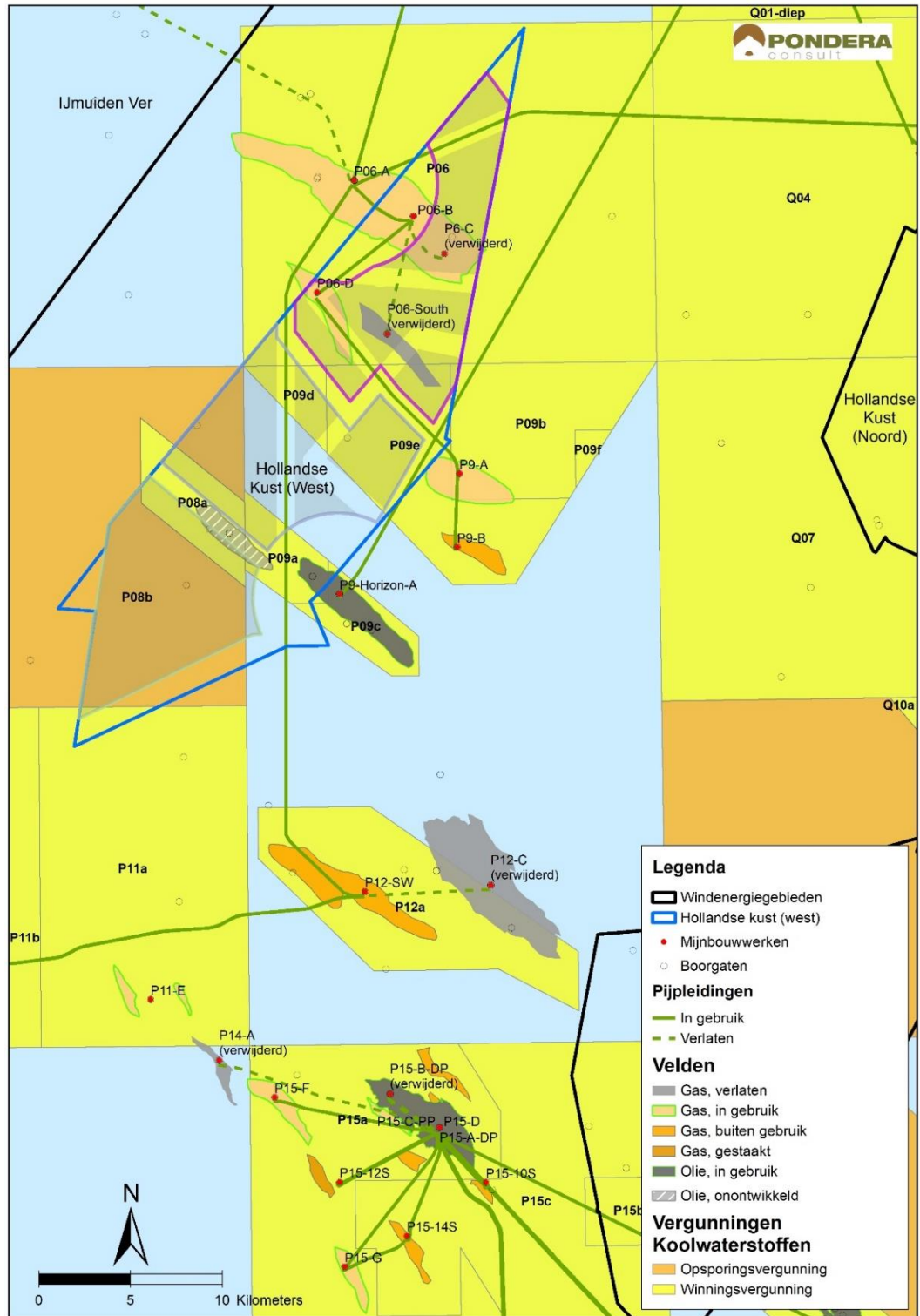
Binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (west) zijn verschillende vergunningen afgegeven voor de winning van delfstoffen. Het betreft één opsporingsvergunning en vijf winningsvergunningen (zie Tabel 10.6 hieronder). Een opsporingsvergunning is het recht om in een gebied te zoeken naar olie- en gasvoorraden. Een winningsvergunning is het recht om in een gebied de olie- of gasvoorraden te exploiteren. Daarnaast zijn in het windenergiegebied en de directe omgeving olie- en gasvelden aanwezig. In het windenergiegebied liggen de nog in gebruik zijnde platforms P06-B en P06-D. De platforms P06-C en P06-S bevonden zich ook in dit gebied maar zijn verwijderd. Nabij het windenergiegebied bevinden zich in het noordwesten platform P06-A, en in het zuid oosten het platform P9-Horizon-A. Er dient rekening te worden gehouden met het feit dat verwijderde olie- en/of gasplatforms tot minimaal 6 meter onder de zeebodem worden verwijderd. De vliegbewegingen van helikopters van en naar de mijnbouwwerken (olie- en gasplatforms) komen in paragraaf 10.6 aan de orde. In

Figuur 10.16 zijn alle vergunningen, velden, platforms en boorgaten weergegeven.

**Tabel 10.6** Overzicht vergunningen (bron: NLOG, update april 2019)

Vergunning	Status	Tot	Vergunninghouder
Winningsvergunning P06	Onherroepelijk (van kracht)	2022	Gas-Union GmbH, RockRose (NL) CS1 B.V., Wintershall Noordzee B.V.
Winningsvergunning P08a	Onherroepelijk (van kracht)	Geen einddatum	Petrogas E&P Netherlands B.V.
Winningsvergunning P09a, P09b & P09d	Onherroepelijk (van kracht)	Geen einddatum	Aceiro Energy B.V., Petrogas E&P Netherlands B.V., RockRose (NL) CS1 B.V., Wintershall Noordzee B.V.
Winningsvergunning P09c & P09e	Onherroepelijk (van kracht)	Geen einddatum	Petrogas E&P Netherlands B.V., RockRose (NL) CS1 B.V., Wintershall Noordzee B.V.
Winningsvergunning P11a	Onherroepelijk (van kracht)	Geen einddatum	ONE-Dyas B.V., TAQA Offshore B.V.
Opsporingsvergunning P08b	Onherroepelijk (van kracht)	Geen einddatum	Jetex Petroleum Ltd

Figuur 10.16 Vergunningen, velden, platforms, boorgaten en pijpleidingen in omgeving van Hollandse Kust (west) en de kavel exclusief onderhoudszones (bron: NLOG, update april 2019)



Bron: Pondera Consult

## 10.5.2 Effectbeschrijving

### Effecten tijdens de exploitatie

Het windenergiegebied beslaat een deel van het NCP waarop verschillende winnings- en opsporingsvergunningen zijn vergeven. In Tabel 10.6 worden de verschillende vergunningen en vergunninghouders weergegeven. De windturbines in Hollandse Kust (west) staan derhalve in gebieden waar winnings- opsporingsvergunningen van toepassing zijn.

Zoals te zien in Figuur 10.16 liggen er in het windenergiegebied vier gasvelden (waarvan één met gestaakte productie) en twee olievelden (waarvan één niet ontwikkeld). Daarnaast zijn er verschillende productieplatforms aanwezig in en nabij het windenergiegebied. In

Figuur 10.16 is rekening gehouden met de onderhoudszones van kabels en leidingen in de kavels. De overgebleven (vrije) ruimte is weergegeven. Binnen het windenergiegebied liggen de twee in gebruik zijnde productieplatforms P06-D en P06-B, en de restanten van de twee verwijderde (tot 6m onder zeebodem) productieplatforms P06-C en P06-South. De platforms P06-A en P9-Horizon-A vallen net buiten het windenergiegebied en in de verkaveling is rekening gehouden met diens veiligheidszones. Mogelijk worden de activiteiten op de platforms P06-D en P06-B in 2022 beëindigd waarna er binnen het windenergiegebied geen platforms meer in gebruik zullen zijn. Eén gasveld, het in gebruik zijnde olieveld en het productieplatform P06-B vallen binnen het aangewezen windenergiegebied, maar buiten de kavels.

De aanwezigheid van een windpark in kavel VI of VI (alternatief) kan olie- en gaswinning bemoeilijken. Binnen kavel VI vallen twee in gebruik zijnde gasvelden, het gasveld met gestaakte productie, het in gebruik zijnde platform P06-D, en de restanten van de twee verwijderde platforms P06-C en P06-South. Hierdoor zal platform P06-D buiten de overblijvende (vrije) ruimte van kavel VI vallen. De huidige activiteiten op dit platform zullen daardoor naar verwachting slechts in geringe mate hinder ondervinden tot hun verwachte beëindiging in 2022. Binnen kavel VI (alternatief) valt een klein deel van het niet ontwikkelde olieveld waardoor de mogelijk toekomstige exploitatie ervan hinder kan ondervinden. Het is echter niet direct noodzakelijk om een boring recht boven een olie- of gasveld uit te voeren, dus het windpark zal olie- en gaswinning niet onmogelijk maken. Het is technisch mogelijk om op enkele kilometers afstand van een olie- of gasveld het boorplatform te plaatsen en met een schuine boring het veld te bereiken. In welke mate dit mogelijk is hangt af van de locatie en de kenmerken van het veld. Desondanks moet er rekening mee worden gehouden dat er duidelijke afspraken worden gemaakt met de vergunninghouders.

De bereikbaarheid van platform P06-B en P06-D via helikopters (zie paragraaf 10.6) en schepen kan daarom worden bemoeilijkt door de komst van windenergie in kavel VI of kavel VI (alternatief). Het alternatief met 47 turbines en grotere tussenafstanden tussen de turbines is gering gunstiger dan het alternatief met 76 turbines, aangezien er dan meer manoeuvreerruimte voor schepen is. Ook als de activiteiten op deze platforms na 2022 standhoudt zal het effect gering zijn.

Seismisch onderzoek naar de aanwezigheid van olie- of gasvelden (opsporing) is echter nagenoeg onmogelijk in een windpark. Voorafgaand aan de bouw tot circa 2024 en na de ontmanteling van het park ongeveer 25 jaar later, is seismisch onderzoek weer mogelijk. Dit belemmert de vergunninghouders om onderzoek te doen in delen van het totale vergunningsgebied (zie Figuur 10.16). Ook mogelijk toekomstig transport van olie of gas vanaf de boring naar het vasteland kan door het windpark worden belemmerd. Een olie- of gasleiding kan lastiger door het park worden aangelegd. Het alternatief met 47 turbines en grotere tussenafstanden tussen de turbines is daarom (gering) gunstiger dan het alternatief met 76 turbines.

Vanwege bovengenoemde effecten worden de effecten tijdens de exploitatie voor kavel VI en VI (alternatief) als licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

### Effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud

De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windpark kunnen gevolgen hebben voor de olie- en gaswinning. Omgekeerd kan olie- en gaswinning ook van invloed zijn op de werkzaamheden tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud van het windpark.

Schepen die nodig zijn voor de aanleg, verwijdering en onderhoud van het windpark kunnen tijdelijke (lichte) hinder veroorzaken voor transport van en naar de platforms P06-B en P06-D.

Daarnaast dient er bij de aanleg rekening te worden gehouden met het feit dat verwijderde olie- en/of gasplatforms tot 6 meter onder de zeebodem worden verwijderd. Er zijn over het algemeen namelijk geen gegevens voorhanden hoe diep precies de restanten van een verwijderd platform onder de zeebodem liggen. Er moet rekening worden gehouden met materiaal dat zou kunnen zijn achtergebleven rondom het verwijderde platform.

Ten slotte moet er rekening worden gehouden met een mogelijk veranderde bodemstructuur wanneer turbines nabij oude boorgaten worden gebouwd. Bij oude boorgaten bestaat namelijk de kans dat er nog een afsluiter uitsteekt boven de zeebodem. De umbilical cord van de remotely operated vehicles (ROV's), de schepen die sleuven kunnen graven waar de kabels voor de parkbekabeling in komen te liggen en die ook de kabels daadwerkelijk in de sleuven leggen, zou hierachter kunnen blijven hangen. Daarnaast zouden er resten grout (uitgehard cement) of ander afval rondom de boorgaten kunnen liggen. Dit afval en de groutresten kunnen wellicht het trenchen blokkeren. Om bovenstaande redenen moet de omgeving rond oude boorgaten goed in beeld gebracht worden voordat er een fundering van een turbine wordt geplaatst of wanneer de parkbekabeling wordt gelegd. Voor de beoordeling geldt dat een windpark met 47 turbines een geringer effect heeft dan een park met 76 turbines, al is dit niet voldoende voor een onderscheidende beoordeling. Vanwege bovengenoemde effecten worden de effecten tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud voor kavel VI en VI (alternatief) beiden als licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Aangezien de effecten tijdens de exploitatie voor kavel VI (alternatief) negatief scoren, wordt dit kavel in de algemene beoordeling ten aanzien van olie- gaswinning ook als zodanig beoordeeld (effectbeoordeling: -), ongeacht het feit dat de effecten tijdens de aanleg, verwijdering en het onderhoud licht negatief zijn. Kavel VI scoort in alle fases licht negatief en wordt in het algemeen dan ook als zodanig beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

## 10.6 Luchtvaart

### 10.6.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het luchtruim boven de Noordzee wordt gebruikt voor verschillende vormen van luchtverkeer. Het luchtverkeer boven de Noordzee bestaat overwegend uit burgerluchtvaart (naar/van de luchthavens van Schiphol en Rotterdam) en allerlei lokaal verkeer. Daarnaast zijn er lokaal vliegbewegingen van helikopters die heen en weer vliegen tussen de kust en mijnbouwinstallaties (olie- en gasplatforms). Ook kan er van het luchtruim gebruik gemaakt worden door de Kustwacht.



Recreatief luchtvaartverkeer, zoals sportvliegtuigen en luchtballonnen, maakt ook gebruik van de Noordzee. Zij dient rekening te houden met de installaties die op de Noordzee aanwezig zijn. Gezien de beperkte omvang van, en de afwezigheid van wezenlijke effecten op dit recreatieve vliegverkeer wordt er in dit MER niet nader op ingegaan

### Burgerluchtvaart

Ten aanzien van burgerluchtvaart gelden, behoudens uitzonderingen, de minimum vlieghoogten die zijn opgenomen in het Besluit luchtverkeer 2014 en Verordening EU nr. 923/2012:

- voor vluchten die onder zichtvliegvoorschriften worden uitgevoerd: 500 voet (circa 150 meter) boven de hoogste hindernis in een straal van 150 m (500 ft) rond het luchtvaartuig;
- voor vluchten die onder instrumentvliegvoorschriften worden uitgevoerd: 1000 voet (circa 305 meter) boven de hoogste hindernis binnen 8 km van de geschatte positie van het luchtvaartuig.

Het windenergiegebied Hollandse Kust (west) ligt binnen de laterale grenzen van Amsterdam CTA (Control Area) West (zie Figuur 10.17). CTA's zijn naderingsverkeersleidingsgebieden rondom en boven militaire of civiele vliegvelden waarbinnen vliegverkeer, dat vertrekt vanaf vliegvelden of dat de CTA doorkruist, wordt gecontroleerd door verkeersleiders. Binnen CTA's kunnen TMA's (Terminal Control Area) liggen die het luchtruim boven en nabij vliegvelden van verdere voorschriften voorziet. Het windenergiegebied Hollandse Kust (west) ligt buiten deze TMA's en enkel binnen de Amsterdam CTA west. De laagste ondergrens van Amsterdam CTA west is FL055. Dit staat gelijk aan 5500 voet (circa 1675 meter). De hoogste bovengrens, FL195, staat gelijk aan 19500 voet (circa 5950 meter).<sup>74</sup>

### Helikopterverkeer

In en om het windenergiegebied Hollandse Kust (west) bevinden zich meerdere olie- en gasplatforms waardoor vliegbewegingen van helikopters zijn te verwachten (zie Figuur 10.17). De olie- en gasplatforms op de Noordzee worden onder andere ontsloten door helikopters. Door middel van luchttransport worden goederen en personeel van en naar de boorplatforms vervoerd. De aanvliegroutes van deze helikopters zijn relatief laag boven de zeespiegel en zijn door de overheid aangewezen, de zogenaemde Helicopter Main Routes (HMR). Deze routes hebben een vlieghoogte van 1500 tot 3000 voet (circa 450 tot 900 meter) en kennen geen vastgelegde breedte van de route (Luchtvaartgids, Integrated Aeronautical Information Package, onder ENR 2.2, sub 3.2.1). Echter wordt aangegeven dat niet meer dan 2 NM (circa 3,7 km) van deze HMR's afgeweken mag worden (Luchtvaartgids, Integrated Aeronautical Information Package, onder ENR 2.2, sub 3.3.2.3). Naast de HMR zijn er voor de veiligheid van helikopteroperaties Helicopter Traffic Zones (HTZ) en Helicopter Protected Zones (HPZ) aangewezen. HTZ's zijn luchtverkeersgebieden ingesteld rond een boor- of productieplatform ter bescherming van helikopters die manoeuvres uitvoeren, verbonden aan de nadering of het vertrek. HPZ's zijn luchtverkeersgebieden, ingesteld rond twee of meer boor- of productieplatforms ter bescherming van helikopters die manoeuvres uitvoeren, verbonden aan de nadering of het vertrek en voor helikopters die tussen zodanige platforms vluchten uitvoeren.

<sup>74</sup> Binnen de luchtruimindeling en luchtlagen wordt onderscheid gemaakt in 'flightlevels' (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.

Ze maken vliegverkeer tussen en rondom platforms op een vlieghoogte vanaf een platform tot maximaal 2000 voet (circa 600 meter) mogelijk.

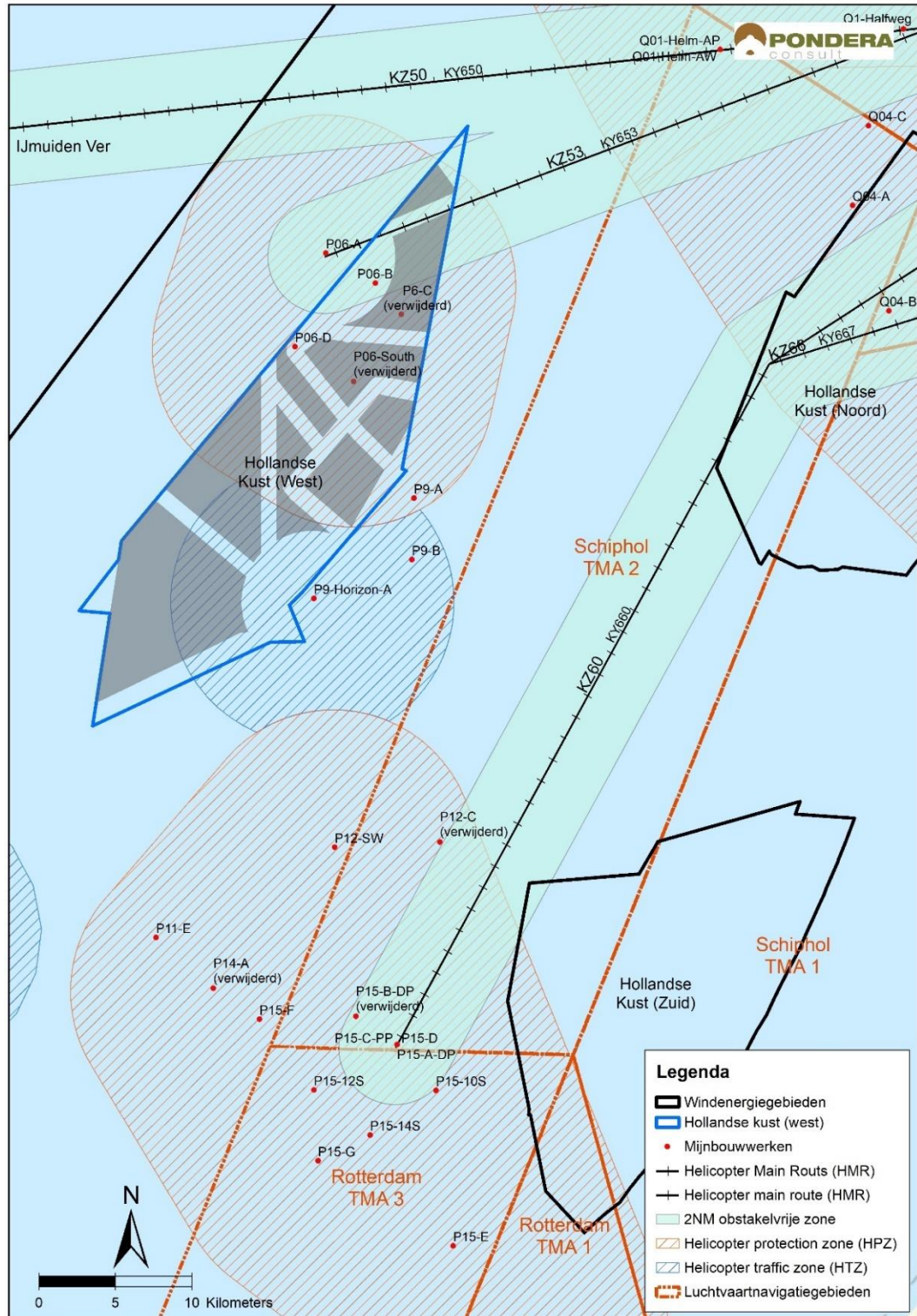
#### **Vliegbewegingen van de kustwacht (SAR)**

De Kustwacht coördineert de dienstverlening aan, en handhaving van het scheepvaartverkeer op de Noordzee. Daarvoor maakt zij onder andere gebruik van vliegtuigen. De kustwacht heeft geen eigen varende - en vliegende middelen. Deze worden door de samenwerkende ministeries en diensten ter beschikking gesteld. De routes en vlieghoogtes van deze zogenaamde vliegende eenheden zijn afgestemd op de op zee aanwezige installaties, zoals boorplatforms. Voor deze vliegbewegingen kan gebruik gemaakt worden van een 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 met name 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. Deze zones liggen allen op ruime afstand van windenergiegebied Hollandse Kust (west). Militaire luchtvaartuigen vliegen in de praktijk soms ook buiten deze gebieden laag. Dit gebeurt op delen van de Noordzee waar geen obstakels aanwezig zijn.

Figuur 10.17 Luchtvaart op en rond de Noordzee



Bron: Pondera Consult

## 10.6.2 Effectbeschrijving

### Effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud

Voor de luchtvaart is het van belang aan te geven waar het windpark is gesitueerd vanwege de hoogte van turbines. Tijdens de aanleg van het windpark worden turbines dan ook uitgerust met obstakelverlichting conform de bepalingen van de IALA-richtlijn (IALA Recommendation O-139).

### Effecten tijdens de exploitatie

#### Burgerluchtvaart

Lettende op de maximale tiphoogte van de turbines (304 meter), en de minimale vlieghoogte in CTA Amsterdam west (1675 meter), zal met het luchtverkeer in deze CTA geen interferentie optreden. De effecten ten aanzien van burgerluchtvaart worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

#### Helikopterverkeer

Door het windenergiegebied loopt één Helicopter Main Route (HMR); KY653 welke kavel VI doorkruist. De minimum vlieghoogte is beperkt tot 1500 voet (circa 450 meter), maar er is ook sprake van een minimale verticale obstakelvrije ruimte (verticale separatiezone) vanaf 300 meter tussen het vliegverkeer en een object op zee. Aangezien de maximaal beoogde tiphoogte 304 meter is (alternatief 2), en het onderste niveau van de HMR 1500 voet (circa 450 meter), met een separatie-eis van 1000 voet (circa 300 meter), wordt de hoogtegrens (met 150 meter) overschreden. Daarnaast liggen er in het windenergiegebied een Helicopter Traffic Zone (HTZ) en een Helicopter Protection Zone (HPZ) (zie Figuur 10.17). De HTZ van platform P9-Horizon-A ligt deels binnen de grenzen van kavel VI (alternatief). Een HTZ is een zone rondom een boor- of productieplatform met als doel om op lage hoogte veilig manoeuvres te kunnen uitvoeren, verbonden aan de nadering of het vertrek van een helikopter. De HPZ van de platforms P06-A, P06-B en P06-D valt binnen de grenzen van kavel VI. De 'zone' van een HTZ en HPZ betreft de verticale hoogte van gemiddeld zeeniveau (MSL) tot maximaal 2000 voet (600 meter) boven MSL tot een afstand van 5 NM (circa 9,2 km) vanaf het helidek. Het windenergiegebied ligt gedeeltelijk binnen een HTZ en HPZ en daarmee binnen een afstand van 5 NM tot de genoemde platforms en heeft daarom een effect op de platforms.<sup>75</sup> Er wordt een aanvullend onderzoek gedaan door To70 naar de invloed van zogturbulentie op helikopterverkeer en wat dit betekent voor de stilstand voorziening.

In ander onderzoek heeft To70 de helikopterbereikbaarheid van platform P06-A en P9-Horizon onderzocht bij verschillende indelingen van de aangewezen windenergiegebieden HKW en IJmuiden ver, in cumulatie met HKN en HKZ.<sup>76</sup> In de huidige situatie betreft de bereikbaarheid voor commerciële vluchten van en naar platform P06-A 96,1%. Deze daalt naar 90,7% wanneer de kavels (zoals aangegeven in dit MER) gebruikt worden. In cumulatie met de komst van een windpark in de kavels van IJmuiden Ver, daalt deze in het ergste geval naar 89,8%. Voor platform P9-Horizon is de bereikbaarheid voor commerciële vluchten in de huidige situatie 85,3%, welke daalt naar 83,9% bij de komst van een windpark in HKW.

<sup>75</sup> Zie ook het rapport van To70: Helicopter accessibility of oil & gas platforms near the offshore wind farm sites Hollandse Kust zuid and Noord, april 2017.

<sup>76</sup> Helicopter accessibility 'Hollandse Kust (west)', 'IJmuiden Ver' and 'Ten noorden van de Waddeneilanden' Results, To70, 2018.

Bij de verkaveling is reeds rekening gehouden met eerdere onderzoeksresultaten van To70<sup>75</sup> waaruit bleek dat een obstakelvrije zone van 2,5 NM voldoende is om de bereikbaarheid van de platforms te waarborgen. Het onderzoek naar de helikopterbereikbaarheid van platform P06-A en P9-Horizon onderschrijft deze conclusie en laat zien dat de bereikbaarheid positiever uitvalt dan aanvankelijk gedacht.

De effecten van kavel VI op het helikopterverkeer worden gezien het bovenstaande als negatief beoordeeld (effectbeoordeling: -), en de effecten van kavel VI (alternatief) als licht negatief (effectbeoordeling: 0/-).

In de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 wordt het volgende aangegeven over de afstand tussen windturbines en mijnbouwplatforms:

Indien de afstand van de locatie van de voorgenomen windkavel tot een bestaand mijnbouwplatform kleiner is dan 5 NM of als deze kavel komt binnen de onderhoudscontour van een aanwezige transportleiding, dan zal worden afgestemd met de betreffende mijnbouwonderneming(en). (...) Inzet bij het vinden van de maatwerkoplossing is nodig om gezamenlijk tot een voor alle partijen veilige en werkbare oplossing te komen. Indien in het voortraject met de betrokken mijnbouw-onderneming(en) overeenstemming bereikt wordt over de maatwerkoplossing, dan zullen de betreffende voorschriften juridisch worden verankerd, bijvoorbeeld in het ontwerpbesluit. (...) Mocht overeenstemming in het voortraject met de betrokken mijnbouwonderneming niet mogelijk blijken, dan zal de minister van Economische Zaken samen met de minister van Infrastructuur en Milieu (medebevoegd gezag),<sup>77</sup> een ontwerpbesluit nemen over de locatie van en voorwaarden voor de specifieke windkavel. Bij dit besluit worden de belangen van enerzijds de locatie van het windpark en anderzijds de consequenties daarvan voor de betrokken mijnbouwonderneming afgewogen.

Kortom, ondanks dat het voorbereidingsbesluit borgt dat het windenergiegebied Hollandse Kust (west) geen hinder ondervindt van andere nieuwe bouwwerken binnen het gebied, is het van belang om samen met de andere partij tot veilige en werkbare maatwerkoplossing te komen ten aanzien van reeds aanwezige bouwwerken. Dit is niet alleen het geval voor de platforms binnen het windenergiegebied, maar bijvoorbeeld ook voor de platforms P06-A, P9-A, P9-B en P9-Horizon-A gezien deze binnen een afstand van 5NM vanaf het windenergiegebied liggen en er daarom met de betreffende mijnbouwonderneming(en) een maatwerkoplossing gevonden dient te worden.

#### Bereikbaarheid TenneT-platform

De TenneT platforms, Alpha en Beta, in windenergiegebied Hollandse Kust (west) zullen niet met een helikopterplatform uitgerust worden. Er is daarom geen effect op de bereikbaarheid per helikopter van deze platforms.

#### Vliegbewegingen in opdracht van de kustwacht (o.a. SAR)

Een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (west) kan een belemmering vormen voor het uitvoeren van een SAR-operatie ter plaatse van het windpark. Dit zou zich kunnen voordoen als een schip het windpark binnenvaart en in de problemen komt door de aanwezigheid van de windturbines. Ook bij een eventuele calamiteit naast het windpark kan het windpark een

<sup>77</sup> Tegenwoordig de minister van Economische Zaken en Klimaat samen met de minister van Binnenlandse Zaken

belemmering vormen voor een SAR-operatie. Met name de inzet van helikopters bij SAR-operaties kan hinder ondervinden van de aanwezigheid van windturbines. 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.<sup>78</sup> 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.
- Tijdens de test was er goede communicatie (radioverbinding) tussen de reddingsboot en helikopter.
- Ook was er goede communicatie (radioverbinding) tussen het Kustwachtcentrum en de helikopter, behoudens op een hoogte van 50 voet.
- Draaiende turbines hebben mogelijk een negatief effect op de kwaliteit van de radiocommunicatie.

To70 heeft de helikopterbereikbaarheid van platform P06-A en P9-Horizon onderzocht bij verschillende indelingen van de aangewezen windenergiegebieden HKW en IJmuiden ver, in cumulatie met HKN en HKZ.<sup>79</sup> In de huidige situatie betreft de bereikbaarheid voor SAR vluchten van en naar platform P06-A 94,2%, Deze daalt naar 88,2% wanneer de kavels (zoals aangegeven in dit MER) gebruikt worden. In cumulatie met de komst van een windpark in de kavels van IJmuiden Ver, daalt deze in het ergste geval naar 87,4%. Voor platform P9-Horizon is de bereikbaarheid voor SAR vluchten in de huidige situatie 84,3% welke daalt naar 82,2% bij de komst van een windpark in HKW.

De effecten op vliegbewegingen in opdracht van de kustwacht (o.a. SAR) ter plaatse van het windpark worden om bovenstaande redenen licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

#### Militaire luchtvaart

Hollandse Kust (west) ligt niet in een laagvlieggebied of een militaire TMA (Terminal Control Area). Er kan daarom gesteld worden dat onder normale omstandigheden een windpark in kavels VI en VI (alternatief) geen invloed zal hebben op de militaire luchtvaart. De effecten op de militaire luchtvaart worden om bovenstaande redenen neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

<sup>78</sup> Brown, Offshore Wind Farm Helicopter Search and Rescue Trials Undertaken at the North Hoyle Wind Farm, 2005

<sup>79</sup> Helicopter accessibility 'Hollandse Kust (west)', 'IJmuiden Ver' and 'Ten noorden van de Waddeneilanden' Results, To70, 2018.

## 10.7 Zand-, grind- en schelpenwinning

### 10.7.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Zandwinning is alleen toegestaan zeewaarts van de doorgaande NAP -20 m dieptelijn. Binnen de doorgaande NAP -20 m dieptelijn mag, in verband met de kustveiligheid en de ecologische waarde van het gebied, niet worden gewonnen. Uitzonderingen zijn o.a. zandwinning uit vaargeulen om deze de gewenste diepte te behouden en zandwinning ten behoeve van de kustverdediging. De zone tussen de doorgaande NAP -20 m dieptelijn tot de 12-nautischemijlsgrens is beleidsmatig aangemerkt als potentieel zandwingebed. Zandwinning geldt op grond van de Beleidsnota Noordzee als een activiteit van nationaal belang. Ook zeewaarts van de 12-nautischemijlsgrens is zandwinning toegestaan maar dit is gelet op vaarafstanden minder aantrekkelijk. Het uitgangspunt is dat het potentiële zandwingebed toegankelijk is voor andere gebruiksfuncties op voorwaarde dat deze functies zandwinning nu of op termijn niet hinderen. Zandwinning is uiteindelijk alleen mogelijk in gebieden waarvoor een partij een vergunning heeft gekregen. Deze vergunde gebieden worden gebruikt voor zandwinning ten behoeve van bouw- en infrastructurele toepassing (beton- en metselzand, ophoogzand), strandsuppletie of kustlijn zorg. Schelpenwinning vindt zeewaarts vanaf de NAP 5 m-dieptelijn plaats in hoeveelheden die in overeenstemming zijn met de natuurlijke aanwas.

### 10.7.2 Effectbeschrijving

#### Effecten tijdens de exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Hollandse Kust (west) ligt niet in een gebied dat aangewezen is voor zand- of grindwinning, of als zoekgebied daarvan. Schelpenwinning is er toegestaan maar vindt er om praktische redenen niet plaats, daarvoor is de vaarafstand tot de kust te groot. Er kan daarom gesteld worden dat een windpark in kavel VI of VI (alternatief) hier geen invloed op zal hebben. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

## 10.8 Baggerstort

### 10.8.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Bagger wordt op zee gestort in baggerstortlocaties waar het wordt verspreid over de zeebodem of wordt gelost in verdiepte loswallen. Dit zijn gegraven kuilen in de zeebodem waarin bagger wordt gestort. Langs de Nederlandse kust liggen vier loswallen: Loswal Maasgeul, Loswal Noordwest, Verdiepte Loswal en Loswal IJ-geul (Loswal IJmuiden en verspreidingsgebied Kustfundament IJgeul. In windenergiegebied Hollandse Kust (west) bevinden zich geen loswallen of baggerstortlocaties.

### 10.8.2 Effectbeschrijving

#### Effecten tijdens de exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

In het gebied liggen geen baggerstortgebieden of loswallen. Circa 43 kilometer ten oosten van het gebied liggen de stortvakken van de loswal IJ-geul. De vakken liggen op een dermate grote afstand dat het windpark geen invloed heeft op de baggerstortgebieden of loswallen. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

## 10.9 Scheeps-, wal- en luchtvaartradar

### 10.9.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

#### Luchtvaartradar

De radar voor de luchtverkeersbegeleiding van Schiphol ligt op circa 70 km afstand van windenergiegebied Hollandse Kust (west) en de radar van de luchtverkeersbegeleiding van De Kooy ligt op circa 60 km afstand (zie



Figuur 10.18).

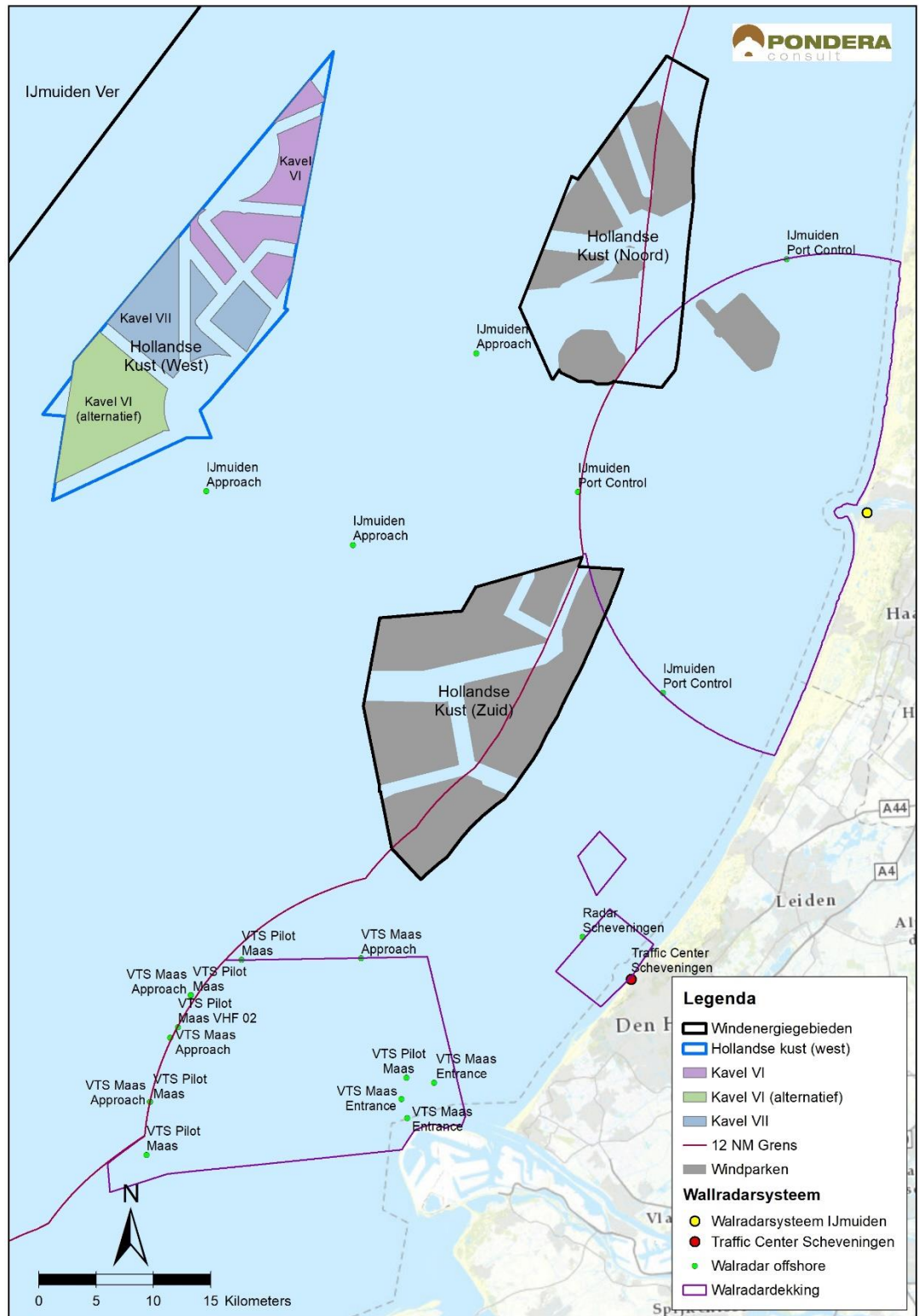
#### Scheepvaart- en walradar

Langs de Nederlandse kust staan verschillende radarposten, onder andere voor de kust bij Den Haag, IJmuiden, Schoorl, Rotterdam en Den Helder (zie

Figuur 10.18). Deze radarposten worden gebruikt voor de scheepvaartverkeersbegeleiding voor respectievelijk de Rotterdamse en de Amsterdamse haven (Vessel Traffic Management System, kortweg VTS) en door de Kustwacht. Het bereik van deze radarposten is maximaal circa 50 km (circa 30 nautische mijl). De radarposten staan o.a. aangegeven op de 1800-serie (blad 1801) van de Hydrografische Kaart voor Kust- en Binnenwateren van de Koninklijke Marine (Koninklijke Marine, April 2017). In het Offshore Windpark Egmond aan Zee zijn tevens twee scheepsradars verbonden met het VTS in IJmuiden.

Ook diverse platforms op zee zijn uitgerust met een stand-alone radarsysteem. Deze radars zijn niet geïntegreerd in een walradarketen die tot een VTS behoort en worden daarom niet meegenomen in de beoordeling in dit MER.

Figuur 10.18 Scheeps-, wal en luchtvaartradar in de omgeving van Hollandse Kust (west)



Bron: Pondera Consult

## 10.9.2 Effectbeschrijving

### Effecten tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud

#### Luchtvaarradar

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)). Er treden geen negatieve effecten op de werking van de luchtvaarradar tijdens de aanleg- of verwijderingsfase.

#### Scheepvaart- en walradar

De hoekpunten van het windpark zijn ook zichtbaar op het Automatic Identification System (AIS) tijdelijk uitgezonden door de Kustwacht en definitief als het AIS base station op het TenneT-platform is geïnstalleerd. Dit is mogelijk middels het AIS base station door het uitzenden van een virtuele of synthetische AtoN (aid to navigation) bericht. Aangenomen wordt dat gedurende de installatieperiode indien nodig mistwaarschuwing plaatsvindt door de op dat moment toch al aanwezige wacht- en installatieschepen. Als deze schepen een schip op hun radar en/of AIS zien naderen, dan wordt dit schip opgeroepen en gewaarschuwd. Zo nodig wordt ook de Kustwacht geïnformeerd. Er treden verder geen negatieve effecten op, op de werking van de scheepvaarradar tijdens de aanleg- of verwijderingsfase.

### Effecten tijdens de exploitatie

#### Luchtvaarradar

Een windpark kan effect hebben op luchtverkeer in verband met verstoring van apparatuur van dit luchtverkeer. In dit kader kan de studie van Brown (2005) worden genoemd. De studie geeft de resultaten weer van helikopterzoektochten en reddingsoefeningen bij windpark 'North-Hoyle' in het Verenigd Koninkrijk. De studie demonstreerde 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 helikopter. Door mist en neerslag werden deze wel beperkt.

Uit ervaringen met windparken in Denemarken (Spaven consulting, 2011) blijkt dat windturbines die zich binnen 30 kilometer van de luchtbegeleidingsradar bevinden geen problemen opleveren voor luchtverkeersbegeleiding. De radar voor de luchtverkeersbegeleiding van Schiphol ligt op circa 70 km afstand van windenergiegebied Hollandse Kust (west). Ondanks dat het bereik van deze radar 400 kilometer bedraagt, is op basis van het voorgaande niet te verwachten dat het windpark enig effect heeft op het functioneren van de radar. Op de Kooy is een andere civiele radarpost gevestigd. De afstand tussen deze radarpost en windenergiegebied Hollandse Kust (west) is circa 60 km. Ook hiervoor geldt dat niet is te verwachten dat het windpark enig effect heeft op het functioneren van de radar. De effecten op luchtvaarradar worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

#### Scheeps- en walradar

Het windenergiegebied Hollandse Kust (west) ligt buiten het bereik van de walradarketen en zal hier dus geen effecten op hebben. Ten aanzien van scheepsradar is het echter aannemelijk dat, wanneer alle kavels in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) met windturbines bebouwd

zijn, het huidige radarbeeld (bereik en kwaliteit) zou kunnen afnemen door de effecten (verstoringen) die windparken hebben op de radar(performance). De meest voorkomende effecten zijn het ontstaan van valse echo's in en om de windparken terwijl daar drukke verkeersroutes lopen en de degradatie van het huidige radarbeeld op zowel gebied van bereik, betrouwbaarheid en nauwkeurigheid. Beide effecten zorgen voor verwarring waardoor de scheepvaartveiligheid mogelijksterwils afneemt. Hieronder en in hoofdstuk 8 wordt hier nader op in gegaan.

Een windpark kan op verschillende manieren invloed hebben op radarsystemen (walradar en scheepsradar). Beïnvloeding van radarsystemen is mogelijk door:

- 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 hoofdlus 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 MARIN (MARIN, Rapport Nr. 20232.621 IAS) heeft geleerd dat de ARPA (Automatic Radar Plotting Aid) functie van de scheepsradar af en toe de echo verliest van een schip dat achter het windpark zit. Maar dit leidt niet tot gevaarlijke situaties, omdat schepen achter het windpark geen potentieel gevaar voor het eigen schip opleveren. Het wordt pas gevaarlijk wanneer de echo wordt verloren op het moment dat beide schepen op dezelfde hoek van het windpark afsteveneren. In deze situatie is echter de kans op het verlies van een echo kleiner omdat het aantal windturbines dat tussen beide schepen in ligt almaar kleiner wordt naarmate het hoekpunt van het windpark wordt genaderd. Ook de veiligheidszone van 500 meter om het windpark zorgt ervoor dat schepen elkaar bij het naderen van het hoekpunt visueel eerder zien, omdat in de veiligheidszone geen obstakels zijn. Voor grotere routegebonden schepen is de afstand tot het windpark groter dan 500 meter en zijn derhalve de risico's nog lager. Het risico van kruisende scheepvaart is verder in hoofdstuk 8 beschreven.

Onderzoeken gebaseerd op het offshore windpark 'North Hoyle' in de UK<sup>80</sup> komen tot een aantal conclusies met betrekking tot radar activiteit:

- Global Positioning Systems (GPS) – geen bewijs van verstoring van basisontvangst of positionele nauwkeurigheid;
- Magnetisch gestuurde kompassen – geen bewijs van kompasafwijking;
- Helikopter radar en communicatiesystemen – Brown (2005) geeft de resultaten van helikopter zoektocht en reddingsoefeningen bij windpark 'North-Hoyle' in de UK. Deze studie demonstreerde dat radiocommunicatie van zee naar een helikopter (en vice versa), tussen schepen en VHF communicatie correct werkten. In droge weersomstandigheden

<sup>80</sup> 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.

waren turbines, schepen en mensen duidelijk herkenbaar door het thermische beeldsysteem van de helikopter, echter is dit in mist wel beperkt. De radardetectie neemt af wanneer schepen binnen 100 meter van een turbine komen. Daar dient rekening mee gehouden te worden tijdens SAR operaties. Reddingsacties vanuit de lucht binnen een windpark bij beperkt zicht is aangetoond als moeilijk. 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 en 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. Echter voor windenergiegebied Hollandse Kust (west) zijn radarzichtsbeperkingen beperkt, daar het windpark zich ver uit de kust bevindt (en dus ver van havens, aanloopgebieden en –routes inclusief VTS-gebieden).

Voor windpark OWEZ is onderzocht dat “Het schaduw effect verminderd zou kunnen worden als de waarnemingen van de sensoren te IJmuiden en te Zandvoort worden gecombineerd (...). Dit geldt tevens indien er een extra sensor geplaatst zou worden achter de windturbines” (TNO-FEL, 1999). Deze sensor zou mogelijk echter ook op land kunnen worden geplaatst. Om dubbele schijndoelen te onderdrukken is de meest voor de hand liggende oplossing een vergroting van de afstand tussen schip en windturbine. “Bij een minimale afstand van 1.400 meter is dit het geval. Indien schepen op grotere afstand blijven zal het ontvangend vermogen als gevolg van het optreden van een dubbel schijndoel lager zijn dan dat als gevolg van een gewoon schijndoel” (TNO-FEL, 1999). Daardoor is de gewone zijlusonderdrukking voldoende om de dubbele schijndoelen te onderdrukken. De afstand tussen windparken en de scheepvaartroutes (route gebonden scheepvaart) is conform de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 minimaal 1,87 NM (circa 3,5 kilometer).

In het onderzoek van Howard en Brown<sup>81</sup> komt naar voren dat de hoogte van turbines radarresponsies veroorzaakt en zijluseffecten en dubbele of meervoudige reflecties kunnen veroorzaken. Turbines kunnen 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 5 experimenten door Radio Holland bij de bestaande windparken Prinses Amalia en OWEZ<sup>82</sup> kan gesteld worden dat de aanwezigheid van deze windparken niet of nauwelijks

<sup>81</sup> Howard, M. en C. Brown, 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, 2004.

<sup>82</sup> Radio Holland, Onderzoek naar radarverstoring door Prinses Amaliawindpark en Offshore Windpark Egmond aan Zee, Resultaten van de veldexperimenten in 2010 bij kalme zee, 2012

leidt tot nadelige effecten op de detectie van schepen in de buurt van die windparken vanaf de wal. De veiligheidszone van 500 m 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.

Openstelling van windparken voor scheepvaart brengt risico's met zich mee. Het Rijk is van mening dat met maatregelen de veiligheid voldoende geborgd is en de risico's acceptabel zijn<sup>83</sup> (tevens wordt verwezen naar de regels voor doorvaart per 1 mei 2018, paragraaf 10.4.2). Eén van die maatregelen is een AIS- en marifoonuitrustingsverplichting voor schepen die in het windpark varen.

De scheepvaartbegeleiding (VTS) heeft met AIS een ondersteunende sensor voor de opbouw van het verkeersbeeld en is niet meer alleen afhankelijk van de radarwaarnemingen. Toch is het noodzakelijk dat de kwaliteit en het bereik van het radarbeeld van de walradarketen gegarandeerd kan worden. 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 Hollandse Kust (west), en de kavels VI en VI (alternatief) vallen geheel buiten de dekking van de walradarketen en het VTS gebied voor de aanloop hiervan en zullen hier dus geen effect op hebben.

De effecten van Kavel VI en VI (alternatief) op de luchtvaart- en scheepvaartradar zijn – met inachtneming van de voorgenomen maatregelen – beperkt en worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

## 10.10 Kabels en leidingen

### 10.10.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Door het windenergiegebied Hollandse Kust (west) loopt een aantal kabels en (buis)leidingen. In onderstaande

<sup>83</sup> Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Uitwerking besluit doorvaart en medegebruik van windparken op zee in het kader van Nationaal Waterplan 2016 – 2021, december 2015

Tabel 10.7 en in Figuur 10.19 is aanvullende informatie over deze kabels en leidingen weergegeven.



Tabel 10.7 Leidingen en kabels gelegen in windenergiegebied Hollandse Kust (west)

Type	Stof	Eigenaar	Tracé		Status
Pijpleiding	Gas	Wintershall Noordzee B.V.	P6-S	P6-B	Buiten gebruik
Pijpleiding	Gas	Wintershall Noordzee B.V.	Q4-A	P6-A	In gebruik
Pijpleiding	Gas	Wintershall Noordzee B.V.	P6-B	P6-A	In gebruik
Pijpleiding	Glycol	Wintershall Noordzee B.V.	P6-B	P6-A	In gebruik
Pijpleiding	Glycol	Wintershall Noordzee B.V.	P6-C	P6-B	Buiten gebruik
Pijpleiding	Gas	Wintershall Noordzee B.V.	P6-C	P6-B	Buiten gebruik
Pijpleiding	Gas	Wintershall Noordzee B.V.	P12-SW	P6-A	In gebruik
Pijpleiding	Olie	Chevron Exploration and Production Netherlands B.V.	P9-Horizon-A	Q1-Helder-AW	In gebruik
Pijpleiding	Glycol	Wintershall Noordzee B.V.	P12-SW	P6-A	In gebruik
Pijpleiding	Gas	Wintershall Noordzee B.V.	P6-D	P6-B	In gebruik
Pijpleiding	Gas	Wintershall Noordzee B.V.	P9-B	P6-D	In gebruik
Pijpleiding	Gas	Wintershall Noordzee B.V.	P9-B	P6-D	In gebruik

Naam	Type	Eigenaar	Tracé		Status
PANGEA Segment 2	Glasvezel	Alcatel Submarine Networks Ltd	Lowesoft (GB)	Egmond (NL)	In gebruik
UK - NL 10	Coaxiaal	Onbekend	Egmond (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
UK - NL 14	Glasvezel	Cable and Wireless	Egmond (NL)	Winterton (GB)	Buiten gebruik
Rembrandt 1	Glasvezel	KPN	Beverwijk (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten

Figuur 10.19 Ligging kabels en leidingen in omgeving Hollandse Kust (west)



Bron: Pondera Consult

## 10.10.2 Effectbeschrijving

### Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Realisatie van het windpark kan van invloed zijn op de onderhoudsmogelijkheden van bestaande kabels en leidingen. De vaartuigen voor onderhoud en reparatie hebben een zekere manoeuvreerruimte nodig. Bij onderwaterwerkzaamheden gaan vaartuigen voor anker, de ankerdraden kunnen hierbij enkele honderden meters naar voor en achter worden uitgezet. Om te voorkomen dat nieuwe windparken het onderhoud aan bestaande kabels en leidingen belemmeren wordt een onderhoudszone aangehouden rondom in gebruik zijnde kabels (Beleidsnota Noordzee 2016-2021). In de Beleidsnota Noordzee (2016-2021) is opgenomen dat bij de aanleg van windparken ten opzichte van leidingen en elektriciteitskabels in principe een zone van 500 meter moet worden aangehouden en ten opzichte van telecomkabels een zone van 750 meter. Met het oog op efficiënt ruimtegebruik kan deze onderhoudszone worden verkleind. Doordat langs de in gebruik zijnde kabels in windenergiegebied Hollandse Kust (west) een onderhoudszone wordt gehanteerd van 500 meter, heeft het windpark een effect op de nabijgelegen telecomkabels. De onderhoudszones van deze bestaande telecomkabels worden immers verkleind van 750 tot 500 meter waardoor de effecten binnen de marge zullen vallen die op grond van de beleidsnota Noordzee acceptabel worden geacht.

Er lopen meerdere kabels en leidingen door het windenergiegebied. Een aantal hiervan doorkruisen Kavel VI. Hier is in de verkaveling reeds rekening mee gehouden door een minimale afstand van 500 meter aan te houden ten behoeve van onderhoud. Deze kabels en leidingen worden derhalve niet gehinderd in de exploitatie. Door kavel VI (alternatief) lopen geen kabels of leidingen.

Wanneer de turbines geplaatst worden kan het zo zijn dat er geen enkele turbine in de kavels uiteindelijk binnen de onderhoudszones staat. Voor kavel VI heeft alternatief 2 (47 x 16 MW) daarom licht de voorkeur aangezien er uiteindelijk minder turbines geplaatst worden en er daarom een kleinere kans is dat er turbines binnen de onderhoudszone worden geplaatst en er minder kabels nodig zijn met het oog op de parkbekabeling en de kruisingen met bestaande kabels en pijpleidingen.

Er zullen mogelijk meerdere leidingen gekruist moeten worden door de parkbekabeling die nodig is om de windturbines aan te sluiten op het platform van TenneT. Bij kruisingen sluiten de kabel- of leidingeigenaren veelal onderling overeenkomsten over de voorwaarden waaronder deze kruisingen gerealiseerd kunnen worden. De mogelijke inrichting van het windpark kan het aantal kruisingen echter wel beperken

De parkbekabeling kan middels elektromagnetische velden rondom de kabels, een effect hebben op de (elektro)chemische werking van de kathodische corrosiebescherming van de leidingen. Op een afstand van 20 meter van een 66 kV zeekabel (zoals die tussen Tennet platform Alpha en Beta wordt aangelegd) die op 1 meter diepte is ingegraven, is het magneetveld echter verwaarloosbaar klein.<sup>84</sup> Op 5 meter afstand is deze reeds minder dan 0,5  $\mu\text{T}$ , waar het magnetische veld van de aarde zelf al circa 50  $\mu\text{T}$  bedraagt te plaatste van de

<sup>84</sup> Magneetveldzone berekening Net op Zee Hollandse Kust (zuid), TenneT TSO B.V. 2018

Noordzee (bron: National Centers for Environmental Information, <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/calculators/magcalc.shtml?#igrfwmm>).

De effecten op aanwezige kabels en leidingen wordt, voor beide alternatieven, als licht negatief (effectbeoordeling: 0/-) voor kavel VI, en als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0) voor kavel VI (alternatief).

## 10.11 Telecommunicatie

### 10.11.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

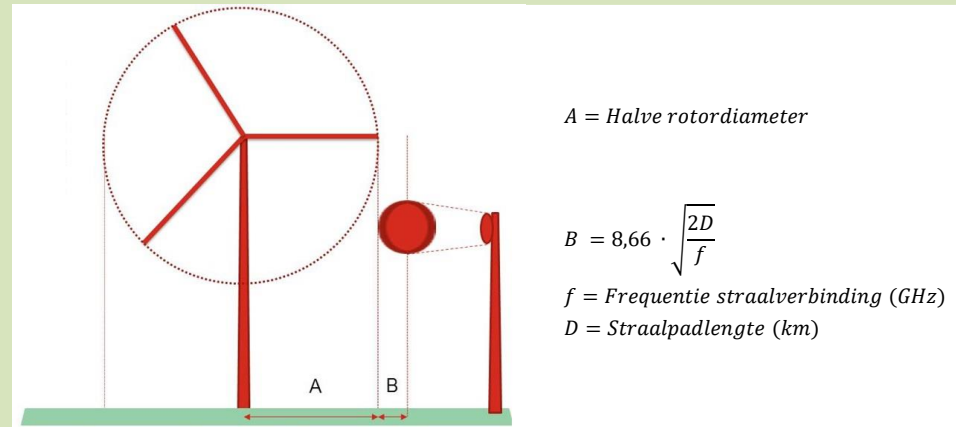
Het transport van spraak, data en radio- en tv-signalen loopt via verschillende kanalen, zoals telecomkabels, glasvezelkabels en zogenaamde straalpaden. Op de bodem van de Noordzee liggen diverse telecomkabels. Zoals in paragraaf 10.10 is beschreven loopt een aantal hiervan door windenergiegebied Hollandse Kust (west) (zie Figuur 10.19). Op de Noordzee liggen ook diverse straalpaden. Door middel van deze straalpaden vindt communicatie plaats tussen offshore platforms onderling en tussen platforms en de kust. De routes van deze straalpaden worden dusdanig gekozen dat er zo min mogelijk installaties in of nabij een straalpad staan omdat die de signaaloverdracht kunnen verstoren of verzwakken.

Om te beoordelen of en welke effecten worden verwacht wordt het 'toetsingscriterium straalverbindingen en windturbines' van Agentschap Telecom gebruikt.<sup>85</sup> 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 verwijderd is van het straalpad (zie Kader 10.1). Binnen deze afstand kan mogelijk dus een effect optreden, al is niet gesteld dat deze effecten daarmee automatisch onaanvaardbaar zijn. Wanneer een effect optreedt, is dit eventueel te mitigeren door bijvoorbeeld een tussenzender te plaatsen.

<sup>85</sup> Agentschap Telecom: toetsingscriterium straalverbindingen en windturbines'. Opgesteld in december 2017, gebaseerd op de ervaringen bij de ontwikkeling van windpark Wieringermeer.

### Kader 10.1 - Straalpad Fresnelzone

De aanbevolen afstand tussen een windturbine en een straalpad dient minimaal een halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone te bedragen. Dit tweede aspect wordt berekend op basis van de formule in het onderstaande figuur.



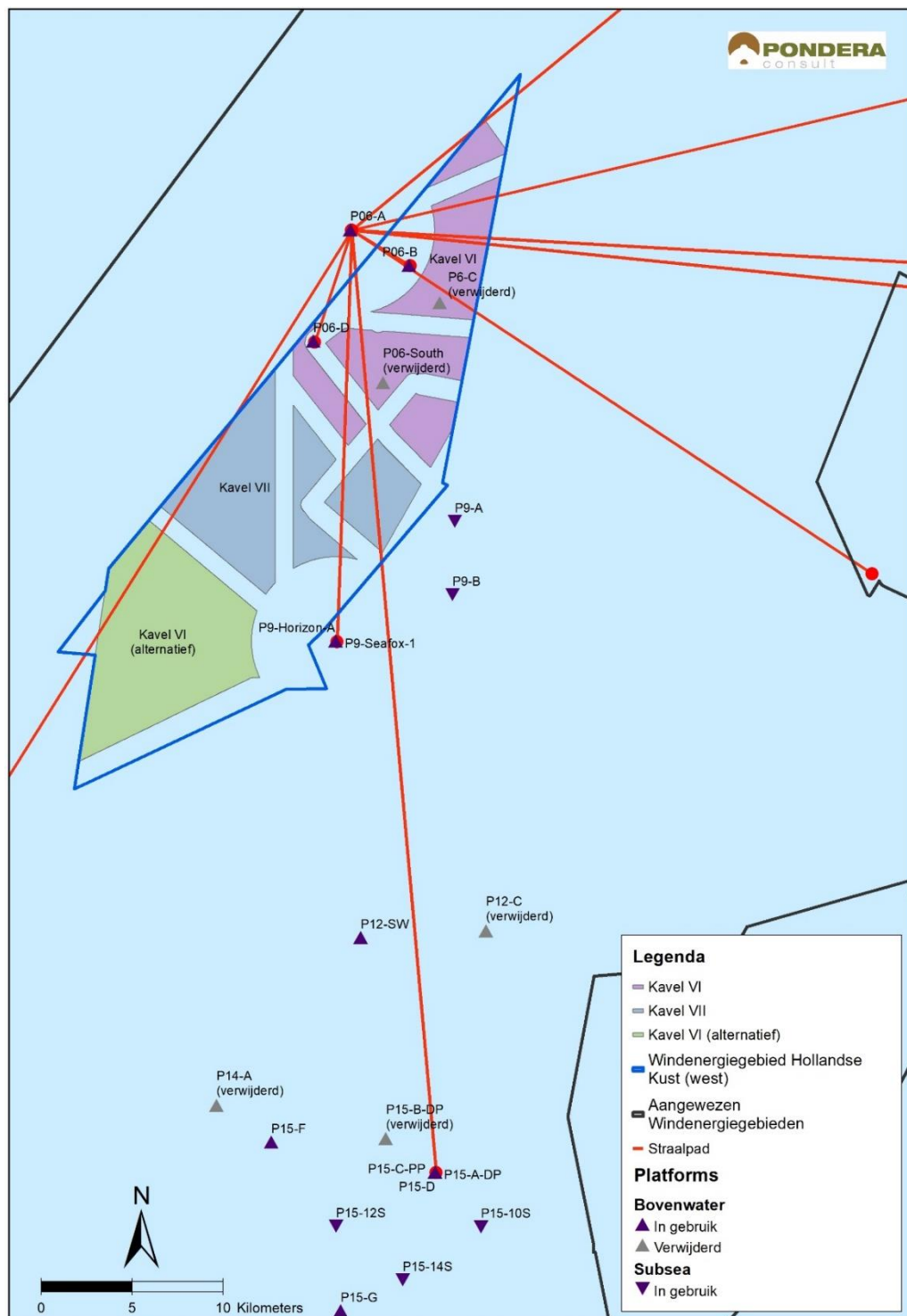
De aanbevolen afstand verschilt dus per straalpad. Voor een goede werking van de verbinding mag de mast van de windturbine (uitgaande van een maximale mastdiameter van 6 m), zich niet in het straalpad bevinden. Tevens is de hoogte van het straalpad relevant, aangezien het straalpad ook onder de rotorhoogte kan liggen. In dit geval heeft de windturbine geen effect op de werking van het straalpad. De inventarisatie wordt volgens de volgende stappen uitgevoerd:

- De afstand van een halve rotordiameter (A) plus de tweede fresnelzone (B) is bepaald volgens een rekenmethode in Excel. Middels GIS zijn deze afstandscouturen om de straalpaden getekend.
- De hoogte van het straalpad is bepaald, op basis van de hoogste zendmast (worst case).

Middels deze benadering is een goede indicatie van mogelijke effecten te geven.

Figuur 10.20 geeft de in de omgeving van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) aanwezige straalpaden weer. Ook zijn er van de straalpaden die in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) lopen, contouren getekend die aangeven wat de minimale aanbevolen afstand van een straalpad moet zijn (kortom de afstand van een halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone vanaf de hartlijn van een straalpad). Deze zijn circa 130m en vallen binnen de lijndikte en zijn daarom niet als apart kenmerk weergegeven.

Figuur 10.20 Aanwezige straalpaden. Bron straalpaden: Agentschap Telecom, 14 februari 2018



Bron: Pondera Consult

### 10.11.2 Effectbeschrijving

#### Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Voor de effecten van windenergiegebied Hollandse Kust (west) op telecomkabels, wordt verwezen naar paragraaf 10.10.

Uit



Figuur 10.20 blijkt lopen er in totaal tien straalpaden door het windenergiegebied. Berekend is dat de straalpaden maximaal tussen de 80 tot 90 meter hoog reiken wat aangeeft dat ze niet onder de windturbines door lopen (maximale tiplaaagte 25 meter). Binnen de afstand van een halve rotordiameter (worst case 139,5 meter, alternatief 2) plus de tweede Fresnelzone vanaf de hartlijn van het straalpad, zoals aangegeven in de contouren in

Figuur 10.20, kunnen daarom geen windturbines geplaatst worden om effecten op deze straalpaden uit te sluiten. Er lopen 8 straalpaden door de voorkeursligging van Kavel VI. Slechts één straalpad loopt door de alternatieve ligging voor kavel VI.

De effecten worden voor kavel VI (alternatief) als licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-) aangezien er wel rekening moet worden gehouden met dit straalpad wanneer de turbineopstellingen bepaald worden. Ondanks dat de effecten te mitigeren zijn is voor kavel VI de beoordeling negatief (effectbeoordeling: -), aangezien in totaal acht straalpaden dit kavel kruisen. In beide kavels is er voldoende ruimte om de belemmeringen van straalpaden in te passen.

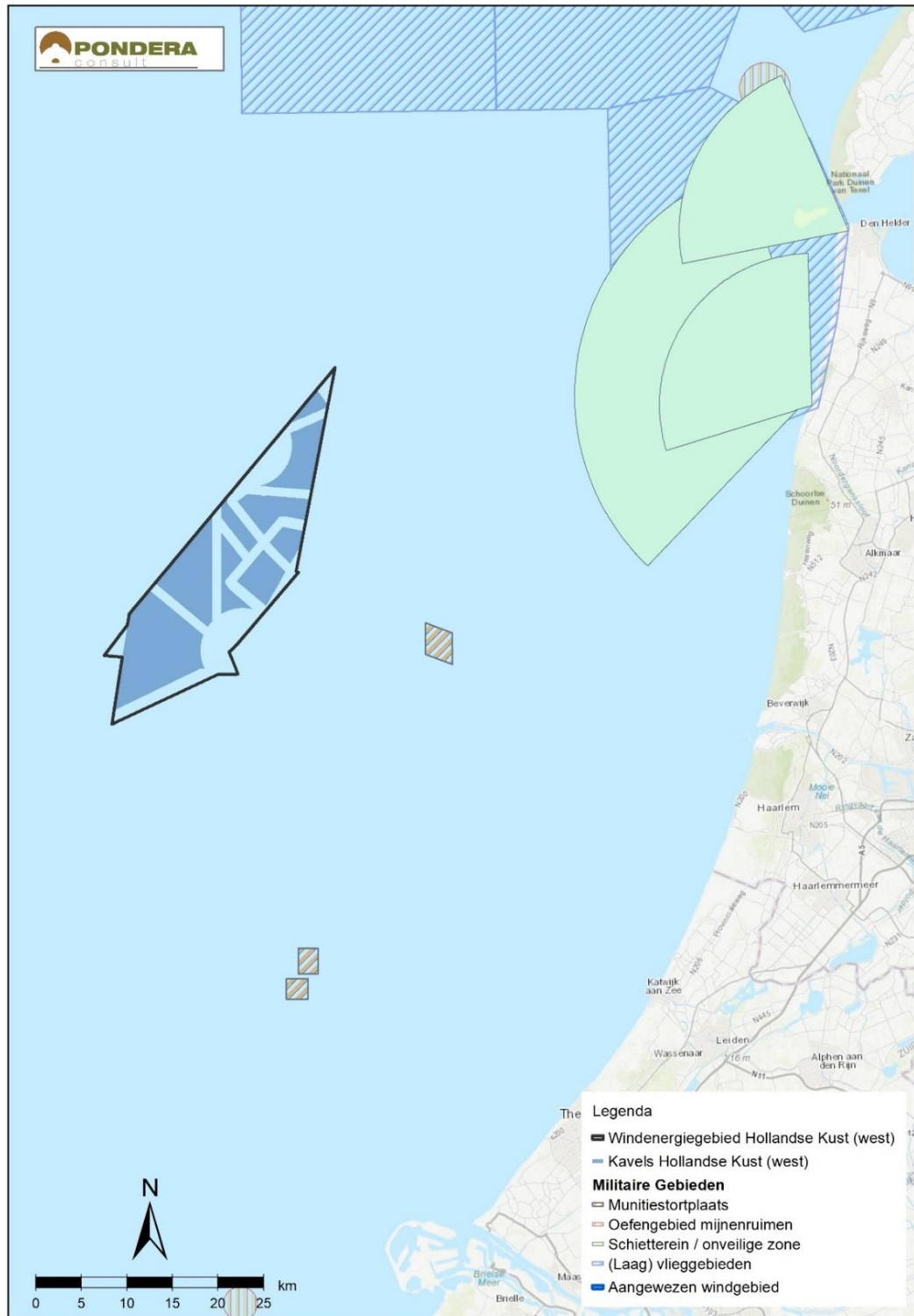
## **10.12 Munitiestortgebieden en militaire activiteiten**

### **10.12.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling**

Defensie maakt tevens gebruik van delen van de Noordzee, veelal voor trainingsdoeleinden. Zo zijn delen van de Noordzee gereserveerd als (laag)vlieggebied, schietterrein/onveilige zone, oefengebied voor het ruimen van mijnen en gebieden voor beproevingen van militaire systemen. Daarnaast zijn er ook voormalige munitiestortgebieden in de Noordzee. Al deze gebieden zijn weergegeven in

Figuur 10.21. De ruimte voor militair gebruik is vastgelegd in het Tweede Structuurschema Militaire Terreinen en het Nationaal Waterplan 2 2016-2021 (NWP2). In laatstgenoemde wordt het gebruik van de Noordzee door het Ministerie van Defensie als een activiteit van nationaal belang benoemd. Ook is hierin aangegeven welke schiet- en oefengebieden en dus onveilige zones zijn aangewezen in de Noordzee en ten noorden van de Waddenzee. Deze gebieden zijn – wanneer er geen oefeningen plaatsvinden – ook beschikbaar voor ander gebruik.

Figuur 10.21 Ligging munitiestortgebieden en militaire activiteiten



Bron: Pondera Consult

### 10.12.2 Niet gesprongen explosieven

Er is een bureaustudie naar niet-gesprongen explosieven (NGE) in windenergiegebied Hollandse Kust (west) uitgevoerd.<sup>86</sup> Daaruit blijkt dat het windenergiegebied Hollandse Kust (west) en het omliggende gebied het toneel was van vele oorlog gerelateerde gebeurtenissen gedurende zowel de Eerste, als de Tweede Wereldoorlog. De soorten NGE die mogelijk zijn achter gebleven zijn weergegeven in Tabel 10.8. In Figuur 10.22 en Figuur 10.23 zijn kaarten weergegeven waarin de locaties van de verdachte gebieden en de geruimde NGE te zien zijn. Er is te zien dat het windenergiegebied deels overlapt met een voormalig mijnenveld en dat er (ook buiten dit mijnenveld) meerdere en verschillende soorten NGE geruimd zijn. Het is zeer waarschijnlijk dat er op onbekende locaties in het windenergiegebied nog NGE aanwezig zijn. Tijdens het archeologische onderzoek is er tevens met een magnetometer gescand waarvan de resultaten kunnen duiden op een NGE.<sup>93</sup> Binnen het NGE risico management zijn verschillende sensors en technieken in te zetten het risiconiveau tot een aanvaardbaar niveau te brengen. Voor detectie van onbekende NGE vallen hieronder de Multibeam Echo Sounder (MBES), Side Scan Sonar (SSS), Sub-bottom Profiler (SBP) en een Electromagnetic System (EM) sensors. Na detectie kan door verdere identificatie (bijvoorbeeld met onderwater camerabeelden) worden vastgesteld welke veiligheids- en beschermingsmaatregelen er genomen moeten worden.

**Tabel 10.8 (Verwachte) NGE soorten in en rondom windenergiegebied Hollandse Kust (west).**<sup>86Error!</sup>

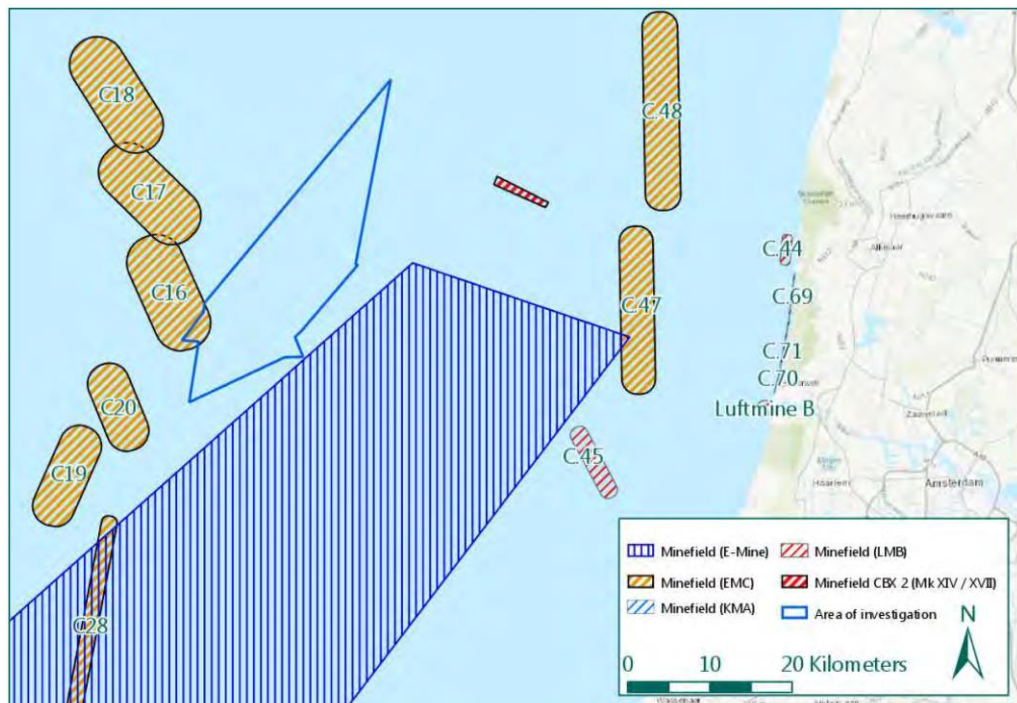
Bookmark not defined.Error! Bookmark not defined.

NGE soort	Waarschijnlijkheid van aanwezigheid	Opmerkingen
Geallieerde vliegtuigbommen	Zeer waarschijnlijk	Overtuigend bewijs voor luchtaanvallen op schepen en noodafwerpen. Dit wordt bevestigd door het aantal in de omgeving aangetroffen vliegtuigbommen.  Het onderzoeksgebied bevindt zich nabij de geallieerde vluchtroutes. Wanneer een vliegtuig was beschadigd of werd aangevallen, was het voor de bemanning gebruikelijk om de bommen boven zee af te werpen.  Geallieerde vliegtuigen voerden veelvuldig aanvallen uit op schepen, konvooien en onderzeeërs. Overal binnen het onderzoeksgebied kunnen vliegtuigbommen zijn achtergebleven. Sinds 2005 zijn diverse bommen aangetroffen in (de omgeving van) het onderzoeksgebied.
Raketten	Aannemelijk	Bewijs voor luchtaanvallen op schepen en konvooien.
Zeemijnen (contact)	Waarschijnlijk	Zowel in de Eerste als Tweede Wereldoorlog bevonden zich mijnenvelden met aanzienlijke aantallen mijnen in en nabij het onderzoeksgebied.  Het onderzoeksgebied heeft overlap met diverse WOI en WOII mijnenvelden. Het betreft zowel geallieerde als Duitse mijnenvelden. Ondanks naoorlogse mijnenvoegoperaties liepen na de oorlog nog diverse schepen op mijnen. Sinds 2005 zijn diverse mijnen aangetroffen in (de omgeving van) het onderzoeksgebied.

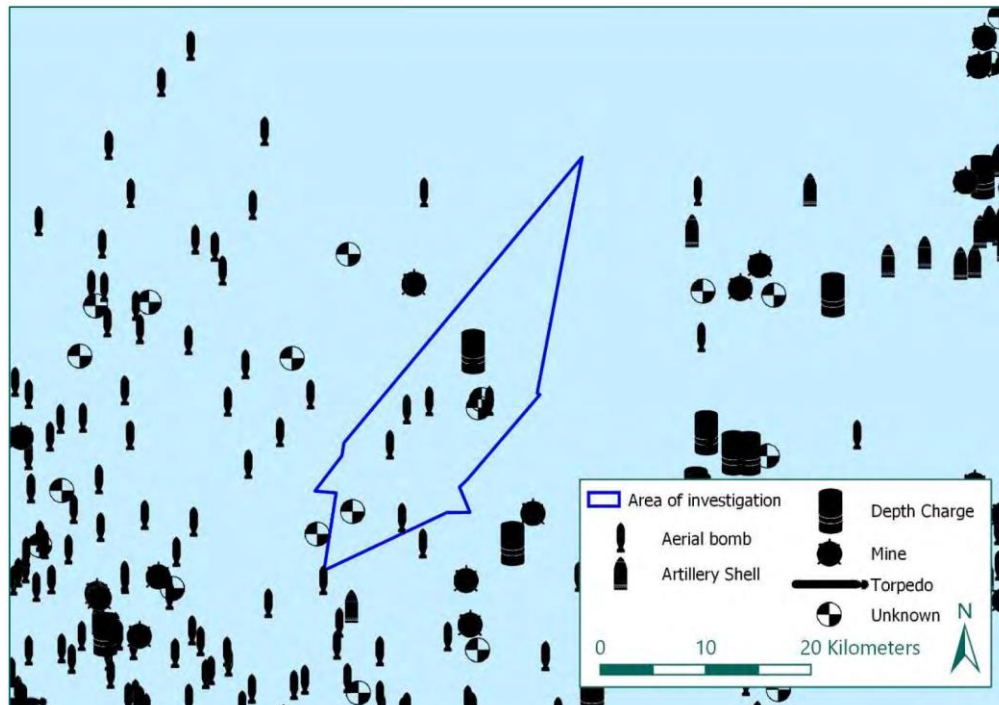
<sup>86</sup> REASuro Desk Study: UXO Desk Study Unexploded Ordnance – Hollandse Kust (west) Wind Farm Zone, RVO, 2018.

NGE soort	Waarschijnlijkheid van aanwezigheid	Opmerkingen
Artilleriegranaten (flak)	Niet Aannemelijk	Al voor WOI en gedurende WOII bevonden zich kanonnen langs de Nederlandse kust. Het betreft Nederlandse en Duitse kanonnen. Deze kanonnen hebben echter nauwelijks gevuurd. Wel werd het luchtafweergeschut vaak gebruikt tegen vijandelijke vliegtuigen. Vanwege het bereik van luchtafweergranaten is het niet waarschijnlijk dat deze in het onderzoeksgebied zijn terechtgekomen. Alleen granaten van Flak op schepen kunnen zijn achtergebleven.
Torpedo's	Niet Aannemelijk	Er is feitenmateriaal aangetroffen dat wijst op luchtaanvallen en aanvallen met schepen, waarbij torpedo's zijn ingezet. Er is echter geen specifieke informatie aangetroffen op basis waarvan kan worden geconcludeerd dat dit soort aanvallen binnen het onderzoeksgebied hebben plaatsgevonden.
Dieptebommen	Aannemelijk	Er is feitenmateriaal aangetroffen dat wijst op luchtaanvallen en aanvallen met schepen, waarbij dieptebommen zijn ingezet. Er is geen specifieke informatie aangetroffen op basis waarvan kan worden geconcludeerd dat dieptebommen binnen het onderzoeksgebied zijn ingezet. Wel zijn er sinds 2005 enkele dieptebommen in het windenergiegebied en de omgeving aangetroffen.

Figuur 10.22 Verdachte gebieden in en rondom windenergiegebied Hollandse Kust (west).<sup>86</sup>Error! Bookmark not defined.



**Figuur 10.23 - Locaties van reeds geruimde NGE in en rondom windenergiegebied Hollandse Kust (west).**<sup>86</sup>Error! Bookmark not defined.



### 10.12.3 Effectbeschrijving

#### Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Er zijn geen effecten op andere voor militaire doeleinden gebruikte gebieden zoals munitiestortgebieden, (laag)vlieggebieden, schietgebieden, oefengebied voor mijnenruimen en gebieden voor beproevingen van militaire systemen.

#### Niet-gesprongen explosieven

De mogelijke aanwezigheid van NGE in het windenergiegebied zorgt voor een risico voor de werkzaamheden die gepaard gaan met de aanleg, onderhoud en verwijdering van een windpark. Aangezien mogelijke detonaties op schepen, personeel en omgeving een ontoelaatbaar risico is, zijn mitigerende maatregelen nodig zodat deze risico's tot aanvaardbare proporties worden teruggebracht (zie de bureaustudie van REASeuro, 2018). 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. Mogelijk kunnen er per turbinelocatie aanpassingen in het ontwerp worden doorgevoerd om een deel van de risico's te mitigeren. 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 in een nader te bepalen deel van het windenergiegebied. NGE dient doorgegeven te worden aan de Kustwacht en zij laat het opruimen door de Explosieven Opruimingsdienst Defensie. Geconcludeerd wordt dat de mogelijke aanwezigheid van NGE

geen belemmering hoeft te vormen voor de realisatie van een windpark in kavel VI of VI (alternatief), mits bovenstaande maatregelen worden toegepast.

De effecten op het aspect munitiestortgebieden en militaire activiteiten, evenals het effect van niet-gesprongen explosieven worden voor zowel kavel VI als kavel VI (alternatief) als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting (alternatief 1 of alternatief 2) van het windpark heeft daar geen invloed op.

## 10.13 Recreatie en toerisme

### 10.13.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

#### Kustrecreatie

Langs de kust vinden diverse vormen van recreatie plaats. Bezoekers van het strand maken gebruik van de zone rondom de laagwaterlijn. Vormen van watersport als surfen, kite-surfen en deltavliegen maken gebruik van de zone vlak onder de kust.

In Nederland is het toerisme de afgelopen jaren flink toegenomen. De Noordzeebadplaatsen zijn zowel voor binnenlandse als buitenlandse toeristen zeer populaire bestemmingen. Het gaat daarbij om dagrecreatie en verblijfsrecreatie. Er bestaan uiteenlopende cijfers over aantallen en bestemmingen van toeristen, zie het onderzoek dat is uitgevoerd door Decisio (2016).<sup>87</sup>

#### Recreatievaart en sportvisserij

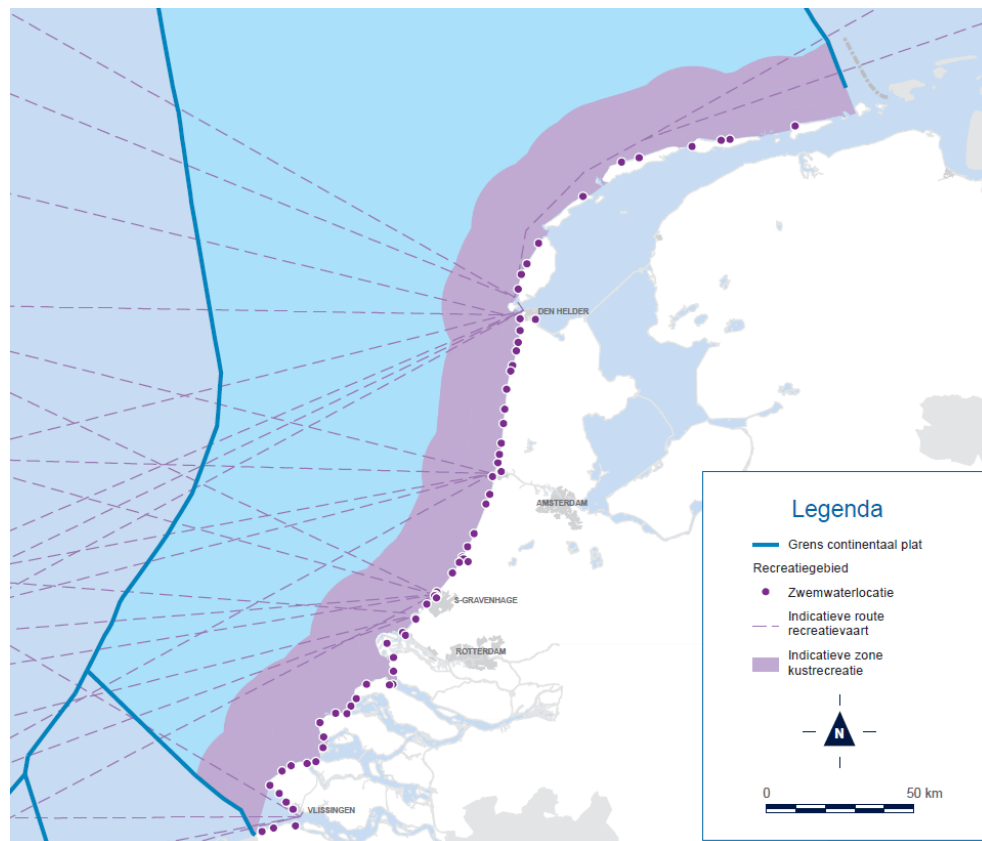
De sportvisserij vindt plaats vanaf strand, zeedijk en vanaf schepen. De recreatievaart, maar ook de grotere chartervaart, maakt voornamelijk gebruik van de 10 à 20 km brede zone langs de kust, maar komt ook op grotere afstand van de kust voor. Recreatievaart langs de kust met als bestemming de Belgische en Franse kust vaart veelal binnen de 12 NM (22,2 km) richting het zuiden. Vanuit onder andere de havens bij Den Helder, IJmuiden, Scheveningen en Hoek van Holland worden er ook oversteken gemaakt naar Engeland. Ook het gebied ter plaatse van windenergiegebied Hollandse Kust (west) wordt gebruikt om de oversteek naar Engeland te maken (zie

<sup>87</sup> Decisio (2016). Regionale effecten windmolenparken op zee, Maatschappelijke effecten en analyse regionaal economische impact.



Figuur 10.24). De recreatievaart mag niet van de grote scheepvaarroutes gebruik maken. Voor het oversteken van een scheepsvaarroute (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. Schepen kleiner dan 20 meter of zeilende schepen mogen werktuigelijk voortgestuwde schepen die het verkeersscheidingsstelsel volgen niet hinderen.

**Figuur 10.24 -** Indicatieve routes recreatievaart Noordzee (de exacte vaarbewegingen zijn veelal niet in één rechte lijn, bijvoorbeeld doordat scheepvaartroutes haaks gekruist dienen te worden). Bron: Noordezeeloket, 2018



#### Invloed van windparken op weer en klimaat en daarmee op recreatie en toerisme

Windturbines zetten wind om in elektriciteit. Daardoor wordt energie uit luchtstromen onttrokken en derhalve kunnen in potentie effecten optreden op windpatronen. Doordat de atmosfeer altijd in beweging is en luchtlagen mengen, worden dit soort effecten op relatief korte afstand (hooguit enkele kilometers) van een windpark weer ongedaan gemaakt. Effecten op windpatronen zijn dus erg lokaal en significante effecten aan de kust zijn, van de windturbines in windenergiegebied Hollandse Kust (noord), niet te verwachten. Ook eventuele effecten die windpatronen op verstuiwingen en zeestromen hebben zullen zeer lokaal van aard zijn als gevolg van windturbines in windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Uit studies blijkt dat een windpark lokaal effect kan hebben op het weer.<sup>88</sup> De gemiddelde windsnelheid binnen grote

<sup>88</sup> Zie bijvoorbeeld de volgende bronnen:

1. Wiser R, et al. (2007) Annual Report on US Wind Power Installation, Costs and Performance Trends: 2006 (US Dept of Energy), pp 9–10.
2. Keith DW, et al. (2004) The influence of large-scale wind power on global climate. Proc Natl Acad Sci USA 101:16115–16120.
3. Kirk-Davidoff DB, Keith DW (2008) On the climate impact of surface roughness anomalies. J Atmos Sci 65:2215–2234.
4. Sta. Maria MRV, Jacobson MZ (2009) Investigating the effect of large wind farms on energy in the atmosphere. Energies 2:816–838.
5. Wang C, Prinn RJ (2010) Potential climatic impacts and reliability of very large-scale wind farms. Atmos Chem Phys 10:2053–2061.

windparken neemt iets af, omdat windturbines energie uit de wind halen. De turbulentie (of menging) van de atmosfeer neemt binnen het windpark toe. Afhankelijk van de gesteldheid van de atmosfeer kan dit een lokaal effect hebben. In enkele gevallen kan dit betekenen dat er lokaal (in de directe omgeving van het windpark) extra wolkenvorming kan ontstaan. Veel mensen kennen de foto in Figuur 10.25, waarin goed te zien is dat door windturbines wolkenvorming kan ontstaan.

**Figuur 10.25 - 'Mixing fog' bij zeer specifieke meteorologische omstandigheden. Windpark Horns Rev 1 voor de kust van Denemarken. Foto: Vattenfall**



Uit een analyse van het Institute of Technology van Karlsruhe<sup>89</sup> blijkt dat dit effect slechts zeer incidenteel voorkomt, omdat het zich alleen bij zeer specifieke meteorologische omstandigheden kan voordoen. Wolken als te zien in de figuur in het zog (In het Engels: 'wake') van windturbines worden omschreven als 'mixing fog', en worden gevormd wanneer twee bijna verzadigde luchtlagen mixen. Het mixen wordt in dit geval veroorzaakt door de windturbines. Deze situatie kan voorkomen wanneer een koude bijna verzadigde luchtlag wordt geadvecteerd over warmer zeewater. Dit leidt tot de zeerook (tot 5 m boven het zeewater), die ook te zien is op de foto tussen de turbines. De turbines zelf zorgen ervoor dat de koude lucht die passeert gemixt wordt met de warme lucht aan het zeewater. Hierdoor koelt die warme lucht in het zog af. De temperatuur in het zog gaat daardoor voorbij het verzadigingspunt van 100 % en condenseert. Dit proces volgt het zog en de wolk wordt dus groter op grotere afstand van de windturbine. Eén van de conclusies van het onderzoek is dat het vóórkomen van deze meteorologische situatie zeldzaam is. Dit omdat er twee luchtlagen voor nodig zijn met een uiteenlopende temperatuur, maar allebei nabij het punt van verzadiging. Daarnaast moet de

6. Baidya Roy S, Pacala SW, Walko RL (2004) Can large wind farms affect local meteorology? J Geophys Res 109:D19101.

7. Adams AS, Keith DW (2007) Wind energy and climate: Modeling the atmospheric impacts of wind energy turbines. EOS Trans AGU 88:Fall Meeting Suppl.

<sup>89</sup> 1.S. Emeis (2010), Meteorological Explanation of Wake Clouds at Horns Rev Wind Farm, Institute for Meteorology and Climate Research, Karlsruhe Institute of Technology, DEWI Magazin No. 37

scheiding van deze luchtlagen zich op de hoogte van de windturbinebladen bevinden en mag het niet te zacht (de windturbines staan dan uit) of te hard (te veel turbulentie) waaien. Het effect kan daarnaast alleen optreden bij situaties wanneer er vaak al sprake is van zeerook, dus niet bij mooie heldere omstandigheden. Derhalve kan dit effect ook nooit leiden tot een significant effect op recreatie en toerisme.

### 10.13.2 Effectbeschrijving

#### Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

##### Kustrecreatie

Wegens de grote afstand tot de kust worden de effecten van de komst van windparken in kavel VI of VI (alternatief) in windenergiegebied Hollandse Kust (west) op kustrecreatie als neutraal (effectbeoordeling: 0) beoordeeld.

##### Recreatievaart

Voor schepen van 24 meter of meer is het verboden om het windpark in te varen, inclusief een veiligheidszone van 500 meter rondom het windpark (met uitzondering van vaartuigen bestemd voor onderhoud van het windpark en schepen van de overheid).<sup>90</sup>

Het windenergiegebied Hollandse Kust (west) ligt op de indicatieve route van recreatievaart, vertrekkende vanuit het Noordzeekanaalgebied en Den Helder. De aanwezigheid van kavel VI of VI (alternatief) zal dan ook resulteren in de verplichting tot omvaren voor de recreatievaart voor schepen groter dan 24 meter. Het windenergiegebied ligt echter dusdanig ver van de kust, dat door de aanwezigheid van kavel VI of VI (alternatief) de om te varen afstand voor het merendeel gering zal zijn. Voor de meeste recreatievaart geldt dat zij het windpark kunnen invaren (want kleiner dan 24 meter) en er dus geen sprake is van omvaren. De effecten op recreatievaart worden dan ook als neutraal (effectbeoordeling: 0) beoordeeld.

Omdat er meer obstakels op zee worden geplaatst waar recreatievaartuigen tegenaan kunnen varen (namelijk de turbines), zal de kans op aanvaringen van recreatievaart en sportvissers licht toenemen. Dat effect wordt verder in hoofdstuk 8 over scheepvaartveiligheid beschreven.

Het windpark kan een aantrekkende werking hebben op recreanten met schepen. Dit kan gevaar opleveren wanneer recreanten 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 scheepvaartveiligheid) beperkt van omvang, gezien de lagere massa en de grotere wendbaarheid van recreatievaartuigen. Om de kans op aanvaring te beperken wordt het verboden om binnen 50 meter van een windturbine te komen.

<sup>90</sup> Beleidsnota Noordzee 2016-2021, Bijlage 2 bij het NWP2.

## 10.14 Cultuurhistorie en archeologie

### 10.14.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

#### Archeologisch bureauonderzoek

Zoals blijkt uit het archeologisch bureauonderzoek bestaat voor het windenergiegebied een hoge verwachting voor de aanwezigheid van (resten van) scheepswrakken en een kans op resten van vliegtuigwrakken uit de Tweede Wereldoorlog.<sup>91</sup> Zowel tijdens zandwinning en kustbeschermingsprojecten als door vissers worden regelmatig resten van vliegtuigen aangetroffen. In de omgeving van het windenergiegebied is één locatie bekend met vliegtuigresten. Verschillende bronnen zijn verder onduidelijk over het aantal vliegtuigen dat nog vermist wordt, maar de verwachting is dat dit er honderden moeten zijn.

Uit het archeologisch bureauonderzoek naar de archeologische waarden in het windenergiegebied Hollandse Kust (west) is gebleken dat er binnen het hele windenergiegebied naar verwachting in totaal circa 39 objecten aanwezig zijn. De meerderheid van deze objecten (maximaal 23) bestaat uit scheepswrakken en vermoedelijke scheepswrakken, de overige objecten (minimaal 16) betreffen kleine objecten, kettingen of kabels die geen archeologische waarde hebben maar wel een obstructie kunnen vormen. Van zeven van de scheepswrakobjecten is de archeologische waarde vastgesteld (

<sup>91</sup> Periplus Archeomare, Archaeological Desk Study Hollandse Kust (west) Wind Farm Zone, december 2018

Tabel 10.9). Hiertoe behoren vier recente scheepswrakken zonder archeologische waarde, twee wrakken van de Franse onderzeeër Doris met een hoge verwachte archeologische waarde en houten wrakdelen met een hoge verwachte archeologische waarde. Van 16 van de vermoedelijk scheepswrakobjecten zijn de details of de precieze locatie niet bekend waardoor de archeologische waarde niet kan worden vastgesteld. Deze objecten zijn wellicht bedekt onder sedimenten afkomstig van de migratie van zandgolven. Meer waarschijnlijk is dat de posities van de gevonden objecten niet accuraat zijn bepaald.

**Tabel 10.9 - Scheepswrakobjecten met een vastgestelde archeologische waarde binnen windenergiegebied Hollandse Kust (west).<sup>91</sup>**

Omschrijving	Classificatie	NCN	Archeologische waarde
Franse Onderzeeër Doris, gezonken in mei 1940	Wrakresten	9299	Hoog
Franse Onderzeeër Doris, gezonken in mei 1940	Wrakresten	2120	Hoog
Houten wrakdelen	Wrakresten	9226	Hoog
Jacht Regina, gezonken in 2008	Wrakresten	439	Geen
Kust schip, gezonken in 1980	Wrakresten	522	Geen
Visvaartuig, gezonken in 1969	Wrakresten	2057	Geen
Vrachtschip, gezonken in 1922	Wrakresten	15219	Geen

Naast de 23 scheepwrakken bevinden zich 16 kleine objecten in het gebied, bestaande uit: twee kabels, één anker, tien bronhoofden en drie onbekende obstructies. Tabel 10.10 geeft het totaal overzicht van objecten in windenergiegebied Hollandse Kust (west) en in Figuur 10.26 zijn de locaties van deze objecten weergegeven. Er bevinden zich geen bekende vliegtuigwrakken maar naar verwachting kunnen er wel resten worden aangetroffen van in de tweede wereldoorlog neergestorte vliegtuigen.<sup>92</sup>

**Tabel 10.10 - Totaal overzicht van bekende object in windenergiegebied Hollandse Kust (west).<sup>91</sup>**

Type object	Aantal
(Vermoedelijke) Scheepswrakken	23
Kabels	2
Ankers	1
Bronhoofden	10
Onbekend (obstructies)	3
<b>Totaal</b>	<b>39</b>

#### Geofysische veldonderzoek

Tijdens het vervolgonderzoek<sup>93</sup> is het windenergiegebied Hollandse Kust (west) onderzocht met verschillende technieken (side scan sonar, magnetometer, multibeam echosounder en subbottom profiling). De resultaten van de hiermee verzamelde data laten zien dat er van de 39 te verwachten objecten 15 zijn teruggevonden in het zoekgebied. Hieronder bevinden zich zeven scheepswrakken met een mogelijke archeologische waarde en drie zonder. De overige 24 objecten die in het bureauonderzoek zijn geïdentificeerd zijn niet teruggevonden. Hieronder bevinden zich 12 scheepswrakken met een mogelijke archeologische waarde en één zonder. Vijf van de mogelijk waardevolle wrakken liggen naar verwachting buiten het windenergiegebied. Het is waarschijnlijk dat de overige objecten bedekt zijn geraakt met sediment afkomstig van migrerende zandgolven.

<sup>92</sup> Een volledig overzicht van alle 39 objecten en hun kenmerken is te vinden in Appendix 3 van het onderzoek van Periplus Archeomare, in opdracht van RVO, Archaeological Desk Study Hollandse Kust (west) Wind Farm Zone (2019).

<sup>93</sup> Periplus Archeomare. Hollandse Kust (west) - An archeological assessment of geophysical survey results, juli 2019

Naast de 15 teruggevonden objecten zijn er met de sidescan sonar 405 contacten vastgesteld binnen het zoekgebied waarvan er acht een mogelijke archeologische waarde hebben. Tabel 10.11 laat een lijst van alle gevonden objecten met een mogelijke archeologische waarde zien.

**Tabel 10.11 - Samenvatting van de objecten met mogelijke archeologische waarde, die gevonden zijn met de sidescan sonar en de multibeam echosouner.<sup>93</sup>**

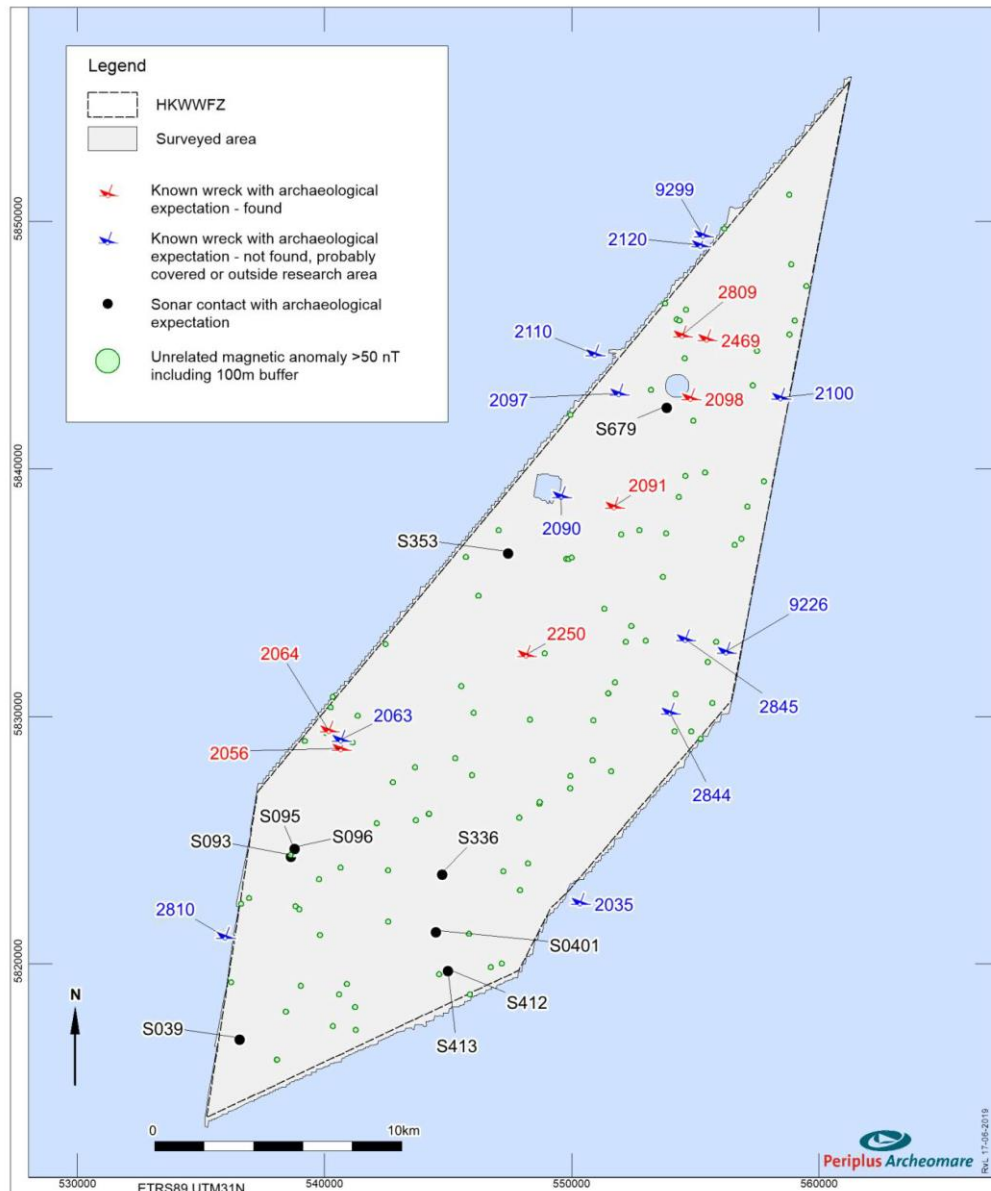
Nr	Oostwaarde	Noordwaarde	L(m)	W(m)	H(m)	Omschrijving	Classificatie
S_0039	536556	5817013	4.8	2.4	0.3	Langwerpig, hard reflectief object	Mogelijk wrak
S_0093	538628	5824408	5.6	2.9	0.0	Sferisch object, magn. Anomalie 118nT	Mogelijk wrak
S_0095	538755	582686	3.8	0.8	0.4	Twee langwerpige objecten	Mogelijk wrakgebied
S_0096	538756	852477	2.6	1.1	0.9		
S_0336	544748	5823694	28.8	5.3	0.2	Hoge reflectieve blootstelling	Mogelijk bedolven wrak
S_0353	547417	5836653	7.2	6.8	0.7	Hoge reflectieve blootstelling	Mogelijk bedolven wrak
S_0401	544499	5821369	33.8	9.4	0.4	Contour van scheepachtig object	Bedolven wrak
S_0412	544989	5819800	3.5	5.8	0.7	Cluster van contacten	Mogelijk wrakgebied
S_0413	544995	5819792	4.6	4.1	1.2		
S_0679	553839	5842543	7,2	1	0,4	Langwerpig object in cluster van contacten	Mogelijk bedolven wrak
NCN2056	540645	5828700	63	9,6	3	Wrak DHY 2247. Duikteam Zeester: Biaritz, sunk 1940	Wrak Biaritz
NCN2064	540162	5829452	87	20	3,4	Wrak DHY 2256. Duikteam Zeester: SS Paris, sunk 1939	Wrak SS Paris
NCN2091	551689	5838477	28	9	1,8	Verspreide resten van wrak DHY 2284	Wrak
NCN2098	554783	5842860	0	0	0	Wrak DHY 2292. Duikteam Zeester: Boezemwrak nabij platform	Onbekend magn. Anomalie: 2031 nT
NCN2250	548149	5832487	31	10	1,1	Wrak DHY 2468. Onbekend, 1984	Wrak
NCN2469	555444	5845242	29	8	3,4	Wrak resten	Bedolven wrak
NCN2809	554440	5845409	28	7	0,4	Wrak DHY 3427. Onbekend, 1997	Mogelijk wrak

Naast deze objecten zijn er ook 2450 magnetische anomalieën gevonden in het zoekgebied. Hiervan zijn er 674 geïdentificeerd als pijpleiding of kabel, de overige 1750 bevatten onbekende ijzerhoudende objecten die bedolven zijn onder het zeebed. Hieronder vallen 107 objecten



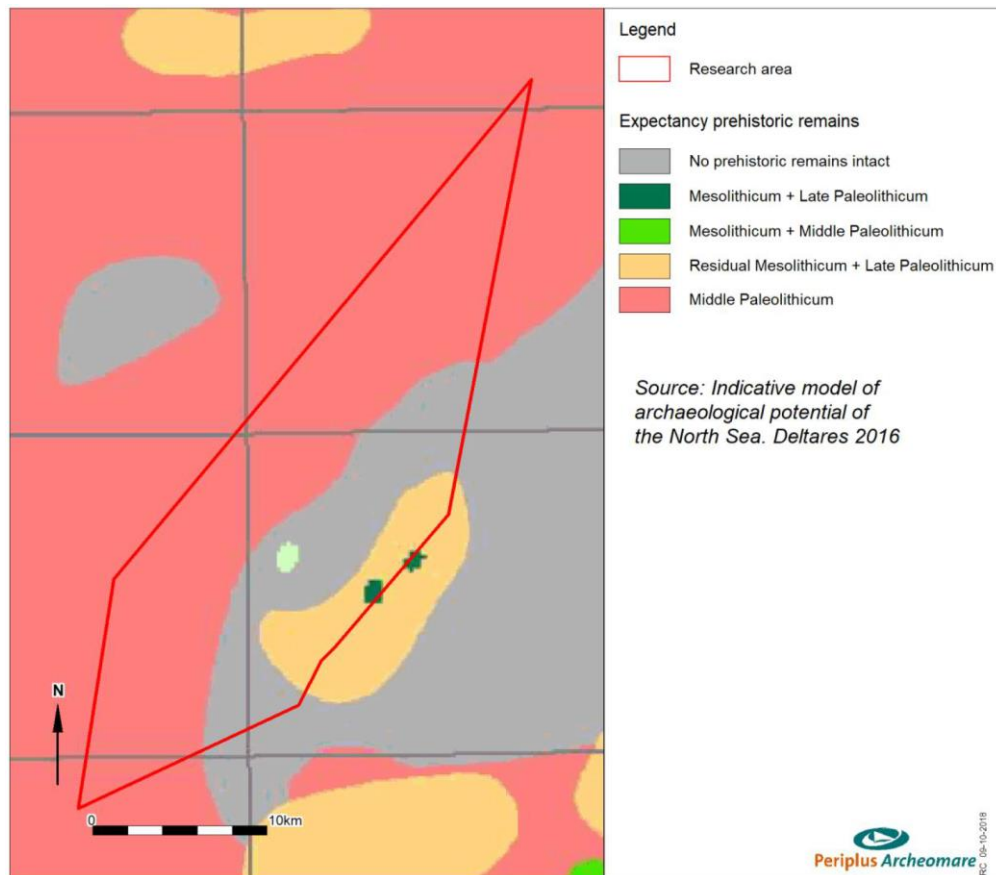
waarvan de magnetische anomalie 50 nT of meer is. Figuur 10.26 laat een overzicht zien van deze objecten en de overige geïdentificeerde objecten.

**Figuur 10.26 - Objecten met een mogelijke archeologische waarde (inclusief de 100 meter bufferzones) binnen windenergiegebied Hollandse Kust (west).<sup>93</sup>**



Daarnaast kan uit de seismische data worden geconcludeerd dat er in twee gebieden prehistorische resten verwacht kunnen worden. In het noordwestelijke gebied zijn dat (in situ) resten uit het middel Paleolithische tijdperk. In het zuidoosten betreffen het resten uit het middel en late Paleolithische en Mesolithische tijdperk (zie Figuur 10.27). Om meer inzicht te krijgen in deze gebieden wordt er in het vervolgonderzoek een voorstel gedaan voor locaties waar onderzoeksboringen plaats kunnen vinden.

Figuur 10.27 - Gebieden met archeologische verwachtingen van prehistorische resten.<sup>93</sup>



#### 10.14.2 Effectbeschrijving

In het windenergiegebied zijn scheepswrakken, andere (mogelijk) waardevolle archeologische objecten en mogelijk waardevolle archeologische resten geïdentificeerd (zie Figuur 10.26 en Figuur 10.27).

##### Archeologische resten

De kans bestaat dat tijdens de aanleg van het windpark en de parkbekabeling archeologische resten worden aangetast. Deze kans is, naast de mate van aanwezigheid van archeologische waarden, afhankelijk van de diepte van de funderingen en het oppervlak van de funderingen en erosiebescherming. Uit Tabel 10.1 blijkt dat het oppervlak van de funderingen in het windpark zeer klein is ten opzichte van het oppervlak van het gehele windenergiegebied Hollandse Kust (west). Het totaal oppervlak van de funderingen die diep de bodem ingaan varieert van 2.930 m<sup>2</sup> (jacket 10 MW) tot circa 23.900 m<sup>2</sup> (suction bucket 10 MW). De kans dat tijdens het aanbrengen van de funderingen diepe archeologische resten worden aangetast is hierdoor zeer gering. Bij de gravity based fundatie is er geen kans op aantasting van diepe archeologische resten omdat bij een gravity based fundatie alleen in de bovenste bodemlaag verstoring plaatsvindt (egalitatie en uitgraven ondiepe put).

Ondiepe archeologische resten kunnen naast aantasting door de funderingen ook worden aangetast door erosiebescherming en het ingraven van de parkbekabeling. Gezien de

oppervlakten aan funderingen en erosiebescherming (zie Tabel 10.1) kan worden gesteld dat de kans op aantasting van ondiepe archeologische resten het grootst is bij een gravity based fundatie (859.500 m<sup>2</sup> bij een 10 MW gravity based fundatie). Maar ook hier geldt dat als de oppervlakten worden gerelateerd aan het totaal oppervlak van het gehele windenergiegebied, de kans op aantasting zeer gering is.

#### (Mogelijk) Archeologisch waardevolle objecten

Archeologisch waardevolle objecten hebben standaard een veiligheidszone van 100 meter rondom zich waarin het niet mogelijk is om activiteiten op de bodem uit te voeren. Wanneer er geen ankers worden gebruikt tijdens het leggen van parkbekabeling is het wellicht, in samenspraak met Rijkswaterstaat, mogelijk om deze zone te verkleinen. Ook objecten die nog niet geïdentificeerd zijn en daardoor mogelijk een archeologische waarde hebben, hebben standaard een veiligheidszone van 100 meter. Deze objecten en veiligheidszones moeten worden vermeden tijdens de bouw van het windpark. Daarbij bestaat de kans dat deze objecten door de mens gemaakte niet-gesprongen explosieven, ankers of kabels etc. kunnen zijn. Wanneer deze locaties niet kunnen worden vermeden is aanvullend onderzoek nodig om de aard en waarde van deze objecten te bepalen. Als nader onderzoek aantoont dat deze objecten niet van waarde zijn zal de locatie en veiligheidszone vrijgegeven worden voor bodemactiviteiten en kan het object zo nodig geruimd worden. Indien tijdens nader onderzoek archeologische resten worden aangetroffen, dan zal dit worden gemeld aan het bevoegd gezag en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Ook kunnen tijdens de bouw onverwacht archeologische waarden worden aangetroffen. In overleg met het bevoegd gezag wordt dan bekeken hoe de archeologische resten zo goed mogelijk kunnen worden behouden. Een mogelijkheid is bijvoorbeeld om de locatie van een windturbine (of de ligging van een kabel) te wijzigen om zo een archeologisch object te ontwijken. Niet gesprongen explosieven worden in paragraaf 10.12.2 behandeld.

Tijdens de aanleg van het windpark zullen meerdere boorgaten worden gezet, waarbij wordt geadviseerd om de AMZ-cyclus (archeologische monumentenzorg), conform de KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) te volgen. Het windpark wordt in deze niet als een bedreiging gezien.

De effecten op het aspect Cultuurhistorie en archeologie worden voor kavel VI als licht negatief beoordeeld gezien het relatief hoge aantal objecten (effectbeoordeling: 0/-). Kavel VI (alternatief) wordt als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Hoewel er verschillen zijn in effecten tussen het alternatief met 76 of 46 turbines (en veel en weinig erosiebescherming), worden beide alternatieven gezien de geringe absolute omvang van de effecten niet onderscheidend beoordeeld.

## 10.15 Schelpdierkweek en aquacultuur

### 10.15.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

In de kustwateren wordt gebruik gemaakt van mosselzaadinstallaties (MZI's). Dit zijn installaties van touwen, netten en boeien waar mosselzaad zich op kan vestigen. Op basis van het nieuw vastgestelde MZI-beleid (2015-2018) wordt in de Nederlandse kustwateren ruimte gereserveerd voor de commerciële toepassing van MZI's. Het uiteindelijke doel, opgenomen in het in 2008 afgesloten mosselconvenant, is om de mosselsector minder afhankelijk te maken

van de natuurlijke dynamiek en om de bodemberoerende mosselzaadvisserij in de Waddenzee terug te dringen.

Vooralsnog bevinden er zich geen MZI's in of nabij het windenergiegebied Hollandse Kust (west).<sup>94</sup> Het invangen en/of kweken van schelpdieren (mosselen maar ook oesters) op de ruwere gedeelten van de Noordzee is een nieuwe, maar nog ongewisse ontwikkeling. Naast het invangen van mosselzaad komt ook het kweken van mosselen tot consumptieformaat (in zogenaamde mosselhangcultuurinstallaties) in aanmerking. Met name de technische en economische haalbaarheid zijn onderwerp van onderzoek.<sup>95</sup> Als uit praktijkproeven blijkt dat de kweek van schelpdieren technisch en economisch haalbaar is, dan kan de schelpdierkweek op de Noordzee naar verwachting toenemen. Het nieuwe Europese Fonds voor Maritieme Zaken en Visserij speelt hierop in door onder andere het bieden van financiële ondersteuning om de uitvoering van praktijkproeven te bevorderen op het gebied van schelpdierkweek en maricultuur (waaronder de kweek van zeewier/macro-algen).

Een mogelijke innovatie is de realisatie van zeecultuurparken, waar maricultuur en natuurrecreatie kunnen worden gecombineerd. Interesse bestaat op dit moment alleen voor de kweek van zeewieren. De diepe en ondiepe kustzee (tot 8 à 10 meter diep) komt in aanmerking voor mosselkweek. Voor de diepere gedeelten komen de zogenaamde 'sub-merged' systemen in beeld. Dit zijn systemen die een aantal meter onder de wateroppervlakte worden geplaatst. De kweek van schelpdieren op de Noordzee stelt hoge eisen aan de robuustheid van de systemen en dat brengt erg hoge kosten met zich mee. Daarnaast lijkt mosselkweek gecombineerd te kunnen worden met vaste objecten, zoals windturbines ('medegebruik'). Gezien de aanwezigheid van kabels en leidingen en de hoge investeringskosten verbonden aan de plaatsing ligt de combinatie met de windparken in de kavels van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) echter vooralsnog niet voor de hand.

Als aquacultuur op de Noordzee succesvol kan zijn, zou dit deel van de sector in de toekomst sterk kunnen groeien. De mogelijke combinaties van teelten op zee met windparken levert het voordeel van efficiënt ruimtegebruik op. Momenteel zijn het veelal nog projecten in het stadium van pilots. Er zijn verschillende initiatieven gaande in de omgeving van Scheveningen, de Oosterschelde, Texel, Vlieland en de IJmond. Dit zijn echter niet allemaal projecten die in uitvoering zijn. Vooralsnog is in de Noordzee voor de kust van Scheveningen een project van de Noordzeeboerderij in uitvoering. Gezien de geringe omvang en korte afstand tot de kust van deze projecten wordt dit aspect daarom niet verder meegenomen in de effectbeoordelingen.

Wat betreft aquacultuur zijn er ontwikkelingen in de vorm van pilots. Deze ontwikkelingen bevinden zich nog in de planfase en worden niet als autonome ontwikkeling meegenomen.

Wel heeft de Provincie Noord-Holland in januari 2017 vastgesteld om €300.000 te reserveren voor onder andere onderzoek naar de haalbaarheid en geschikte locaties voor de teelt van aquacultuur. Betrokken instanties zijn ECN, WMR en het NIOZ. In juni 2019 is een eerste onderzoek gedupliceerd in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en

<sup>94</sup> Mosselzaadinvanginstallaties (<https://pdokviewer.pdok.nl/#>, geraadpleegd op 6 mei 2019)

<sup>95</sup> Mosselzaadinvanginstallaties (<https://pdokviewer.pdok.nl/#>, geraadpleegd op 6 mei 2019)

Voedselkwaliteit.<sup>96</sup> Dit onderzoek zet een eerste stap in het in beeld brengen van het potentiële meervoudig ruimtegebruik in de toekomst door schelpdierkweek en aquacultuur. Om inzicht te krijgen in de potentie van voedselproductie en biomassaontwikkeling in verschillende windenergiegebieden is een kwalitatieve beoordeling naar de geschiktheid gedaan op basis van biologische randvoorwaarden. De relatieve biotische en abiotische geschiktheid is in kaart gebracht voor verschillende vormen van medegebruik. Hierbij is geen rekening gehouden met mogelijke technische beperkingen en geschiktheid van de locaties op basis van andere activiteiten. De resultaten laten zien dat windenergiegebied Hollandse Kust (west) voldoende geschiktheid laat zien voor de meeste vormen van medegebruik. Echter is er kwantitatief vervolgonderzoek nodig om te zeggen wat de mogelijke kosten of baten van dergelijk medegebruik kunnen zijn.

## 10.15.2 Effectbeschrijving

### Effecten tijdens aanleg, exploitatie, onderhoud en verwijdering

In en rondom windenergiegebied Hollandse Kust (west) zijn geen mosselzaadvanginstallaties (MZI's) of andere aquacultuurprojecten aanwezig, de effecten worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Een windpark biedt mogelijk wel kansen voor teelt van zeewier en mosselen (MZI's en Mosselhangcultuur (MHC)) en niet-bodemberoerende vangst van zeeekat, schol, tong, kabeljauw, zeebaars, Noordzeekrab en Noordzeekreeft, door hier ruimte aan te bieden. Er moet dan echter wel voldaan worden aan de vereiste dat er enkel met hengel gevestigd mag worden waarbij contact met de bodem verboden is. Indien deze vereiste kunnen worden versoepeld, en contact met de bodem wel wordt toegestaan, wordt het mogelijk ook manden en korven ten behoeve van maricultuur te plaatsen.

## 10.16 Bestaande windparken

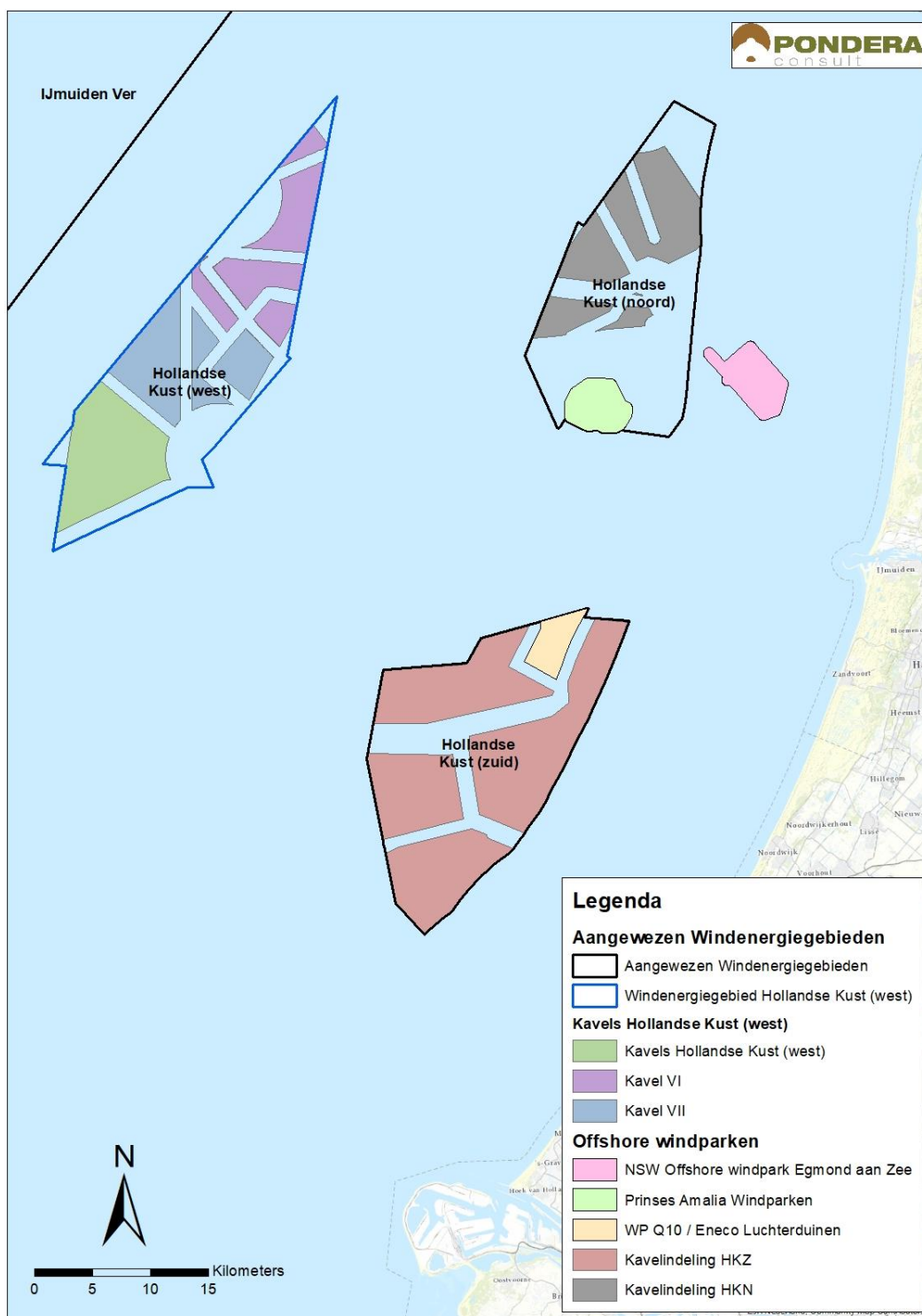
### 10.16.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het windenergiegebied Hollandse Kust (west) ligt circa 22 kilometer ten westen van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord), circa 10 kilometer ten zuid westen van windenergiegebied IJmuiden-Ver, en circa 20 kilometer ten noordwesten van windenergiegebieden Hollandse Kust (zuid) (zie Figuur 10.28). Op grotere afstand liggen de overige aangewezen gebieden, te weten Borssele (op circa 80 kilometer) en Ten Noorden van de Waddeneilanden (op 180 kilometer).

Het effect van windafvang (wake effecten) op de elektriciteitsopbrengst van bestaande windparken wordt beschreven in Hoofdstuk 11 Elektriciteitsopbrengst en Vermijden Emissies.

<sup>96</sup> Geschiktheid zeewindparken voor maricultuur en passieve visserij - Een kwalitatieve beoordeling van geschiktheid van windparklocaties voor voedselproductie, Lianne van den Bogaart; Marnix Poelman, juni 2019, WuR.

Figuur 10.28 Windenergiegebieden in omgeving Hollandse Kust (west)



Bron: Pondera Consult

### 10.16.2 Effectbeschrijving

Geconcludeerd wordt dat de effecten op bestaande windparken neutraal worden beoordeeld (effectbeoordeling: 0), doordat de ligging van de kavel VI en VI (alternatief) ten opzichte van de bestaande en vergunde windparken zodanig is dat er geen tot een gering effect wordt verwacht.

## 10.17 (Lokale en regionale) economie

### 10.17.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Als het gaat om recreatief gebruik van de Noordzee verwijzen wij naar paragraaf 10.13. Voor wat betreft werkgelegenheid en de kansen die windenergie biedt voor de Nederlandse economie is het onderzoek van PwC te gebruiken.<sup>97</sup> Zij hebben in 2018 een onderzoek uitgevoerd naar de Nederlandse windenergie op zee sector en diens bijdrage aan de Nederlandse economie met als titel "De economische bijdrage van windenergie op zee". Daarin concluderen zij het volgende over de huidige situatie:

- De directe bijdrage van de Nederlandse windenergie op zee sector wordt voor 2017 becijferd op ongeveer € 1,5 miljard. Daar komt nog eens € 0,7 miljard bij aan indirecte omzet: activiteiten bij de diverse toeleveranciers aan de directe keten. Dit telt op tot een totale economische bijdrage van € 2,2 miljard. Deze wordt voor een groot deel gedreven door de sterke marktpositie van Nederlandse bedrijven in de Europese markt.
- De Nederlandse windenergie op zee sector was in 2017 naar verwachting goed voor ongeveer 6.400 FTE aan werkgelegenheid. Dit zijn banen bij de bedrijven die rechtstreeks in de keten actief zijn en bij de toeleveranciers daarvan.

### 10.17.2 Effectbeschrijving

Als het gaat om recreatief gebruik van de Noordzee verwijzen wij naar paragraaf 10.13.

In het onderzoek van PwC uit 2018 wordt tevens ingegaan op de verwachte effecten op de economie en werkgelegenheid van de windparken in Nederland. PwC stelt dat:

- Tot 2030 kan de Nederlandse windenergie op zee sector groeien van de € 2,2 miljard in 2017 tot ongeveer € 4 miljard in 2030 (directe en indirecte effecten). Daarbij is het uitgangspunt de huidig gecommuniceerde ambities van overheden, zoals de routekaart windenergie op zee in Nederland. In termen van werkgelegenheid zal de sector naar verwachting groeien van circa 6.400 FTE naar 11.800 FTE in 2030.
- Tot 2030 wordt de totale waarde van de economische activiteit van de Nederlandse windenergie op zee sector voor parken in Nederland op € 13 miljard geschat. De totale waarde van de gerelateerde economische activiteit van die parken is € 35 miljard, waarmee Nederland een gemiddelde bijdrage realiseert van 36%. Een verklaring voor dit relatief lage getal is dat er in Nederland weinig turbine gerelateerde activiteiten worden uitgevoerd. De turbine vormt verreweg het grootste deel van de totale kosten van de waardeketen.

Hoe groot de werkgelegenheid is voor de windparken in Nederland (of specifieker: voor een windpark in Hollandse Kust (west)) uit de routekaart windenergie op zee is niet exact bepaald door PwC. Maar de bouw van een windpark in kavel VI of VI (alternatief) zal zorgen voor een

<sup>97</sup> PwC, 2018, De economische bijdrage van windenergie op zee, Rapport voor het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

toename aan werkgelegenheid. Ter indicatie hiervan kan verwezen worden naar het onderzoek van Decisio uit 2016 (Regionale effecten windmolenparken op zee, Maatschappelijke effecten en analyse regionaal economische impact, 2016). Hierin wordt gesproken over een tijdelijke Nederlandse werkgelegenheid (voor de aanleg van de windparken) van 1.600 FTE voor een vermogen van 2.100 MW, hetgeen ongeveer neerkomt op een totaal van  $760/2100 * 1600 = 579$  FTE voor 760 MW voor een kavel in Hollandse Kust (west). De buitenlandse werkgelegenheid is circa 7x groter, aldus Decisio. De permanente werkgelegenheid (vanwege de exploitatie van de windparken) wordt geraamd op 475 FTE voor 2.100 MW, hetgeen neerkomt op  $760/2100 * 475 = 172$  FTE permanente werkgelegenheid voor 760 MW voor een kavel in Hollandse Kust (west).

Geconcludeerd wordt dat de effecten op (lokale en regionale) economieën licht positief (effectbeoordeling: 0/+) worden beoordeeld voor beide kavels en alternatieven.

## 10.18 Effectbeoordeling

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat er effecten optreden ten aanzien van reeds aanwezige gebruiksfuncties. De meeste effecten worden gezien de geringe omvang als neutraal beoordeeld. Dit komt deels doordat bij de locatiekeuze reeds rekening is gehouden met de aanwezige gebruiksfuncties. Hieronder volgt een korte beschrijving per onderdeel. Tenzij dit wordt benoemd zijn de effecten voor de kavelalternatieven (kavel VI en kavel VI (alternatief)) of de indelingsalternatieven (alternatief 1 met 76 x 10 MW op suction bucket en alternatief 2 met 47 x 16 MW op gravity base), niet onderscheidend.

Ten aanzien van de meeste gebruiksfuncties is sprake van geringe effecten en is de effectbeoordeling neutraal. Hieronder vallen de effecten op de scheeps-, wal- en luchtvaartradar, baggerstort, zand-, grind- en schelpenwinning, schelpdierenkweek en aquacultuur, munitiestortplaatsen en militaire activiteiten, bestaande windparken en recreatie en toerisme. De effecten op (lokale en regionale) economieën scoren licht positief.

De effecten op de visserij als geheel, worden – gezien het oppervlak dat verloren gaat (max circa 90 km<sup>2</sup>) en de waarde van dat gebied voor de visserij, als licht negatief beoordeeld. Ook is er een licht negatief effect op de aanwezige elektra- en telecomkabels en pijpleidingen bij toepassing van de voorkeursligging van kavel VI waar dat bij kavel VI (alternatief) neutraal is. Voor luchtvaart zien we een neutraal effect voor de interferentie van burgerluchtvaart en militaire luchtvaart. De interferentie voor de kustwacht scoort licht negatief. De effecten op de vliegbewegingen van de helikopterverkeer scoren licht negatief voor kavel VI (alternatief) en negatief voor kavel VI omdat de separatie-eis van Helicopter Main Route (HMR) KY653 overschreden wordt.

Ten aanzien van cultuurhistorie en archeologie scoort alleen kavel VI licht negatief door de relatief hoge concentratie aan (mogelijk) archeologisch waardevolle objecten, waar kavel VI (alternatief) neutraal scoort. De effecten op straalpaden voor Kavel VI worden als negatief beoordeeld door het relatief hoge aantal straalpaden. De effecten op straalpaden kunnen voor beide kavels naar verwachting wel gemitigeerd worden door rekening te houden de straalpaden bij het bepalen van de windturbineposities. Kavel VI (alternatief) scoort licht negatief.



De effecten ten aanzien van olie- en gaswinning worden in zijn algemeen als licht negatief beoordeeld. De kavels VI en VI (alternatief) liggen in zowel vergunde winnings- als exploratiegebieden maar maken de ontwikkeling van toekomstige velden in deze gebieden niet onmogelijk. Daarentegen is (toekomstig) seismisch onderzoek naar de aanwezigheid van olie- of gasvelden (opsporing) nagenoeg onmogelijk tijdens de exploitatie van het windpark. Hierbij moet worden opgemerkt dat de effecten licht negatiever zijn bij een windpark met 76 turbines (alternatief 1) dan bij een windpark met 47 turbines (alternatief 2), vanwege het verschil in ruimte tussen turbines. Dit maakt echter geen onderscheid in de uiteindelijke effectbeoordeling.

Tabel 10.12 Effectbeoordeling overige gebruiksfuncties Kavel VI

Beoordelingscriteria	Effect	Beoordeling Kavel VI		Beoordeling Kavel VI (alternatief)	
		Alt. 1 76 x 10 MW op suction bucket	Alt. 2 47 x 16 MW op gravity base	Alt. 1 76 x 10 MW op suction bucket	Alt. 2 47 x 16 MW op gravity base
Visserij	Beperkingen visserij	0/-	0/-	0/-	0/-
Olie- en gaswinning	Beperkingen olie- en gaswinning	0/-	0/-	0/-	0/-
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0	0	0	0
	Interferentie helikopterverkeer	-	-	0/-	0/-
	Interferentie Kustwacht	0/-	0/-	0/-	0/-
	Interferentie militaire luchtvaart	0	0	0	0
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	0	0	0	0
Baggerstort	Beperkingen baggerstortgebieden	0	0	0	0
Scheeps-, wal- en luchtvaarradar	Interferentie radar	0	0	0	0
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0/-	0/-	0	0
Telecommunicatie	Verstoring straalpaden	-	-	0/-	0/-
Munitiestortgebieden en militaire gebieden	Aanwezigheid munitiestortgebieden en militaire gebieden	0	0	0	0
	Aanwezigheid niet-gesprongen explosieven	0	0	0	0
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart	0	0	0	0
	Beperkingen kustrecreatie	0	0	0	0

Beoordelingscriteria	Effect	Beoordeling Kavel VI		Beoordeling Kavel VI (alternatief)	
		Alt. 1 76 x 10 MW op suction bucket	Alt. 2 47 x 16 MW op gravity base	Alt. 1 76 x 10 MW op suction bucket	Alt. 2 47 x 16 MW op gravity base
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0/-	0/-	0	0
Schelpdierweek en aquacultuur	Beperkingen schelpdierweek	0	0	0	0
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0	0	0	0
(Lokale en regionale) Economieën	Effecten op de economie en werkgelegenheid	0/+	0/+	0/+	0/+

Uit de beoordeling blijkt dat ten aanzien van de aspecten helikopterverkeer, kabels en leidingen, straalpaden en archeologie de kavelalternatieven een ongelijke beoordeling krijgen. Kavel VI scoort negatiever ten aanzien van helikopterverkeer (HMR) en straalpaden (acht straalpaden) vanwege het doorsnijden van bestaande functies. Door de hogere concentratie van kabels en leidingen, straalpaden en archeologische resten scoort kavel VI ten aanzien van deze aspecten negatiever dan kavel VI (alternatief).

## 10.19 Cumulatie

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat de meeste effecten gering tot verwaarloosbaar zijn. Voor de visserij, olie- en gaswinning, helikopterverkeer, mogelijkheden voor de Kustwacht bij SAR-operaties, kabels en leidingen, straalpaden, en archeologie zijn (beperkt) negatieve effecten te verwachten. In deze paragraaf wordt, mits aanwezig, toegelicht wat de effecten in cumulatie met andere bestaande en (middels kavelbesluit vergunde windparken) zijn.

Bij de komst van meer windparken op zee wordt het totale ruimtebeslag groter waardoor een groter gebied verloren gaat voor de bodemberoerende visserij. In totaal beslaan de aangewezen windenergiegebieden circa 4,71% van het NCP (0,60% Borssele, 0,61% Hollandse Kust (zuid), 0,50% Hollandse Kust (noord), 0,60% Hollandse Kust (west), 2,03% IJmuiden Ver, en 0,38% Ten noorden van de Waddeneilanden). Echter zullen de windenergiegebieden niet in hun geheel gesloten worden, enkel de kavels en zullen de genoemde percentages wat kleiner zijn. Na verkaveling bedraagt het totaal te sluiten gebied 2,81% van het NCP (Natura 2000 gebieden en de Bruine Bank beslaan respectievelijk 20% en 5% van het NCP). Het gebied dat verloren gaat voor de visserij betreft gemiddeld gunstige visgronden, waardoor in cumulatie sprake is van beperkte negatieve effecten voor de visserij. Het toekomstig belang van de gesloten en te sluiten windenergiegebieden wordt medebepaald door de toekomstige ontwikkelingen omtrent de Noordzee en de beleidsmatige en sociaaleconomische context. Het relatieve belang voor de Nederlandse demersale visserij van de geplande windenergiegebieden op het NCP zal toenemen naarmate er meer andere

gebieden worden gesloten en uitwijkmogelijkheden voor de visserij worden beperkt. In het geval dat alle natuurgebieden en windenergiegebieden in zowel het Nederlandse als buitenlandse deel van de Noordzee worden gesloten, zou het aandeel van de windenergiegebieden aan de bruto toegevoegde waarde van de Nederlandse kottersector niet 1,36% maar 1,57% bedragen. Als ook de wateren van het Verenigd Koninkrijk zouden worden gesloten voor Nederlandse vissersvaartuigen door een Brexit, zou het aandeel 1,93% zijn. Hieronder vallen delen van de volgende gebieden: Doggersbank, Centrale Oestergronden, Friese Front, Klaverbank, Borkumse Stenen, Noordzeekustzone, Voordelta en Vlake van de Raan (Stichting de Noordzee, 2018). Deze percentages zijn de maximale waarden, omdat gerekend is met de maximale grootte van de gebiedsplannen zoals die nu bekend zijn.<sup>98</sup>

Door het grotere aantal turbines op de Noordzee wordt ook de kans groter dat archeologisch resten worden aangetast. De realisatie van Hollandse Kust (west) vergroot deze kans.

Voor de recreatievaart heeft dit extra windenergiegebied Hollandse Kust (west) beperkte gevolgen, omdat de recreatievaart tot 24 meter wordt toegelaten en de recreatievaart met name gebruik maakt van de 10 à 20 km brede zone langs de kust. Voor vaartuigen die vanuit het Noordzeekanaalgebied de oversteek naar Engeland willen maken en groter zijn dan 24 meter betekent de realisatie van kavels VI of kavel VI (alternatief) extra omvaren. Mogelijk wordt deze grens met een beleidswijziging verhoogd tot 45 meter waardoor de effecten van de gebiedssluiting zullen verminderen.

## 10.20 Mitigerende maatregelen

Een mogelijke mitigerende maatregel voor de visserij is het visserijvriendelijk inrichten van de kavels. Echter laten de besproken onderzoeken voornamelijk zien dat, voor de betrokken partijen in zijn geheel, de baten niet op lijken te wegen tegen de kosten. Medegebruik van de kavels voor schelpdierenkweek en aquacultuur is niet kwantitatief onderzocht, maar er is wel vastgesteld dat het gebied Hollandse kust (west) over voldoende geschikte biologische randvoorwaarden beschikt. Toekomstig onderzoek zal moeten uitwijzen of deze vorm van medegebruik in de praktijk haalbaar is.

Door de komst van een windpark in Kavel VI wordt de separatie-eis van de Helicopter Main Route (HMR) KY653 overschreden. Tussen de minimale vlieghoogte van 1500 voet (circa 450 meter) en de tiphoogte van de turbines (maximaal 304 meter) blijft (circa 150 meter) te weinig ruimte over voor de minimale verticale obstakelvrije ruimte (verticale separatiezone) vanaf 300 meter tussen het vliegverkeer en een object op zee. 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.

Een mogelijkheid om te voorkomen dat objecten met mogelijke archeologische waarde worden aangetast is door de locatie van een windturbine (of de ligging van een kabel) te wijzigen om zo een archeologisch object te ontwijken.

Het windenergiegebied is een risicogebied voor niet-gesprongen explosieven. Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen. Zie voor de aanbevelingen het uitgevoerde bureauonderzoek van REASeuro (2017).

Ondanks dat het voorbereidingsbesluit Hollandse Kust (west) vastlegt dat er in ieder geval geen ander gebruik mag plaatsvinden binnen het windenergiegebied en binnen een zone van 500 meter om het windenergiegebied heen, is het van belang om met de vergunninghouders en exploitanten van de betreffende mijnbouwplatforms in overleg te gaan over de realisatie.

Met straalpaden is bij de plaatsing van de windturbines (die in Alternatief 1 circa 1000m uit elkaar staan) in principe goed rekening te houden door de relatief beperkte ruimtelijke claim van straalpaden (een kolom van circa 130m doorsnee). Echter zal dit wel per straalpad bekeken moeten worden. Ook is er aangekondigd dat in 2020 een Noordzee-dekkend 4G netwerk wordt gerealiseerd. Dit geeft offshore operators een mogelijk alternatief voor het gebruik van straalpaden ten tijde van de bouw en operationele fase van het windpark.

De overige effecten zijn zeer lokaal, tijdelijk en gering. De noodzaak van mitigerende maatregelen is dan ook niet aanwezig. Wel kunnen er door de windparkeigenaar maatregelen getroffen worden om de geringe effecten verder te mitigeren. Daarbij kan gedacht worden aan het wijzigen van de locatie van een windturbine of kabel om effect te verminderen.

## 10.21 Leemten in kennis

Voor de aspecten binnen de overige gebruiksfuncties zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de effectbeschrijving.

## 11 ELEKTRICITEITSOPBRENGST EN VERMEDEN EMISSIES

### 11.1 Te beschouwen bandbreedte/alternatieven

Om de elektriciteitsopbrengst en de vermeden emissies in beeld te brengen zijn voor respectievelijk een alternatief met 10 MW turbines en een alternatief met 16 MW turbines de elektriciteitsopbrengst en de vermeden emissies uitgerekend. De bandbreedte bestaat dan uit een minimum alternatief met 76 turbines van 10 MW (Vestas V164-10.0 MW) en een maximum alternatief met 47 turbines van 16 MW (er zijn nog geen turbines in productie met een dergelijk vermogen, dus in dit hoofdstuk is een extrapolatie gemaakt zodat een indicatie kan worden gegeven van de opbrengst van een 16 MW turbine). Het aantal windturbines wordt bepaald door de omvang van kavel VI (760 MW) te delen door het vermogen van de windturbine. De kenmerken van de turbines zijn weergegeven in tabel 11.1. Er kunnen ook andere type windturbines gebouwd worden en ook een minder aantal (bijvoorbeeld tot een totaal van 700 MW in plaats van 760 MW).

Tabel 11.1 Kenmerken van de te onderscheiden alternatieven voor elektriciteitsopbrengst.

Kenmerken	Minimum alternatief	Maximum alternatief
Aantal turbines	76	47
Vermogen turbine	10 MW	16 MW
Rotordiameter	164	279
Ashoogte*	107	164,5

\* De ashoogte wordt bepaald door de tiplagte 25 m boven zeeniveau + de halve rotordiameter

De trend bij de ontwikkeling van windturbines leidt momenteel tot turbines met een relatief groot vermogen en een grote rotordiameter. Uitgaande van een ondergrens van 10 MW en bovengrens van 16 MW aan opgesteld vermogen, resulteert dit in de rotordiameters zoals weergegeven in de onderstaande tabel (afkomstig van ECN). Afhankelijk van het aantal Watt per m<sup>2</sup> is per turbinevermogen de rotordiameter weergegeven. Een V164 van 10 MW heeft een relatief hoge vermogensdichtheid (ca. 470 W/m<sup>2</sup>), maar een vermogensdichtheid van tussen 260 en 380 W/m<sup>2</sup> is gebruikelijk. Anders gezegd: turbines op de markt hebben in veel gevallen een dichtheid tussen 260 en 380 W/m<sup>2</sup>.

Tabel 11.2 Rotordiameters.

Power Density Rotor (W/m <sup>2</sup> )	Opgesteld vermogen (MW)						
	10	11	12	13	14	15	16
260	221	232	242	252	262	271	280
270	217	228	238	248	257	266	275
280	213	224	234	243	252	261	270
290	210	220	230	239	248	257	265
300	206	216	226	235	244	252	261
310	203	213	222	231	240	248	256

Power Density Rotor (W/m <sup>2</sup> )	Opgesteld vermogen (MW)						
	10	11	12	13	14	15	16
320	199	209	219	227	236	244	252
330	196	206	215	224	232	241	248
340	194	203	212	221	229	237	245
350	191	200	209	217	226	234	241
360	188	197	206	214	223	230	238
370	186	195	203	212	219	227	235
380	183	192	201	209	217	224	232

## 11.2 Beoordelingskader

In de onderstaande tabel is voor de elektriciteitsopbrengst en de vermeden emissies een aantal beoordelingscriteria weergegeven. Op basis van deze criteria zijn de effecten beschreven.

Tabel 11.3 Beoordelingscriteria elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies.

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies	Elektriciteitsopbrengst CO <sub>2</sub> -emissie reductie SO <sub>2</sub> -emissie reductie NO <sub>x</sub> -emissie reductie	Kwantitatief in MWh/jaar en ton/jaar

## 11.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het Prinses Amalia Windpark en Windpark Egmond Aan Zee (OWEZ) produceren jaarlijks circa 435<sup>99</sup> en 315<sup>100</sup> GWh, hetgeen samen resulteert in een equivalent van het jaarlijkse elektriciteitsverbruik van circa 259.000 woningen<sup>101</sup>.

Ook produceren de windparken Luchterduinen (531 GWh<sup>102</sup>) en Gemini I en II (ZeeEnergie en Buitengaats, 2.600 GWh) elektriciteit, en zullen in de nabije toekomst de windparken in windenergiegebieden Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord) in werking treden.

## 11.4 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: bijvoorbeeld boven open zee waait het harder dan in de stad;

<sup>99</sup> <http://www.prinsesamaliawindpark.eu/nl/windpark.asp>

<sup>100</sup> [http://www.noordzeewind.nl/wp-content/uploads/2012/02/OWEZ\\_R\\_000\\_20101112\\_Operations\\_2009.pdf](http://www.noordzeewind.nl/wp-content/uploads/2012/02/OWEZ_R_000_20101112_Operations_2009.pdf)

<sup>101</sup> CBS (2016). Gemiddeld elektriciteitsverbruik particuliere woningen

<sup>102</sup> <https://www.eneco.nl/over-ons/projecten/windpark-luchterduinen/>

- het rotoroppervlak: hoe langer de bladen, des te groter het rotoroppervlak en hoe meer wind wordt omgezet in elektriciteit;
- oriëntatie opstelling ten opzichte van de overheersende windrichting (zuidwesten) en onderlinge afstand tussen de windturbines in relatie tot onderlinge beïnvloeding;
- de hoogte van de turbine: 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 het zogenaamde zogeffect (of wake-effect). Dit 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. Om de effecten te verkleinen is de onderlinge afstand van de windturbines in de noordwest-zuidoost richting kleiner dan loodrecht op de overheersende windrichting. De te verwachten energieopbrengst is tevens afhankelijk van de bedrijfszekerheid van de windturbines en hangt mede af van weersomstandigheden en seizoenen.

#### Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

Om de vergelijking tussen hernieuwbare en conventionele energiebronnen te maken voor wat betreft reductie van schadelijke stoffen, wordt de substitutiemethode van RVO gebruikt zoals beschreven in het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie – Herziening 2015<sup>2</sup>. Met deze methode wordt elke bijdrage van een hernieuwbare bron teruggerekend naar de theoretische energie-inhoud van de te vervangen conventionele bron. 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 CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> 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 11.4.

Tabel 11.4 Kentallen en toelichting

Kentallen	Waarde	Toelichting
Elektriciteitsverbruik per woning	2910 kWh/j <sup>103</sup>	Woning is gedefinieerd als BAG-object met woonfunctie. Referentiejaar 2016.
Rendement elektriciteitscentrales	42,8 % <sup>104</sup>	Elektrisch rendement op primaire fossiele energie (Lower Heating Value). Referentiejaar 2016.
Emissiefactor CO <sub>2</sub>	74,6 kg/GJ <sup>105</sup>	Uitstoot per GJ geproduceerde primaire energie door centrale, stationaire energiebronnen. Referentiejaar 2016.
Emissiefactor NO <sub>x</sub>	0,04 kg/GJ <sup>106</sup>	Uitstoot per GJ geproduceerde primaire energie door centrale, stationaire energiebronnen. Referentiejaar 2016.

<sup>103</sup> CBS (2016). Gemiddeld elektriciteitsverbruik particuliere woningen

<sup>104</sup> CBS (2018a). Rendementen en CO<sub>2</sub> emissie elektriciteitsproductie 2016. URL: [www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2018/04/rendementen-en-co2-emissie-elektriciteitsproductie-2016](http://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2018/04/rendementen-en-co2-emissie-elektriciteitsproductie-2016)

<sup>105</sup> Idem.

<sup>106</sup> CBS (2018b). Emissies van luchtverontreinigende stoffen volgens NEC richtlijnen

Emissiefactor SO <sub>2</sub>	0,03 kg/GJ <sup>107</sup>	Uitstoot per GJ geproduceerde primaire energie door centrale, stationaire energiebronnen. Referentiejaar 2016.
-------------------------------	---------------------------	--

In tabel 11.5 is per alternatief de energieopbrengst van het windpark weergegeven. Ook de emissiereductie van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> zijn berekend en zijn uitgedrukt in ton per jaar. De energieopbrengstwaarden zijn berekend met WindPro en zijn hier nadrukkelijk ter indicatie opgenomen, aangezien de opbrengst afhankelijk is van het type windturbine 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 opbrengstverliezen en de park energieopbrengst neemt alleen de verliezen door zogeeffecten mee. In bijlage 10 zijn de berekeningen van de bruto en park opbrengst uit WindPro opgenomen. Let wel: de uitkomsten die in deze bijlage zijn vermeld, betreffen de gezamenlijke energieopbrengst uit kavels VI en VII. Naast zogeeffecten leiden andere factoren ook tot opbrengstverliezen. Op basis van expert judgement zijn verliespercentages ingeschat (zie tabel 11.5, bijvoorbeeld voor ijsvorming 0,5%). Dit zijn schattingen op basis van ervaring bij andere windparken. De netto energieopbrengst houdt rekening met al deze verliespercentages.

**Tabel 11.5 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies kavel VI op basis van een voorbeeldturbine (turbinekeuze vindt echter later plaats door vergunninghouder).**

Alternatief	Minimum alternatief (10 MW)	Maximum alternatief (16 MW)
Bruto elektriciteitsopbrengst kavels VI en VII samen (MWh/j) (zie bijlage 10 voor de berekening hiervan)	8.545.930	8.313.151
Bruto elektriciteitsopbrengst (MWh/j)	4.269.690	4.153.390
Zogeeffecten [%]	8,1%	10,0%
Park elektriciteitsopbrengst (MWh/j)	3.923.704	3.736.542
Niet-beschikbaarheid [%]	5,0%	5,0%
Kabelverliezen [%]	3,0%	3,0%
Bladdegradatie door ijsvorming [%]	0,5%	0,5%
Bladdegradatie door verontreiniging [%]	0,5%	0,5%
Hysterese (uitval door windvlagen) [%]	0,5%	0,5%
Totale verliezen [%] t.o.v. bruto opbrengst <sup>108</sup>	16,6%	18,3%
<b>Netto elektriciteitsopbrengst (MWh/jaar)</b>	<b>3.561.729</b>	<b>3.391.833</b>
<b>CO<sub>2</sub>-reductie (ton/j)</b>	<b>2.235.856</b>	<b>2.129.204</b>
<b>NO<sub>x</sub>-reductie (ton/j)</b>	<b>1.092</b>	<b>1.040</b>
<b>SO<sub>2</sub>-reductie (ton/j)</b>	<b>795</b>	<b>757</b>

<sup>107</sup> CBS (2018b). Emissies van luchtverontreinigende stoffen volgens NEC richtlijnen

<sup>108</sup> 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 %.



De energieopbrengst van het minimumalternatief (76 turbines van 10 MW) is circa 5,0% hoger dan het maximumalternatief (47 turbines van 16 MW). Dat is niet per definitie zo, maar geldt wel voor de beschouwde turbintypes. Daarbij is het goed om te weten dat er in dit hoofdstuk gewerkt is met een 10 MW die daadwerkelijk geleverd kan worden en dat voor de 16 MW turbine is uitgegaan van extrapolatie van gegevens, omdat er nog geen 16 MW turbine geleverd kan worden op het moment van schrijven van dit MER.

### **Benodigde energie voor productie, bouw, onderhoud en verwijdering**

Het produceren, bouwen, onderhouden en verwijderen van een windturbine kost energie. Uit onderzoek van Oregon State University<sup>109</sup> blijkt een energetische terugverdientijd bij turbines op land van 5,2 en 6,4 maanden. Florida Atlantic University<sup>110</sup> geeft een energetische terugverdientijd van 6 tot 9 maanden voor turbines op land. Voor de uitstoot van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> is de terugverdientijd ongeveer tussen de 4 en 9 maanden voor turbines op land (Das Grüne Emissionshaus, augustus 2003).

De Siemens-divisie Wind Power and Renewables heeft vier milieuproductverklaringen (Environmental Product Declarations - EPD's) gepubliceerd voor vier van haar productplatformen<sup>111</sup>. De waarden zijn gebaseerd op levenscyclusbeoordelingen (Life Cycle Assessments - LCA's) van vier specifieke windenergieprojecten: twee windparken op zee met 80 windturbines (4 MW- en 6 MW-turbines) en twee windparken op land met 20 windturbines (2,3 MW- en 3,2 MW-turbines). Daaruit blijkt dat de twee windparken op land in 4,5 en 5,5 maand energetisch zijn terugverdiend. Voor de twee windparken op zee is een energetische terugverdientijd berekend van 9,5 en 10,5 maanden. Een verklaring voor de langere terugverdientijd voor windparken op zee is wellicht de benodigde scheepvaart en de aanleg van kabels en fundaties op zee die meer energie vergen in vergelijking met windenergie op land.

### **Bijdrage aan Nederlandse doelstelling voor duurzame energie**

Het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik bedroeg in 2017 6,6%<sup>112</sup>. De Rijksoverheid wil het percentage duurzame energie laten groeien. De Rijksoverheid heeft zich tot doel gesteld in 2020 14% van de verbruikte energie duurzaam op te wekken, voor 2023 bedraagt dit 16%.

Voor het berekenen van de bijdrage van het windpark aan een duurzame energieproductie is uitgegaan van het verbruik in 2017. Toen bedroeg het landelijke energieverbruik 581.944 GWh (2.095 PJ, totaal bruto energetisch eindverbruik, bron: CBS, Hernieuwbare energie in Nederland 2016, 2017). Kavel VI levert met een energieproductie van 3.561.729 MWh (10 MW-turbine) een bijdrage van 0,61% aan een duurzame energieproductie (van 2017).

<sup>109</sup> 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>

<sup>110</sup> Chaouki Ghenai (2012). Life Cycle Analysis of Wind Turbine, Sustainable Development - Energy, Engineering and Technologies - Manufacturing and Environment, Prof. Chaouki Ghenai (Ed.), ISBN: 978-953-51-0165-9, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/sustainable-development-energy-engineering-andtechnologies-manufacturing-and-environment/life-cycle-analysis-of-wind-turbine>

<sup>111</sup> <http://www.energy.siemens.com/hq/en/renewable-energy/wind-power/epd.htm>

<sup>112</sup> CBS, Hernieuwbare energie in Nederland 2017, 2018

Naast de doelstellingen voor 2020 en 2023 heeft de Rijksoverheid een doelstelling voor 2030 van 49 TWh uit windenergie op zee. Kavel VI draagt daar ruim 7% aan bij.

De gemiddelde woning heeft een elektriciteitsverbruik van 2.910 kWh per jaar<sup>113</sup>. Kavel VI kan met een energieproductie van 3.561.729 MWh per jaar, circa 1.200.000 huishoudens van elektriciteit voorzien.

## 11.5 Effectbeoordeling

Zowel het minimum als maximum alternatief dragen goed bij aan de doelstelling voor duurzame energie in Nederland. Omdat beide alternatieven ongeveer dezelfde energieopbrengst genereren worden ze beide positief beoordeeld.

Tabel 11.6 Samenvatting effectbeoordeling elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies.

Aspecten	Beoordeling	
	10 MW	16 MW
Elektriciteitsopbrengst	++	++
Vermeden emissies	++	++

### Alternatieve ligging kavel VI

Omdat de alternatieve ligging van kavel VI een oppervlakte beslaat van 75 km<sup>2</sup> in vergelijking met een oppervlakte van 90 km<sup>2</sup> als het gaat om de voorkeursligging, zullen turbines dichter op elkaar komen te staan, hetgeen tot een reductie van de elektriciteitsopbrengst leidt (meer windafvang). Dit effect zal naar verwachting niet groot zijn. Daarnaast ligt de alternatieve ligging van kavel VI vóór kavel VII - gezien vanuit de overheersende windrichting (zuidwest) - en de voorkeursligging van kavel VI er juist achter. Daardoor zal de opbrengst relatief weer hoger zijn voor de alternatieve ligging van kavel VI in vergelijking met de voorkeursligging. Daar staat vervolgens wel weer tegenover dat er dan meer windafvang voor kavel VII is en de elektriciteitsopbrengst van kavel VII lager kan uitvallen.

## 11.6 Cumulatie

Bij de verdere invulling van windenergiegebieden, zal de productie van duurzame energie verder toenemen. De gebieden Ten noorden van de Waddeneilanden (700 MW) en IJmuiden Ver (4 GW) komen nog na de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (west). De positieve effecten van een duurzame energieproductie (minder emissies) nemen bij realisatie van deze doelstelling verder toe.

In de opbrengstberekeringen voor kavel VI is reeds rekening gehouden met de windturbines in de nabijheid (Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord), Windpark Prinses Amalia, OWEZ en Luchterduinen). Windturbines in windenergiegebied Hollandse Kust (west) hebben maar zeer beperkt effect op de opbrengst van de windparken in de nabijheid en vice versa (in orde grootte van maximaal enkele tienden van procenten).

<sup>113</sup> CBS (2016). Gemiddeld elektriciteitsverbruik particuliere woningen

## 11.7 Mitigerende maatregelen

Er zijn alleen positieve effecten te verwachten op elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies. De noodzaak van mitigerende maatregelen is dan ook niet aanwezig. De initiatiefnemers zullen een minimaal aantal MW's moeten realiseren. Daarbij zullen ze de elektriciteitsopbrengst maximaliseren in relatie tot de kosten, om zo de kosten per MWh zo laag mogelijk te houden. Hierdoor wordt het maximaliseren van de elektriciteitsopbrengst (en daarmee de vermeden emissies) gestimuleerd.

Wel is het mogelijk dat maatregelen ter voorkoming van vleermuislachtoffers of vogelslachtoffers (stilstandregeling) voor een verminderde elektriciteitsopbrengst zorgen. Naar verwachting is het effect van deze maatregelen op de elektriciteitsopbrengst echter gering in verhouding tot de totale opbrengst van het windpark.

## 11.8 Leemten in kennis

Verwacht wordt dat de berekeningen in dit hoofdstuk een goede indicatie geven. Er zullen nog windmeetresultaten beschikbaar komen voor Hollandse Kust (west), zodat meer betrouwbare opbrengstberekeningen gemaakt kunnen worden. Voor het aspect elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies zijn verder geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de besluitvorming.



## 12 CONCLUSIE

### 12.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de afweging beschreven. In paragraaf 12.2 wordt 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. In paragraaf 12.4 wordt ingegaan op cumulatie van effecten, paragraaf 12.5 geeft mogelijke mitigerende maatregelen weer. In paragraaf 12.6 wordt het voorkeursalternatief beschreven. Het voorkeursalternatief bestaat in dit MER uit een voorkeur voor de ligging van kavel VI en 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 (12.7) en een paragraaf over monitoring en evaluatie (12.8).

### 12.2 Toetsing aan wettelijk kader

Enige sterfte van vogels en vissen en afname van populaties zeezoogdieren zijn niet op voorhand uit te sluiten. Door middel van de Wet windenergie op zee wordt de toets die ingevolge de Wet natuurbescherming (Wnb) dient te worden uitgevoerd, 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 (zie artikel 5 Wet windenergie op zee) is een Passende Beoordeling uitgevoerd. Uit deze Passende Beoordeling blijkt dat significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden als gevolg van het voorkeursalternatief uitgesloten kunnen worden. Specifiek als het gaat om stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van het windpark, dient in het kavelbesluit een voorschrift opgenomen te worden om de hoeveelheid stikstof te maximaliseren. Op deze wijze wordt voorkomen dat er een hogere tijdelijke depositie optreedt dan 0,05 mol N/ha/jaar als gevolg van de tijdelijke stikstofemissie als gevolg van de aanleg van het project. De Passende Beoordeling geeft aan dat een depositie van maximaal 0,05 mol/ha/jaar gedurende 2 jaar namelijk nooit van invloed kan zijn op de omvang en ruimtelijke verdeling van de depositiedeken als gevolg van de vrijwel doorlopende inzet van het materieel op de Noordzee dat ook voor het project wordt ingezet.

Overige wet- en regelgeving is waar relevant besproken in de diverse aspecten hoofdstukken en waar nodig vertaald naar concrete normen. Bijvoorbeeld in het hoofdstuk onderwaterleven is de normstelling beschreven, die binnen ASCOBANS als basis gebruikt, 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 1.3.1 van bijlage 4 is aangegeven hoe de werking van het beschermingsregime voor het Natuurnetwerk Nederland (NNN) in het Nederlandse Noordzeegebied eruit ziet.

### 12.3 Effecten binnen de bandbreedte – voorkeursverkaveling kavel VI

In 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 de voorkeursverkaveling voor kavel VI (noordelijke ligging). 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 de voorkeursverkaveling van kavel VI 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. Het betreft een samenvatting van de effectbeoordeling van de voorgaande hoofdstukken, de omschrijving van de beoordelingscriteria is hiervoor vereenvoudigd. Omdat er ook een verkavelingsalternatief voor kavel VI is, wordt dit alternatief aan het einde van deze paragraaf op effecten beoordeeld en is een vergelijking gemaakt met de voorkeursverkaveling.

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 hydrologie

Tabel 12.1 Beoordeling effecten voorkeursverkaveling kavel VI - morfologie en hydrologie zonder mitigerende maatregelen.

Aspect (gedurende aanleg, onderhoud en exploitatie)	Alternatief 1	Alternatief 2
	een 16 MW-turbine op een monopaal-fundering met een doorsnede van 12,5 meter Erosiebescherming (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.	een 10 MW-turbine op een gravity based fundering met een doorsnede van 50 meter Erosiebescherming (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.
Golven	0	0
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0	0/-
Waterdiepte en bodemvormen	0	0
Bodemsamenstelling	0	0
Troebelheid en waterkwaliteit	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. Alleen bij een gravity based fundering zijn de effecten als gevolg van de grotere dimensies van de fundering iets groter en scoort daarmee licht negatief. 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. Beide alternatieven verschillen hierin nauwelijks en zijn derhalve nagenoeg gelijk.

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

Tabel 12.2 Beoordeling voorkeursverkaveling kavel VI - effecten vogels en vleermuizen zonder mitigerende maatregelen.

Effecten windpark	Alternatief 1 76 * 10 MW ø 164 m	Alternatief 2 47 * 16 MW ø 279 m
Aanlegfase vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Gebruiksfase vogels		
Lokale zeevogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
Kolonievogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
Trekvogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
Verwijderingsfase vogels		
- verwijdering funderingen	0/-	0/-

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	76 * 10 MW ø 164 m	47 * 16 MW ø 279 m
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Vleermuizen		
- aanvaringen	--/-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	+/-	+/-

Het alternatief met 47 x 16 MW-turbines en een rotordiameter van 279 meter is het meest milieuvriendelijke alternatief bezien vanuit vogels en vleermuizen, vanwege het geringere aantal aanvaringslachtoffers in vergelijking met het andere alternatief. De worst case situatie is het alternatief met 76 x 10 MW-turbines en een rotordiameter van 164 meter.

Tevens is ingegaan op het verwachte effect van twebladige 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 twebladige turbines dan bij driebladige turbines.

Ook is in kwalitatieve termen ingegaan op het effect wanneer multi-rotor turbines worden toegepast. Hier zijn nog geen ervaringscijfers van bekend, maar verwacht kan worden dat meer aanvaringslachtoffers vallen indien de rotoren lager worden geplaatst in vergelijking met single-rotor turbines. Ook wanneer het totale rotoroppervlak in de kavel toeneemt zal dit leiden tot meer vogelslachtoffers. De aanwezigheid van meerdere rotoren kan de zichtbaarheid van multirotors vergroten en dit kan leiden tot meer verstoring voor gevoelige soorten, zoals alken en duikers. Voor wat betreft vleermuizen wordt ook verwacht dat multi-rotor turbines leiden tot meer slachtoffers, vanwege het mogelijk grotere rotoroppervlak en de lagere rotorhoogte.

### 12.3.3 Onderwaterleven

Tabel 12.3 Beoordeling voorkeursverkaveling kavel VI - effecten onderwaterleven zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alt. 1	Alt. 2
Effecten bij aanleg, gebruik en verwijdering op: Biodiversiteit Recruitment Dichtheden/biomassa Bijzondere soorten	Bodemdieren		
	Bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
	Habitatverlies		
	Vissen	0	0
	Geluid/trillingen		
	Bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
	Habitatverlies	0/-	0/-
		0	0



Zeezoogdieren			
<b>Aanleg</b>			
Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	Verstoord oppervlak (km <sup>2</sup> )	0	0
	Aantal verstoorde dieren	0/-	0/-
	Dierversoringsdagen	0/-	0/-
	Aantal aangetaste dieren	0/-	0/-
Fysieke aantasting	Populatie-effecten (Noordzee)	0/-	0/-
<b>Gebruik</b>			
Verstoring door geluid en trillingen turbines	Verstoord oppervlak (km <sup>2</sup> )	0	0
	Aantal verstoorde dieren	0	0
Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)	Verstoord oppervlak (km <sup>2</sup> )	0	0
	Aantal verstoorde dieren	0	0
<b>Verwijdering</b>			
Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	Verstoord oppervlak (km <sup>2</sup> )	0/-	0/-
	Aantal verstoorde dieren	0/-	0/-

Voor wat betreft de effecten als gevolg van onderwatergeluid, blijkt voor zeezoogdieren dat de effecten van de beide liggingen voor Kavel VI onderling niet onderscheidend zijn. Dit geldt eveneens voor de effecten van alternatief 1 en alternatief 2. Ook deze zijn onderling niet onderscheidend, vanwege de toepassing van de norm zoals opgenomen in het KEC 3.0. Voor beide alternatieven kan met een zekerheid van 95% worden gesteld dat de populatie bruinvissen met niet meer dan 5% afneemt. Deze 5% betreft 510 bruinvissen per kavel. De aanleg van het windpark resulteert in zowel alternatief 1 als alternatief 2, in een zeer geringe afname van het aantal bruinvissen (maximaal 40 individuen). Wat betreft zeehonden zijn de effecten ook gering, aangezien zeehonden een hogere drempelwaarde kennen ten aanzien van verstoring. Maximaal gaat het om 11 individuen die het verstoringsgebied zullen mijden. Voor wat betreft bodemdieren en vissen zijn de effecten zeer gering van omvang.

#### 12.3.4 Scheepvaart en veiligheid

Tabel 12.4 Beoordeling effecten voorkeursverkeveling kavel VI - scheepvaart en veiligheid zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling Voorkeursligging kavel VI met 10 MW-turbines
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving	0/-
	Gevolgschade van aanvaring of aandrijving	0/-
Scheepvaart	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0/-
	Effecten van doorvaart voor schepen <24 meter of <45 meter	0/-

Voor de voorkeursligging van kavel VI zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de turbines. Uit deze berekeningen blijkt dat de totale aanvaar- en

aandrijffrequentie voor de voorkeursligging van kavel VI 0,109282 is. Dit is equivalent aan één eens per 9,2 jaar. Hiermee scoort de voorkeursligging licht negatief (0/-).

Als gevolg van turbines in de voorkeursligging van kavel VI wordt eens per 568 jaar een uitstroom van olie verwacht.

Bij voorkeursligging van kavel VI is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine 0,004406.<sup>114</sup>

Bij deze cijfers kunnen een aantal kanttekeningen geplaatst worden (waaronder dat een aantal scenario's buiten beschouwing is gelaten en cijfers gebaseerd zijn op kleinere turbines dan die nu worden gebouwd, zie paragraaf 8.4.3), maar de cijfers tussen kavels zijn wel vergelijkbaar.

### Kruisen

Aangenomen wordt dat ook al zijn er soms grotere schaduwstukken op kortere afstand tot de ontmoeting de niet-routegebonden schepen voldoende manoeuvreerbaar zijn om op korte afstand te reageren. Echter hierbij is de verwachting dat niet zo zeer de beperking van het zicht een belangrijke rol speelt in de ontmoeting als wel het mogelijk verkeerd inschatten van de intenties en manoeuvreerbaarheid van de ander. Dit effect wordt als 0/- gescoord.

### Doorvaart

Het aantal aanvaringen met windturbines is groter bij doorvaart tot 45 meter, namelijk 1,87 aanvaringen per jaar ten opzichte van 1,43 aanvaringen per jaar. Dit is gebaseerd op de aanwezigheid van windparken conform de routekaart, dus niet enkel alleen de windturbines in Hollandse Kust (west). Ook het effect voor het gebied buiten de windparken is relevant; de berm en de vaarweg. Dit is een onderdeel dat verder onderzocht moet worden en waar in dit stadium nog geen uitspraken over gedaan kunnen worden. Omdat de kans op aanvaringen en aandrijvingen toeneemt als gevolg van het openstellen van windparken voor schepen, wordt licht negatief (0/-) gescoord.

## 12.3.5 Landschap

Tabel 12.5 Beoordeling effecten voorkeursverkaveling kavel VI - landschap zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Beoordeling	
	Alternatief 1 76 x 10 MW-turbines Max. tiphoogte 189 m	Alternatief 2 47 x 16 MW-turbines Max. tiphoogte 304 m
- Zichtbaarheid in percentage van de tijd	0	0

De zichtbaarheid van windturbines in kavel VI is kwantitatief weergegeven door het percentage van de tijd dat de meteorologische omstandigheden zodanig zijn, dat het windpark is te zien. Dat is minder dan 1% van de tijd in de zomerdagen (gemiddeld 1 dag per zomer, 7 minuten zichtbaar). Dit maakt dat de beide alternatieven nauwelijks zichtbaar zijn en ook geen

<sup>114</sup> Hierbij is geen rekening 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 vissersboot.

onderscheid gemaakt wordt in de beoordeling (beide 0). En indien de meteorologische omstandigheden zodanig zijn dat het windpark zichtbaar is, dan is de afstand (minimaal 51 kilometer) dermate groot dat slechts een deel van de dichtstbijzijnde turbines te zien kunnen zijn. Ook de turbines van windparken die tussen Hollandse Kust (west) en de kust liggen zullen ervoor zorgen dat praktisch de windturbines in kavel VI niet of slechts heel beperkt zichtbaar zijn.

### 12.3.6 Overige gebruiksfuncties

Tabel 12.6 Beoordeling effecten voorkeursverkaveling kavel VI - overige gebruiksfuncties zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Effect	Beoordeling Kavel VI	
		Alternatief 1 76 x 10 MW op suction bucket	Alternatief 2 47 x 16 MW op gravity base
Visserij	Beperkingen visserij	0/-	0/-
Olie- en gaswinning	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 baggerstortgebieden	0	0
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	Interferentie radar	0	0
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0/-	0/-
Telecommunicatie	Verstoring straalpaden	-	-
Munitiestortgebieden en militaire gebieden	Aanwezigheid munitiestortgebieden en militaire gebieden	0	0
	Aanwezigheid niet-gesprongen explosieven	0	0
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart	0	0
	Beperkingen kustrecreatie	0	0
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0/-	0/-
Schelpdierkweek en aquacultuur	Beperkingen schelpdierkweek	0	0
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0	0
(Lokale en regionale) Economieën	Effecten op de economie en werkgelegenheid	0/+	0/+

De meeste effecten worden gezien de geringe omvang als neutraal beoordeeld. Dit komt deels doordat bij de locatiekeuze reeds rekening is gehouden met de aanwezige gebruiksfuncties. Hieronder volgt een korte beschrijving per onderdeel. Binnen de bandbreedte van de indelingsalternatieven (alternatief 1 met 76 x 10 MW op suction bucket en alternatief 2 met 47 x 16 MW op gravity base) is geen onderscheidend effect bevonden.

Ten aanzien van de meeste gebruiksfuncties is sprake van geringe effecten en is de effectbeoordeling neutraal. Hieronder vallen de effecten op de scheeps-, wal- en luchtvaartradar, baggerstort, zand-, grind- en schelpenwinning, schelpdierenkweek en aquacultuur, munitiestortplaatsen en militaire activiteiten, bestaande windparken en recreatie en toerisme. De effecten op (lokale en regionale) economieën scoren licht positief.

De effecten op de visserij worden als licht negatief beoordeeld gezien het oppervlak dat verloren gaat en de waarde van dat gebied voor de visserij. Ook is er een licht negatief effect op de aanwezige elektra- en telecomkabels en pijpleidingen. Voor luchtvaart zien we een neutraal effect voor de interferentie van burgerluchtvaart en militaire luchtvaart. De interferentie voor de kustwacht scoort licht negatief. De effecten op de vliegbewegingen van het helikopterverkeer scoren negatief voor kavel VI. Ten aanzien van cultuurhistorie en archeologie scoort kavel VI licht negatief door de relatief hoge concentratie aan (mogelijk) archeologisch waardevolle objecten. De effecten op straalpaden voor Kavel VI worden als negatief beoordeeld door het relatief hoge aantal straalpaden. De effecten op straalpaden kunnen voor beide kavels naar verwachting wel gemitigeerd worden door rekening te houden de straalpaden bij het bepalen van de windturbineposities. De effecten ten aanzien van olie- en gaswinning worden in zijn algemeen als licht negatief beoordeeld. Kavel VI ligt in zowel vergunde winnings- als exploratiegebieden maar maakt de ontwikkeling van toekomstige velden in deze gebieden niet onmogelijk.

### 12.3.7 Elektriciteitsopbrengst

Tabel 12.7 Beoordeling effecten voorkeursverkaveling kavel VI - elektriciteitsopbrengst zonder mitigerende maatregelen.

Aspecten	Beoordeling	
	Alternatief 1 76 x 10 MW-turbines	Alternatief 2 47 x 16 MW-turbines
Elektriciteitsopbrengst	++	++
Vermeden emissies	++	++

Voor de 10 MW turbine is een Vestas V164-10.0 MW doorgerekend en is een netto elektriciteitsopbrengst berekend van 3.561.729 MWh/jaar. Voor het alternatief met 16 MW turbines volgt uit de berekeningen een netto elektriciteitsopbrengst van 3.391.833 MWh/jaar. De energieopbrengst van het minimumalternatief (76 turbines van 10 MW) is daarmee circa 5,0% hoger dan het maximumalternatief (47 turbines van 16 MW). Dat is niet per definitie zo, maar geldt wel voor de beschouwde turbintypes. Daarbij is het goed om te weten dat er in dit hoofdstuk gewerkt is met een type 10 MW-turbine dat daadwerkelijk geleverd kan worden en dat voor de 16 MW turbine is uitgegaan van extrapolatie van gegevens, omdat er nog geen 16 MW turbine geleverd kan worden op het moment van schrijven van dit MER.

Een elektriciteitsproductie van 3.561.729 MWh per jaar staat gelijk aan het jaarlijks elektriciteitsverbruik van circa 1.200.000 huishoudens (uitgegaan van gemiddeld 2.910<sup>115</sup> kWh/huishouden/jaar).

De energieopbrengst in het alternatief met 16 MW-turbines wordt met een minder aantal turbines gerealiseerd dan in het alternatief met 10 MW turbines, namelijk 76 om 47. De bijdrage van het windpark aan de reductie van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> is rechtevenredig met de netto energieopbrengst. De reductie is berekend aan de hand van het gemiddelde gebruik van brandstoffen bij elektriciteitscentrales (voornamelijk gas).

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 Effecten binnen de bandbreedte – alternatieve verkaveling kavel VI

In de voorgaande effecthoofdstukken is tevens aangegeven wat de effecten zijn als kavel VI niet in het noordelijke deel van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) ligt, maar aan de zuidzijde van het windenergiegebied wordt gepositioneerd. Per aspect volgt hierna kort, in relatieve zin ten opzichte van de voorkeursverkaveling, de effectbeoordeling.

### Geomorfologie en hydrologie

De effecten voor de alternatieve ligging van kavel VI is niet wezenlijk anders dan de effecten op kavel VI.

### Vogels en vleermuizen

Het verkavelingsalternatief met de ligging aan de zuidzijde in plaats van de noordzijde van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) is vrijwel niet onderscheidend ten opzichte van de beoordeling van de voorkeursligging van kavel VI. Het te verwachten aantal vogelslachtoffers in het verkavelingsalternatief ligt net iets lager, vanwege de iets lagere dichtheden. Ook wat betreft versterking van vogels zorgt het verkavelingsalternatief voor minder effect, omdat de kavel wat kleiner is dan de voorkeursligging van kavel VI. Echter zijn de verschillen dermate klein, dat dit niet tot een andere score leidt voor het verkavelingsalternatief. Zo is het totaal aantal vogelslachtoffers 13 minder bij het verkavelingsalternatief op een totaal van 1.511 slachtoffers van de voorkeursligging van kavel VI (bij alternatief 1). Ook voor vleermuizen zijn geen andere effecten van het verkavelingsalternatief te verwachten. Het enige verschil in de beoordeling treedt op bij kolonievogels. Het verkavelingsalternatief ligt namelijk buiten de maximale foerageerafstand van broedende kleine mantelmeeuwen uit het Natura-2000 gebied Duinen en Lage Land Texel, waardoor neutraal (0) wordt gescoord als het gaat om effecten op kolonievogels.

### Onderwaterleven

De effecten van de alternatieve ligging op de kavel onderscheiden zich ten opzichte van de voorkeursligging niet ten aanzien van bruinvissen. Het effect op zeehonden is gering positiever voor de alternatieve ligging, zij het echter in geringe en niet onderscheidende mate.

<sup>115</sup> CBS (2016). Gemiddeld elektriciteitsverbruik particuliere woningen

### Scheepvaart en veiligheid

Ten aanzien van het aspect scheepvaart en veiligheid onderscheidt de beoordeling van Kavel VI (alternatief) zich ten opzichte van kavel VI met een negatieve beoordeling (-) op de onderdelen kans op aanvaring en aandrijving, en gevolgschade van aanvaring of aandrijving. Voor de voorkeursligging van kavel VI is de beoordeling op deze aspecten licht negatief (0/-). De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor kavel VI-alternatief (kavel aan de zuidpunt) is namelijk hoger dan de voorkeursligging van kavel VI. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor de voorkeursligging van kavel VI is namelijk 0,109282, terwijl dit 0,117949 is voor de alternatieve ligging van kavel VI. De kans op uitstroom van olie en het gemiddeld aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een windturbine is ook net wat hoger bij de alternatieve ligging van kavel VI ten opzichte van de voorkeursligging.

Voor wat betreft uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart en doorvaart tot 24 danwel 45 meter scoort de alternatieve ligging van kavel VI niet anders dan de voorkeursligging, namelijk 0/-.

### Landschap

De alternatieve ligging van kavel VI ligt op minimaal 57 kilometer afstand tot de kust, hetgeen een paar kilometer verder is dan de voorkeursligging van kavel VI. Hierdoor verdwijnen turbines van alternatief 1 door kimduiking volledig achter de horizon en zijn derhalve niet meer zichtbaar. Echter de meteorologische omstandigheden zijn dusdanig dat, ook wanneer turbines theoretisch nog zichtbaar kunnen zijn zoals bij alternatief 2 (de grootste turbines in dit MER), slechts zeer beperkt zichtbaar zijn (minder dan 1% van de tijd in de zomermaanden). Dat betekent dat voor landschap de alternatieve ligging van kavel VI niet wezenlijk tot andere effecten leidt in vergelijking met de voorkeursligging.

### Overige gebruiksfuncties

Uit de beoordeling blijkt dat ten aanzien van de aspecten helikopterverkeer, kabels en leidingen, straalpaden en archeologie de kavelalternatieven een ongelijke beoordeling krijgen. Kavel VI heeft op deze aspecten een negatievere score dan Kavel VI (alternatief). Ten aanzien van helikopterverkeer is dit omdat er een bestaande HMR door dit gebied loopt, en niet in alle gevallen kan worden voldaan aan de minimale separatie-eis. Ook zijn er in totaal 8 straalpaden in dit gebied aanwezig, waardoor op het aspect telecommunicatie negatiever wordt gescoord en liggen er meer kabels en leidingen in het gebied van de voorkeursligging. Daarnaast is er een hogere verwachting op het treffen van archeologische objecten en archeologische resten.

### Elektriciteitsopbrengst

Omdat de alternatieve ligging van kavel VI een oppervlakte beslaat van 75 km<sup>2</sup> in vergelijking met een oppervlakte van 90 km<sup>2</sup> als het gaat om de voorkeursligging, zullen turbines dichter op elkaar komen te staan. Dit leidt tot een reductie van de elektriciteitsopbrengst (meer windafvang). Dit effect zal naar verwachting niet groot zijn. Daarnaast ligt de alternatieve ligging van kavel VI vóór kavel VII, gezien vanuit de overheersende windrichting (zuidwest). De voorkeursligging van kavel VI ligt er juist achter (zie de volgende figuur). Daardoor zal de opbrengst relatief weer hoger zijn voor de alternatieve ligging van kavel VI in vergelijking met de voorkeursligging. Daar staat vervolgens wel weer tegenover dat er dan meer windafvang voor kavel VII is en de elektriciteitsopbrengst van kavel VII lager kan uitvallen.

Figuur 12.1 Ligging kavel VI, VII en de alternatieve ligging van kavel VI



Geconcludeerd kan worden dat de effecten van de alternatieve ligging vergelijkbaar zijn met de voorkeursligging van kavel VI, maar minder negatieve effecten heeft op:

- Het aantal vogelslachtoffers (erg beperkt verschil), verstoring effect op vogels (vanwege beperkter oppervlak) en geen effect heeft op kolonievogels omdat het verkavelingsalternatief buiten de maximale foerageerafstand ligt;
- Zeehonden vanwege minder verstoring (erg beperkt verschil);
- Helikopterverkeer, kabels en leidingen, straalpaden en archeologie.

en meer negatieve effecten heeft op:

- Scheepvaartveiligheid, vanwege beperkt hogere aanvarings- en aandrijvingskansen en daarom ook een grotere kans op gevolgschade;
- De elektriciteitsopbrengst vanwege een hogere dichtheid van windturbines door het kleinere oppervlak van de alternatieve ligging van kavel VI.

## 12.5 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 hoe dit voor kavel VI uitwerkt.

Tabel 12.8 Overzicht cumulatieve effecten kavel VI Hollandse Kust (west).

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavel VI
Vogels en vleermuizen	<p>Overschrijding van de PBR in het onderzochte internationale worst case scenario met 3 MW-turbines in het KEC uit 2015 (kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en zilvermeeuw) is niet uit te sluiten (Rijkswaterstaat (2015), Leopold et al. (2015) en Van der Wal et al. (2015)).</p> <p>Gebaseerd op de 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 uit te sluiten dat in het worst-case scenario negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding van</p>	<p>Ten opzichte van Rijkswaterstaat (2015), Leopold et al. (2015) en Van der Wal et al. (2015) is in dit MER uitgegaan van KEC 3.0 en daarmee van een realistischer scenario berekend voor buitenlandse windparken (zie bijlage 4), en zijn de input parameters van de kavels van Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord) geüpdatet naar de laatste inzichten (cf. Gyimesi &amp; Fijn 2015b, Gyimesi et al. 2017c, Gyimesi et al. 2018c). In de huidige berekeningen voor Hollandse Kust (west) blijven voor alle lokaal verblijvende soorten de cumulatieve aantallen aanvaringsslachtoffers in de zuidelijke Noordzee ruim onder de PBR-norm. Uitsluitend kijkend naar het cumulatieve effect van de Nederlandse parken op de Nederlandse populatie lokaal verblijvende soorten blijft bij alle soorten het aantal slachtoffers ook ruim onder de PBR-norm.</p> <p>Met betrekking tot broedende kolonievogels die slachtoffer kunnen worden in een kavel in windenergiegebied Hollandse Kust (west) (kleine mantelmeeuwen uit Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel) zijn geen cumulatieve effecten te verwachten die leiden tot significant negatieve effecten.</p> <p>Met betrekking tot trekvogels blijft de cumulatieve sterfte onder trekvogels als gevolg van aanvaringen met alle (toekomstige) windturbines in de zuidelijke Noordzee voor alle soorten binnen de PBR. Op basis van deze uitkomsten en op dit moment bekende windparkplannen, kan geconcludeerd worden dat de gunstige staat van instandhouding van trekvogelsoorten niet in het geding komt.</p> <p>Mitigerende maatregelen zijn te treffen om effecten te reduceren tot een aanvaardbaar niveau (zie paragraaf 12.5 en 12.6).</p>



Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavel VI
	sommige vleermuispopulaties zullen optreden, zoals rosse vleermuis en ruige dwergvleermuis.	
Zeezoogdieren	Effecten op de GSI kunnen niet worden uitgesloten indien er geen mitigerende maatregelen getroffen worden.	Met toepassing van de geluidnorm zoals in het KEC 3.0 is opgenomen, kunnen effecten op de GSI uitgesloten worden.
Scheepvaart en veiligheid	Windparken in de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (west) en andere bestaande windparken kunnen leiden tot andere effecten op scheepvaart en veiligheid.	Het cumulatieve effect is niet afzonderlijk beschouwd omdat, in afwijking van voorafgaande studies uitgevoerd voor windenergiegebied Borsssele, de andere geplande windparken op de Noordzee de verkeersroutes voor het routegebonden verkeer niet zullen wijzigen. De nieuwe routestructuur is juist dusdanig ontworpen dat deze rekening houdt met reeds aangelegde en aan te leggen windparken. Het beschouwde nulalternatief is dus tevens het cumulatieve scenario. In het kader van het aanpassen van het verkeersstelsel in augustus 2013 zijn verschillende risicostudies uitgevoerd, bijvoorbeeld 'Risico voor de scheepvaart bij aanwijzing windgebied "Hollandse Kust"'. Binnen deze studie komt ook het cumulatieve effect aan de orde. Ook is er een cumulatieve studie uitgevoerd naar scheepvaartveiligheid voor de routekaart. Met dit onderzoek is reeds rekening gehouden in dit MER (zie bijlage 9).
Morfologie en hydrologie	Windparken in andere kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (west) kunnen ook leiden tot effecten op morfologie en hydrologie	Geen, bij de invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (west) zullen nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en verwaarloosbare effecten optreden als voor kavel VI zijn beschreven. Dat betekent dat er geen sprake is van cumulatie, ook niet met andere activiteiten en andere verder weg gelegen windparken.
Landschap	Windparken in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord) hebben tevens invloed op de zichtbaarheid van windturbines vanaf het strand.	Gering, omdat windturbines in windenergiegebied Hollandse Kust (west) slechts zeer beperkt zichtbaar zijn.

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavel VI
Overige gebruiksfuncties	Windparken in de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en Borssele, alsmede de windparken volgens de routekaart 2030, hebben tevens invloed op overige gebruiksfuncties.	<p>Gering m.b.t. de visserij, bij de ontwikkeling van windenergiegebied Hollandse Kust (west) wordt het totale ruimtebeslag groter waardoor een groter gebied verloren gaat voor de visserij. In totaal beslaan de windenergiegebieden circa 4,78% (0,6% Borssele, 0,62% Hollandse Kust (zuid), 0,51% Hollandse Kust (noord), 0,61% Hollandse Kust (west), 2,05% IJmuiden Ver, en 0,38% Ten Noorden van de Waddeneilanden) van het NCP, en daarmee ook visgebied, verloren. Echter zullen de windenergiegebieden niet in hun geheel gesloten worden, enkel de kavels en zullen de genoemde percentages wat kleiner zijn. Na verkaveling bedraagt het totaal te sluiten gebied 2,81% van het NCP (Natura 2000 gebieden en de Bruine Bank beslaan respectievelijk 20% en 5% van het NCP).</p> <p>In het geval dat alle, door de overheid geplande, natuurgebieden en windparken<sup>116</sup> worden gesloten, dan zou het aandeel van de windparkgebieden in de bruto toegevoegde waarde van de Nederlandse kottersector 1,57% bedragen. Indien daarnaast wordt verrekend dat door een Brexit niet meer in Britse wateren kan worden gevestigd, betreft het aandeel van de windparkgebieden in de bruto toegevoegde waarde van de Nederlandse kottersector 1,93 %.</p> <p>Door het grotere aantal turbines wordt ook de kans groter dat archeologische resten worden aangetast.</p> <p>Voor de recreatievaart heeft windenergiegebied Hollandse Kust (west) beperkte gevolgen, omdat de recreatievaart tot 24 meter wordt toegelaten en de recreatievaart met name gebruik maakt van de 10 à 20 km brede zone langs de kust. Voor vaartuigen die vanuit het Noordzeekanaalgebied de oversteek naar Engeland willen maken en groter zijn dan 24 meter betekent de realisatie van kavel VI extra omvaren.</p> <p>De effecten op kustrecreatie zijn als neutraal beoordeeld en hebben geen gevolgen voor het kavelbesluit.</p>
Elektriciteitsopbrengst	Windparken in de omgeving kunnen wind van elkaar afvangen	Geen, de verwachte windafvang van windparken in de voorziene kavels over en weer is erg summier, zo blijkt uit hoofdstuk 11.

<sup>116</sup> Hieronder vallen delen van de volgende gebieden: Doggersbank, Centrale Oestergronden, Friese Front, Klaverbank, Borkumse Stenen, Noordzeekustzone, Voordelta en Vlakte van de Raan (Stichting de Noordzee, 2018)

## 12.6 Mitigerende maatregelen

Na toetsing blijkt dat vrijwel bij elk aspect voldaan kan worden aan de voorwaarden uit het wettelijk kader. Om de gunstige staat van instandhouding van stikstofgevoelige habitats te kunnen garanderen zijn wel mitigerende maatregelen noodzakelijk. Ook voor het beperken van cumulatieve effecten op vogels en vleermuizen en bruinvissen en het kunnen garanderen van een gunstige staat van instandhouding zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk (voor vogels en zeezoogdieren 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 middel van 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 12.9 Mogelijke mitigerende maatregelen.

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
Vogels en vleermuizen	Aanleg- en verwijderingsfase	Bouw en verwijder vanaf juni tot en met september omdat er dan nauwelijks verstoringgevoelige zeevogelsoorten aanwezig zijn. Minimaliseer verlichting op schepen en/of gebruik vogelvriendelijke kleur van verlichting. Reductie van hei- en/of sloopgeluid, echter effect van geluid van heien/slopen op vogels is onbekend en dus de noodzaak van deze maatregel ook.
	Operationele fase	Installeer een beperkt aantal grote turbines met een hoog vermogen per turbine in plaats van een groot aantal kleinere met een lager vermogen. Installeer tweebladige in plaats van driebladige turbines <sup>117</sup> . Creëer een corridor in het windpark waar vogels gebruik van kunnen maken. Door slim plannen van onderhoudswerkzaamheden, wanneer turbines stil worden gezet, kunnen slachtoffers worden voorkomen (denk aan periodes met verhoogde vogelactiviteit). Vergroot detectiekans van het windpark voor vogels door reflectors, lasers en geluid (afhankelijk van vogelsoorten en daarmee gebonden aan diverse beperkingen). Vermijd onderhoudswerkzaamheden gedurende de nacht, zeker in trekseizoen. Minimaliseer verlichting op schepen en/of gebruik vogelvriendelijke kleur van verlichting. Stilzetten bij bepaalde weersomstandigheden in combinatie met gesignaleerde trekpieken. Cut-in windspeed verhogen (t.b.v. vleermuizen) in relevant seizoen en tijdstip van de dag (schemering). Maximale tiplaagte verhogen (reduceert vogelslachtoffers).. Zo klein mogelijk oppervlak windpark (minste habitatverlies).

<sup>117</sup> Tweebladige turbines zijn momenteel beperkt op de markt.

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
Onderwaterleven en	Bodemdieren en vissen	Niet verwijderen van funderingsstructuren na beëindigen exploitatiefase.
	Verstoring en daarmee gepaard gaande populatiereductie zeezoogdieren, PTS	Gebruik maken van 'Slow start' en 'Acoustic Deterrent Devices' (ADD's). Geluidreducerende maatregelen, zoals een bellenscherm, om a) aan de norm te voldoen en/of b) om verdergaand dan de norm geluid te reduceren.
Stikstofgevoelige habitattypen	Aanlegfase	Het reduceren van de stikstofemissie op een zodanige wijze dat maximaal 0,05 mol N/ha/jaar depositie optreedt op stikstofgevoelige habitattypen
Scheepvaart en veiligheid	Aandrijving/aanvaringen en gevolgschade	Radar, AIS en VHF-dekking Vessel Traffic Management Aanvullende markering en identificatie windturbines Inzet van een Emergency Towing Vessel. Extra SAR-capaciteit Oliebestrijding
Morfologie en hydrologie	- (er treden geen significante effecten op)	-
Landschap	- (er treden geen significante effecten op)	-
Overige gebruiksfuncties	Aantasting archeologische waarden	De locatie van een windturbine of kabel wijzigen om zo een (mogelijk) archeologisch object te ontwijken.
	Risico van niet-gesprongen explosieven	Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen.
	Overlap kavel VI met mijnbouwvergunninghouders en obstakelvrije zone rondom platforms	Afstemming zoeken met mijnbouwonderneming, zodat windturbines zo min mogelijk effect hebben op activiteiten en vice versa.
	Beperking visserijgebieden	Er zijn mogelijkheden voor het visserijvriendelijk inrichten van windenergiegebieden. Dit brengt echter hoge kosten met zich mee (o.a. fors hogere verzekeringspremies voor windparkexploitanten en vissers). Voor de betrokken partijen lijken de baten echter niet op te wegen tegen de kosten.
	Schelpdierenkweek en aquacultuur	De biologische geschiktheid voor schelpdierenkweek en aquacultuur binnen windenergiegebieden is aangetoond. Vervolgonderzoek moet echter nog uitwijzen of dit ook praktisch haalbaar is.

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
	Niet voldoen aan separatie-eis HMR	Aanpassen van HMR KY653.
	Mogelijke verstoring van bestaande straalpaden	Rekening houden met halve rotor + 2 <sup>e</sup> fresnel-zone rondom straalpad bij plaatsing van de windturbines. Gebruik maken van alternatief 4G netwerk dat in 2020 op de Nederlandse Noordzee dekkend moet zijn.
Elektriciteits-opbrengst	- (er treden geen significante effecten op)	-

## 12.7 Overwegingen ten behoeve van het voorkeursalternatief

### 12.7.1 Inleiding

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

### 12.7.2 Overwegingen met betrekking tot de ligging van kavel VI

In dit MER zijn effecten beschouwd van de ligging van kavel VI aan de noordzijde en aan de zuidzijde van het windenergiegebied Hollandse Kust (west). In paragraaf 12.4 zijn de verschillen in milieueffecten toegelicht van beide locaties van kavel VI. Naast deze milieueffecten kunnen uiteraard andere overwegingen een rol spelen in de keuze voor de ligging van kavel VI.

### 12.7.3 Overwegingen met betrekking tot de bandbreedte

Er zijn in dit MER geen effecten gevonden die - gelet op de wet- en regelgeving - de toepassing van de beschouwde bandbreedte in het kavelbesluit bij voorbaat onmogelijk maken. Dat heeft ook met de uitgangspunten vooraf te maken. Als uitgangspunt voor de gehanteerde bandbreedte is bijvoorbeeld rekening gehouden met het onderzoek naar (cumulatieve) effecten voor vogels en dat heeft er concreet toe geleid dat het minimale vermogen per turbine verhoogd is naar 10 MW (in plaats van 3 MW bij windenergiegebied Borssele). Wel zijn mitigerende maatregelen te nemen die de effecten teniet doen of verminderen.

Enige uitzondering hierbij is de toepassing van multirotors. Omdat er nog weinig ervaring mee is en de exacte rotoroppervlakte en rotorhoogtes die bepalend zijn voor het risico op vogelslachtoffers niet bekend zijn, zijn effecten niet goed te kwantificeren. Daarmee kan niet worden uitgesloten dat effecten toenemen ten opzichte van turbines met één rotor, bijvoorbeeld bij meerdere rotororen op een relatief lage ashoogte waar de vogeldichtheid hoger is.

### 12.7.4 Overwegingen met betrekking tot 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. Daarnaast zijn in tabel 12.9 mogelijke maatregelen genoemd, teneinde effecten

aanvullend te mitigeren. De keuze van voor te schrijven maatregelen is aan het bevoegd gezag en wordt in het kavelbesluit toegelicht.

#### 12.7.5 Overwegingen met betrekking tot het Net op Zee Hollandse Kust (west Beta)

In paragraaf 3.5 is aangegeven dat de ligging van platform Beta, het tracé vanaf Beta naar land en de verbinding tussen platform Beta en Alpha in een separate m.e.r. op milieueffecten wordt beoordeeld. Ten tijde van het opstellen van dit MER is de uitkomst van die MER niet bekend en is een uitgangspunt bepaald voor de ligging van platform, tracé en verbinding met Alpha, om effecten te kunnen bepalen, zoals bijvoorbeeld ten behoeve van scheepvaartveiligheidsberekeningen. Nu in de voorgaande hoofdstukken de effecten van kavel VI zijn beschreven, kan geconcludeerd worden dat er geen wezenlijk andere effecten voor kavel VI zijn te verwachten indien voor een ander tracé wordt gekozen. Voor kavel VI is alleen de verbinding tussen Alpha en Beta van belang. Liggen één of beide platforms anders dan het uitgangspunt in dit MER, dan zal de ligging van de verbinding anders zijn en zal vervolgens ook het gebied waarbinnen turbines geplaatst kunnen worden in kavel VI wat anders zijn. Dit zal echter niet leiden tot andere conclusies in dit MER, maar er zal bij het kavelbesluit wel rekening gehouden moeten worden met de uiteindelijk gekozen ligging.

#### 12.7.6 Overweging met betrekking tot een verlengde exploitatieduur van 30 naar 40 jaar

In de kavelbesluiten die zijn genomen voor Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord) is het uitgangspunt geweest dat de windturbines 30 jaar geëxploiteerd kunnen worden. Veelal is de effectbeschrijving voor de exploitatieperiode in de bijbehorende milieueffectrapporten uitgedrukt per jaar, zoals het aantal te verwachten vogelslachtoffers per jaar of het aanvaringsrisico voor schepen per jaar. Ook in dit MER is 30 jaar exploitatie uitgangspunt geweest. Nu er mogelijk sprake is om deze exploitatieduur van 30 jaar aan te passen naar 40 jaar voor Hollandse Kust (west), is het goed om expliciet te maken wat dit betekent voor de te verwachten milieueffecten. In deze paragraaf wordt dit op een rij gezet per aspect.

##### Geomorfologie en hydrologie

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. De veranderingen, voor zover deze optreden, zijn zeer gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied. Een verlenging van de exploitatieperiode van 30 naar 40 jaar doet niets af aan deze conclusie.

##### Vogels en vleermuizen

De effecten op vogels en vleermuizen zijn uitgedrukt in aantal slachtoffers per jaar. De exploitatieperiode verlengen van 30 naar 40 jaar betekent dat dit jaarlijkse effect niet anders wordt, alleen dat dit effect 10 jaar langer duurt. Dit zorgt echter niet voor andere conclusies dan in dit MER reeds zijn gepresenteerd.

##### Onderwaterleven

De effecten op onderwaterleven hebben met name te maken met hei-activiteiten en die zijn gerelateerd aan de aanlegfase. De exploitatiefase heeft daar geen invloed op. De effecten tijdens exploitatie zijn als beperkt ingeschat. De conclusie is dat de effecten van een verlenging

van de exploitatieperiode van 30 naar 40 jaar niet leidt tot een andere conclusie dan in dit MER reeds is gepresenteerd.

#### Scheepvaartveiligheid

De effecten op scheepvaartveiligheid zijn uitgedrukt in aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar. De exploitatieperiode verlengen van 30 naar 40 jaar betekent dat dit jaarlijkse effect niet anders wordt, alleen dat dit effect 10 jaar langer duurt. Dit zorgt echter niet voor andere conclusies dan in dit MER reeds zijn gepresenteerd.

#### Landschap

Het effect op landschap is erg beperkt, omdat het windpark nagenoeg niet zichtbaar zal zijn. Een verlenging van de exploitatieperiode betekent dat dit beperkte effect zich 10 jaar langer voordoet. Dit zorgt echter niet voor andere conclusies dan in dit MER reeds zijn gepresenteerd.

#### Overige gebruiksfuncties

Het effect op overige gebruiksfuncties duurt met een verlenging van de exploitatieperiode langer, zoals het effect op de visserij. Dit zorgt echter niet voor andere conclusies dan in dit MER reeds zijn gepresenteerd.

#### Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

De elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies zijn uitgedrukt per jaar. De exploitatieperiode verlengen van 30 naar 40 jaar betekent dat dit jaarlijkse effect niet anders wordt, alleen dat dit effect 10 jaar langer duurt. Dit zorgt echter niet voor andere conclusies dan in dit MER reeds zijn gepresenteerd.

### 12.7.7 Wijziging verkaveling kavel VI en VI (alternatief)

Er zijn recente ontwikkelingen die aanleiding geven om de begrenzing van kavel VI en kavel VI (alternatief) (en kavel VII) te wijzigen ten opzichte van de begrenzing die tot dusverre in dit MER is aangehouden. Dit hangt samen met nieuwe informatie over de aanstaande buitengebruikstelling van een deel van de mijnbouwinfrastructuur in het windenergiegebied en over de status van een in het gebied gelegen telecomkabel. Deze informatie is ontvangen na de terinzagelegging van de NRD en na de oplevering van het concept-milieueffectrapport. In de aangepaste verkaveling zijn onderhoudszones van niet meer in gebruik zijnde pijpleidingen in omvang beperkt en is geen rekening meer gehouden met een obstakelvrije zone rond platform P06-A. Tevens is naar aanleiding van het onlangs ondertekende Noordzeeakkoord gerichter rekening gehouden met het scheepvaartverkeer. In de nieuwe verkaveling is respectievelijk tussen de kavels VI en VII en tussen de kavels VII en VI alternatief een ruimte open gehouden die in de toekomst kan dienen als doorvaartpassage voor de scheepvaart (tot 46 meter).

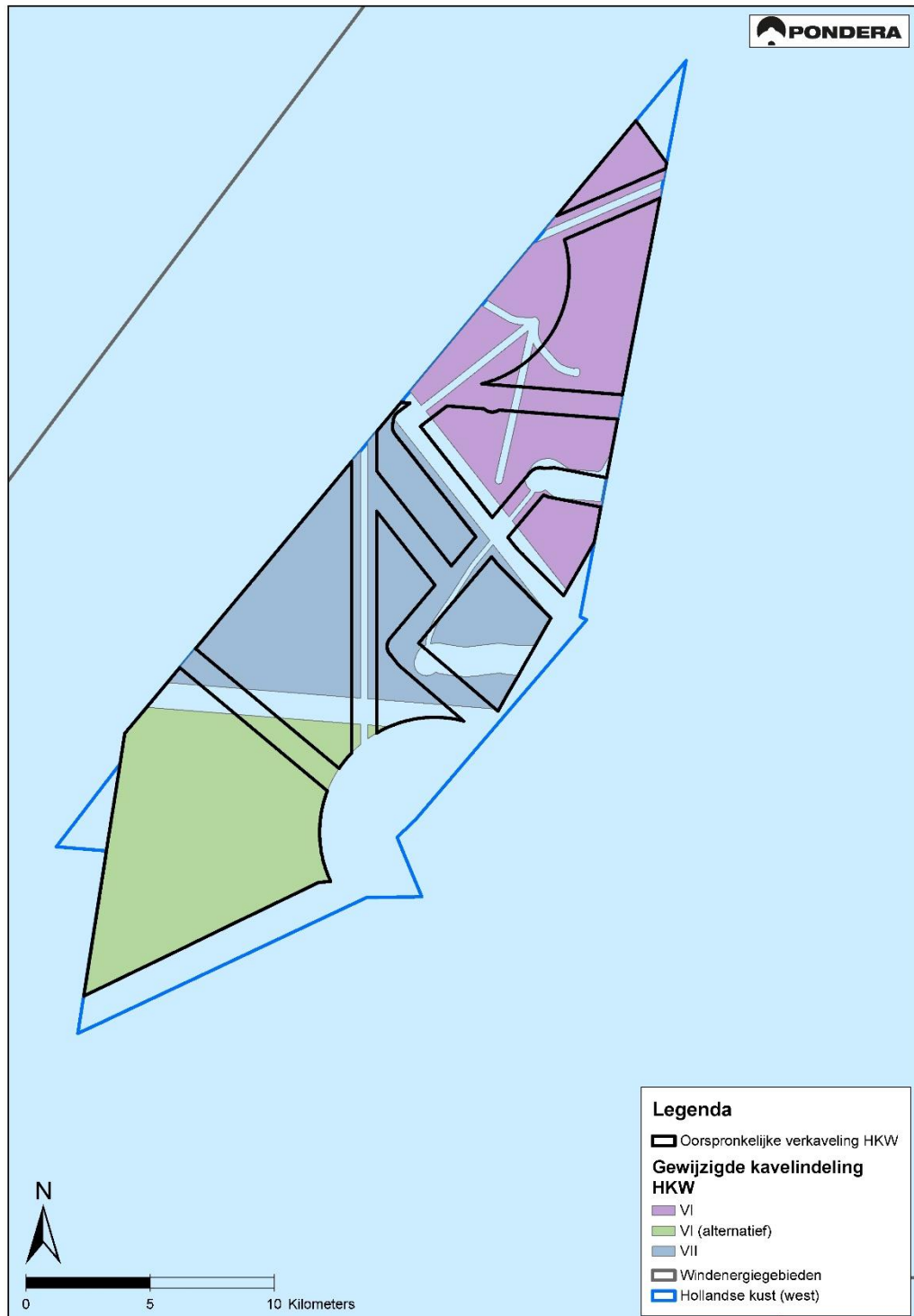
Door de verkaveling anticiperend op bovenstaande ontwikkelingen aan te passen, ontstaat per kavel meer gebruiksruimte voor de windparkontwikkelaars. Daarmee wordt meer flexibiliteit geboden om het windpark zo optimaal mogelijk te ontwerpen zonder dat van het uitgangspunt van compacte kavels wordt afgestapt. Door het aanwijzen van twee kavels in het noorden (VI) en in het centrum (VII), of in het centrum (VII) en in het zuiden (VI alternatief) van het windenergiegebied blijft aan de zuidkant dan wel aan de noordkant vooralsnog ruimte over voor bestaand gebruik. Binnen de kavels staan de windturbines met een tussenliggende afstand van vier maal de rotordiameter nog steeds ruim uit elkaar.

Figuur 12.2 laat de gewijzigde kavelindeling ten opzichte van de oorspronkelijke kavelindeling zien en in bijlage 11 is meer informatie opgenomen over de gewijzigde kavelindeling. Zo wordt hierin onder meer de nu bekende locatie van Tennet platform Beta en de interlink naar platform Alpha weergegeven. Ook is in bijlage 11 per milieu-aspect beschreven welke effecten deze gewijzigde kavelindeling heeft.

Geconcludeerd kan worden dat vanwege het feit dat het aantal turbines en de bandbreedte van de te plaatsen turbines qua afmetingen niet verandert, veel effecten ook min of meer gelijk zullen zijn bij de gewijzigde kavelindeling. Alleen bij die aspecten die een sterke ruimtelijke relatie hebben wijzigen de effecten, vanwege het grotere oppervlak van de kavels.



Figuur 12.2 Gewijzigde kavelindeling ten opzichte van de oorspronkelijke kavelindeling



Bron: Pondera Consult

In de volgende tabel is op hoofdlijnen aangegeven welke effecten wijzigen als gevolg van de nieuwe kavelindeling. Tevens is in de laatste kolom aangegeven of de beoordeling van de effecten ook wijzigt. Voor een onderbouwing van de scores wordt verwezen naar bijlage 11.

Tabel 12.10 Wijziging effecten als gevolg van nieuwe kavelindeling

Aspect	Andere effecten te verwachten t.o.v. oorspronkelijke kavelindeling?	Consequentie voor de beoordeling?
Morfologie en hydrologie	Lengte kabels neemt wat toe door de grotere kavels, maar dit effect is gering anders.	Nee
Vogels en vleermuizen		
Aanvaringen	Het effect op vogels en vleermuizen in aantal te verwachten aanvaringsslachtoffers is berekend op basis van het aantal te plaatsen turbines. Dit wijzigt niet.	Nee
Barrièrewerking	Er is iets meer barrièrewerking te verwachten van de grotere kavels, voor vogels die op seizoenstrek zijn. Effect is gering anders.	Nee
Habitatverlies	Voor sommige zeevogels is het habitatverlies door de grotere kavels iets groter. Voor kolonievogels (kleine mantelmeeuwen van kolonie Texel) zal het habitatverlies ook groter zijn voor kavel VI en VII. Het aantal slachtoffers als gevolg van habitatverlies door kavel VII zal dan toenemen van 9 naar 10 vogelslachtoffers per jaar. Bij de andere kavels blijft dit gelijk.	Nee
Onderwaterleven		
Bodemdieren	Door langer kabeltracé meer bodemberoerende werkzaamheden, maar dit effect is gering anders.	Nee
Vissen	Door langer kabeltracé meer bodemberoerende werkzaamheden, maar dit effect is gering anders.	Nee
Zeezoogdieren	Effecten voor bruinvissen en zeehonden blijven gelijk.	Nee
Scheepvaart	Kansen op aanvaringen en aandrijvingen zijn verminderd door het uitgangspunt dat schepen tot 46 meter door passages varen in plaats van integrale doorvaart door de kavels voor schepen tot 45 meter.	Ja, positiever. Kavel VI (alternatief) scoort 0/- i.p.v. – bij kans op aanvaring/aandrijving en gevolgschade
Landschap	Effecten op het landschap blijven gelijk.	Nee
Overige gebruiksfuncties		
Visserij	Door veranderingen in oppervlaktes nemen de effecten iets toe, maar dit effect is gering anders.	Nee
Olie- en gaswinning	Door buitengebruikname van productieplatforms zijn er minder effecten van een windpark te verwachten. De beoordeling wordt daardoor positiever.	Ja, positiever. Kavel VI en VII scoren elk 0 i.p.v. 0/-. Kavel VI (alternatief) blijft 0/- scoren.
Luchtvaart	Door buitengebruikname van productieplatforms vervalt de noodzaak voor enkele luchtvaartgebieden en zijn er	Ja, positiever. Kavel VI scoort 0 i.p.v. –

	minder effecten van een windpark in kavel VI te verwachten. De beoordeling wordt daardoor deels positiever.	voor aspect interferentie helikopterverkeer, en 0 i.p.v. 0/- voor interferentie kustwacht.
Kabels en leidingen	Door het verwijderen van een telekommkabel, buitengebruikname van leidingen en kleinere onderhoudszones treden iets andere effecten op, maar niet voldoende voor een aangepaste beoordeling.	Nee
Telecommunicatie	Door buitengebruikname van productieplatforms vervalt de noodzaak voor straalpaden en zijn er minder effecten van een windpark te verwachten voor kavel VI, VII en VI (alternatief). De beoordeling wordt daardoor positiever.	Ja, positiever. Kavel VI scoort 0 i.p.v. -, kavel VII en VI (alternatief) scoren 0 i.p.v. 0/-).
Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies	Doordat windturbines verder uit elkaar kunnen staan, is een hogere elektriciteitsproductie per kavel mogelijk, hetgeen een positief effect is. Echter worden niet meer turbines geplaatst, dus de productie neemt slechts licht toe.	Nee

Kortom, qua effecten treden marginale verschillen op van de nieuwe verkaveling ten opzichte van de oorspronkelijke verkaveling. Omdat de verschillen veelal dermate gering zijn, komt dit niet altijd in de effectbeoordeling tot uitdrukking in een andere score. Een uitzondering hierbij is een aantal aspecten die vallen onder de categorie 'Overige gebruiksfuncties', en een aspect van 'Scheepvaart' waarbij positieve effecten optreden door de wijziging van de kavelindeling. Dit leidt tot positievere beoordelingsscores voor olie- en gaswinning, luchtvaart en telecommunicatie. Ook voor scheepvaart zijn positieve effecten te verwachten voor alle kavels, doordat aanvaar- en aandrijfkansen afnemen wanneer de passages worden gebruikt voor schepen tot 46 meter.

### 12.7.8 Conclusie

Het kavelbesluit kan de voorkeursbandbreedte van de kavel op de beschouwde locatie mogelijk maken, met uitzondering van toepassing van multirotors. Daarbij dient de toepassing van (ten minste) de noodzakelijke maatregelen geborgd te worden.

## 12.8 Leemten in kennis

### 12.8.1 Inleiding

De ontwikkeling van windparken op zee heeft een relatief korte geschiedenis. Inmiddels zijn de eerste monitoringsevaluaties bekend van onder andere parken op zee in Engeland, Denemarken, Duitsland en Nederland. Het betreft resultaten van relatief korte monitoringsperiodes. Zekerheid over de effecten op lange termijn kan hiermee nog niet geboden worden. Wel bieden huidige ontwikkeling en onderzoeksprogramma's handvatten voor een effectvoorspelling, zoals in dit MER 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 VI beperken. Er blijven onzekerheden 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 hydrologie, scheepvaart, landschap, overige gebruiksfuncties en elektriciteitsopbrengst.

### 12.8.2 Vogels en vleermuizen

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 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.

Voor de kavelbesluiten tot 2030 wordt tot dusverre gewerkt met PBR in de KEC berekeningen. Bureau Waardenburg en WMR hebben soortspecifieke (Leslie-Matrix) populatiemodellen ontwikkeld voor gebruik in studies naar zowel aanvaringsrisico als habitatverlies voor potentieel kritieke soorten. Dit project laat zien hoe populatiemodellen kunnen worden gebruikt voor een soortspecifieke populatie-effectbeoordeling van sterfte door botsingen van vogels met turbines. Populatiemodellen geven een beter beeld dan andere methoden van de mogelijke effecten van offshore windparken op deze soorten. Voordat de modellen kunnen worden gebruikt ten behoeve van de kavelbesluiten, zijn echter drempelwaarden nodig voor de statistieken die ze kunnen produceren. Dit is een beleidsbeslissing in plaats van een wetenschappelijke. Het rapport van Bureau Waardenburg en WMR bevindt zich in de voltooiingsfase en zou binnenkort moeten worden gepubliceerd.

Het effect van multirotors is in dit MER op kwalitatieve wijze in beeld gebracht. Omdat er nog weinig ervaring mee is en de exacte rotoroppervlakte en rotorhoogtes die bepalend zijn voor het risico op vogelslachtoffers niet bekend zijn, zijn effecten niet goed te kwantificeren. Daarmee kan niet worden uitgesloten dat effecten toenemen ten opzichte van turbines met één rotor, bijvoorbeeld bij meerdere rotororen op een relatief lage ashoogte waar de vogeldichtheid hoger is.

Voor vleermuizen geldt dat er leemtes in kennis zijn 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.

### 12.8.3 Onderwaterleven

#### Benthos

Kennisleemten bestaan ten aanzien van de gevolgen van de abiotische veranderingen (vooral sedimentverandering in de omgeving van het windpark) op en de snelheid en het potentieel van het herstel van benthos. Ook de veldwaarden en gevolgen van elektromagnetische velden langs de parkbekabeling zijn nog niet goed bekend.

#### Zeezoogdieren

De belangrijkste leemten in kennis hebben betrekking op de drempelwaarde voor verstoring, de verspreiding van bruinvissen over de Noordzee en de doorvertaling van individuele effecten naar effecten op populatieniveau.

#### Drempelwaarde voor verstoring of gedragsverandering

Uit onderzoek naar drempelwaarden voor verstoring of gedragsverandering is gebleken dat deze waarde kan liggen tussen SELss = 136 en 145 dB re 1  $\mu$ Pa<sup>2</sup>s, dit betreft zowel onderzoek onder gecontroleerde omstandigheden (basin) en in het veld (Noordzee) (Kastelein e.a. 2013; BMU 2013; Diederichs e.a. 2014; Brandt e.a. 2018). Het betreft breedband en ongewogen geluidsniveaus. Het meest uitgebreide onderzoek is door Brandt e.a. (2018) uitgevoerd en betrof onderzoek naar de effecten van heigeluid op bruinvissen tijdens de constructie van de eerste zeven Duitse windparken. In deze studie werd een significante afname van de aanwezigheid van bruinvissen gevonden bij breedband en ongewogen geluidsniveaus van meer dan 143 dB re 1  $\mu$ Pa<sup>2</sup>s. De voor het MER Hollandse Kust (west) gekozen drempelwaarde van SELss = 140 dB re 1  $\mu$ Pa<sup>2</sup>s is daarom mogelijk aan de voorzichtige kant. Als een hogere waarde van SELss = 143 dB re 1  $\mu$ Pa<sup>2</sup>s in de berekeningen zou zijn gebruikt, zou het verstoorde oppervlak en daarmee ook het aantal bruinvisverstoringdagen ongeveer 30 – 40% kleiner zijn (Heinis e.a. 2019).

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. 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 veel kleinere voorspelde

verstoringsooppervlakken leiden, omdat deze gewogen SELss effectiever mitigeren dan ongewogen SELss (Dähne e.a. 2017).

#### Kwantificeren van het aantal verstoorde dieren en dierverstoringsdagen

Het aantal verstoorde dieren wordt berekend door het geschatte verstoringsooppervlak (oppervlakte binnen contour waar de, in met AQUARIUS versie 4.0 gegenereerde geluidskarten de drempelwaarde voor verstoring wordt overschreden) te vermenigvuldigen met de geschatte (niet door onderwatergeluid verstoorde) dierdichtheid in dat gebied voor de tijd van het jaar waarin de verstoring plaatsvindt. Deze schattingen worden onregelmatig aangevuld met nieuwe inzichten.

#### Doorvertalen van effecten op individuele bruinvissen naar populatie-effecten (iPCoD)

- Omvang gevoelige deelpopulatie (vulnerable subpopulation), een van de parameters in het iPCoD model. In de berekeningen voor het KEC 3.0, die aan de basis hebben gelegen voor de berekeningen, is uitgegaan van een vulnerable subpopulation van 350.000 dieren, d.w.z. gelijk aan de totale omvang van de Noordzeepopulatie. De keuze voor een relatieve grote vulnerable subpopulation reduceert het risico dat effecten worden onderschat.
- Het iPCoD model is in 2018 grondig geüpdatet en verbeterd voor de bruinvis. Bij het bepalen van de relatie tussen verstoring en vital rates is gebruik gemaakt van een door de Universiteit van Amsterdam in samenwerking 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.
- Net als in KEC 2015 is er in de iPCoD berekeningen van uitgegaan dat de ontwikkeling van de bruinvispopulatie niet afhangt van de dichtheid. Dit houdt in dat de populatie niet herstelt van een eenmaal aangebracht effect, zoals een afname als gevolg van de met de aanleg van windparken samenhangende activiteiten. In de nieuwste versies 4 en 5 van het iPCoD model is een optie ingebouwd om rekening te houden met een dichtheidsafhankelijke populatieontwikkeling. Er blijkt echter nog niet voldoende kennis te zijn om hier op een zinvolle manier invulling aan te geven.

#### Doorvertalen van effecten op individuele zeehonden naar populatie-effecten

- Voor de gewone en de grijze zeehond zijn door zenderonderzoek veel meer gegevens over het natuurlijke gedrag in het veld (Noordzee) beschikbaar dan voor de bruinvis. 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 e.a. 2007; Sparling & Fedak 2004; Sparling e.a. 2007) zou het effect op de populatie kunnen worden ingeschat door een zogenaamd 'Agent Based' model (zie bijvoorbeeld (Nabe-Nielsen e.a. 2014) te combineren met een Dynamisch Energie Budget. Inmiddels is door WMR, in samenwerking met SMRU/Universiteit van St. Andrews een start gemaakt met de ontwikkeling van een dergelijk model. Het zal echter nog enkele jaren duren voordat dit model operationeel is.

#### Vissen

Voor vissen is veel onderzoek uitgevoerd naar de effecten van onderwatergeluid op vissen. Hieruit blijkt dat vissen veel minder gevoelig zijn voor onderwatergeluid dan zeezoogdieren en

dat sommige soorten (met zwemblaas) gevoeliger zijn dan andere soorten. De omvang van de effecten is daarnaast dusdanig klein dat het effect van heigeluid niet als wezenlijke kennisleemte wordt aangeduid. Wel dient het aanbeveling om aanvullend onderzoek uit te voeren naar de gevolgen van onderwatergeluid op vissoorten met een gesloten zwemblaas.

Er is een algemeen beeld over het voorkomen van vissen op het NCP. Gezien het beperkte effect op vispopulaties is nader inzicht in het voorkomen van vissen op het NCP geen prioriteit.

In het kader van het Wozep worden de effecten van straling van de elektriciteitskabels van het windpark en de exportkabel van het Net op zee nader onderzocht.

Specifieke kennisleemten met betrekking tot windparken bestaan vooral ten aanzien van soort en omvang van veranderingen van de visfauna op de langere termijn als gevolg van het instellen van beperkingen voor de visserij en het aanbrengen van harde structuren. Ook worden in het kavelbesluit van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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.

#### 12.8.4 Scheepvaart en veiligheid

Bij het openstellen van de windparken wordt een monitoringsverplichting opgenomen. Gemonitord wordt hoeveel en welke schepen gebruik maken van de omgeving van het windpark en hoeveel en welke incidenten hier bij plaatsvinden. Aan de hand van 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 de windenergiegebieden is geplaatst, kan tevens gemonitord worden. Verder kunnen de scenario's en impact van aanvaringen en aandrijvingen met turbines verder onderzocht en uitgewerkt worden. Zo zijn in dit MER voor het bepalen van persoonlijk letsel aannames gedaan. Het is bijvoorbeeld niet bekend wat de kans is dat de mast op het schip valt, dan wel van het schip af valt bij aanvaringen en aandrijvingen. Ook zijn voor wat betreft het bezwijkgedrag van windturbines in dit MER de bevindingen uit een studie uit 2000 aangehouden (Barentse, 2000), terwijl windturbines sindsdien fors groter zijn geworden.

Daarnaast is er in het kader van de doorgroei van windenergie op zee in cumulatieve zin gekeken naar scheepvaartveiligheid en wordt er nagedacht hoe geconstateerde kennisleemten en hiaten in te vullen zijn. Door MARIN is tevens een onderzoek uitgevoerd naar de scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen als gevolg van het gecombineerde effect van de autonome ontwikkeling, en de routekaarten wind op zee 2023 en 2030<sup>118</sup>. In een advies van Rijkswaterstaat<sup>119</sup> is een voorzet gegeven voor een monitorings- en onderzoeksprogramma.

<sup>118</sup> Zie <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/scheepvaart/> voor meer informatie en het onderzoek.

### 12.8.5 Morfologie en hydrologie

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. 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 aspect landschap zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de besluitvorming.

### 12.8.7 Overige gebruiksfuncties

Er zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd voor het aspect overige gebruiksfuncties die van invloed zijn op de besluitvorming.

### 12.8.8 Elektriciteitsopbrengst

Verwacht wordt dat de berekeningen in dit MER een goede indicatie geven van de elektriciteitsopbrengst. Voor het aspect energieopbrengst en vermeden emissies zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de besluitvorming.

### 12.8.9 Ecosysteemonderzoek

In het kader van Wozep (windenergie op zee ecologisch programma) is er een ecosysteemonderzoek uitgevoerd.<sup>120</sup> De mogelijke schaalvergroting in offshore wind voor 2030 en 2050 in de zuidelijke Noordzee zal waarschijnlijk op fundamentele manieren invloed hebben op het functioneren ervan. Grootschalige winning van windenergie uit het onderste deel van de atmosfeer kan lokale windpatronen, golfopwekking, getijdenamplitude, gelaagdheid van de waterkolom, dynamiek van zwevende deeltjes en zandtransport beïnvloeden. Bovendien biedt de infrastructuur hard substraat, niet alleen op de bodem (erosiebescherming), maar biedt het ook bevestigingsmogelijkheden voor organismen in de bovenste lagen van de waterkolom.

### 12.8.10 Conclusie

De leemten in kennis leiden er niet toe dat geen goed beeld verkregen is van de effecten van een windpark in kavel VI in windenergiegebied Hollandse Kust (west). 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 door middel van dit MER.

## 12.9 Monitoring en evaluatie

In het Energieakkoord voor Duurzame Groei (SER akkoord, september 2013) is afgesproken een versnelling van de realisatie van doelstellingen en een 40% kostenreductie voor windenergie op zee te realiseren (Kamerstukken II 2012/13, 30 196, nr. 202). Om deze redenen is in 2015 door het Ministerie van Economische Zaken en het Ministerie van Infrastructuur en Milieu besloten een integraal monitoringprogramma in te zetten om de kennisleemtes met

<sup>120</sup> <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch/documenten-wozep-0/ecosysteemonderzoek/>



betrekking tot de effecten van windturbineparken op zee op het Noordzee ecosysteem te onderzoeken en om een verdere kostenreductie te realiseren binnen ecologische grenzen.

Dit 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 het MEP (het monitoring en onderzoeksprogramma). Onder het MEP valt monitoring en onderzoek zoals dat verplicht is gesteld vanuit de Wet Milieubeheer. Naast WOZEP wordt het instrument KEC dóórontwikkeld (update en implementatie van kennis).

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

Bij de evaluatie van het Wozep wordt aandacht besteedt 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 met name op die onderdelen die kostprijsverhogend kunnen werken en brengt dit in beeld en adviseert de bevoegde gezagen hierover.

#### **Stand van zaken Wozep**

In het startjaar 2016 heeft Wozep een aantal voorbereidende activiteiten opgezet binnen de genoemde thema's. Dit waren met name haalbaarheidsstudies, mogelijkheden voor modelmatige aanpakken, voorbereiding van meetsystemen en inventarisaties van bestaande kennis en data. Hierbij wordt rekening gehouden met wat er in de ons omringende Noordzeelanden is en wordt gedaan.

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/funcities-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.

Bijlage 1 - Literatuurlijst

Bijlage 2 - MER Voornemen kavel VI en VII

Bijlage 3 - Coördinaten kavel VI en VII

Bijlage 4 - Achtergronddocument vogels, vleermuizen, vissen en benthos

Bijlage 5 - Effecten onderwatergeluid zeezoogdieren

Bijlage 6 - Veiligheidsberekeningen falen windturbine

Bijlage 7 - Soortenbescherming Wnb

Bijlage 8 - Passende Beoordeling

Bijlage 9 - Rapport scheepvaartveiligheid

Bijlage 10.1 - WindPro gegevens alternatief 10 MW

Bijlage 10.2 - WindPro gegevens alternatief 16 MW

Bijlage 11 - Milieueffecten gewijzigde kavelindeling

