

717053
30 mei 2018

MER KAVEL V EN VI
WINDENERGIEGEBIED
HOLLANDSE KUST (NOORD)

Ministeries van Economische
Zaken en Klimaat en
Binnenlandse Zaken en
Koninkrijkrelaties

Definitief



Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

Postbus 579
7550 AN Hengelo
Telefoon (074) 248 99 40

Documenttitel	MER Kavel V en VI Windenergiegebied Hollandse Kust (noord)
Soort document	Definitief
Datum	30 mei 2018
Projectnummer	717053
Opdrachtgever	Ministeries van Economische Zaken en Klimaat en Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Auteurs	Sergej van de Bilt, Maarten Jaspers Fajjer en Mike Muller, Pondera Consult
Vrijgave	Eric Arends, Pondera Consult

SAMENVATTING

1. Inleiding

Nederland heeft ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor het realiseren van de opwekking van duurzame - hernieuwbare - energie. Windenergie speelt daarin een prominente rol. Naast windenergie op land zijn ook concrete doelstellingen geformuleerd voor windenergie op zee. Deze doelstellingen zijn herzien en concreet gemaakt in het Energieakkoord voor duurzame groei (SER, Energieakkoord, 2013). De Wet windenergie op zee geeft het Rijk de mogelijkheid kavels uit te geven voor de ontwikkeling van windparken op zee.

De Minister van Economische Zaken en Klimaat is (in overeenstemming met de Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijkrelaties) initiatiefnemer voor het uitgeven van kavels en stelt ten behoeve daarvan voor elk kavelbesluit een milieueffectrapport (MER) op. Het onderhavige document betreft het MER voor kavel V in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Het MER beschrijft de milieueffecten die optreden bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbines in de kavel. Ook wordt overwogen om een deel van kavel V te reserveren voor innovaties (kavel VI).

De windturbines die in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) geplaatst worden, moeten worden aangesloten op het hoogspanningsnet. TenneT draagt zorg voor deze aansluiting. Het gaat daarbij om een platform in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord), de kabels vanaf dit platform 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:

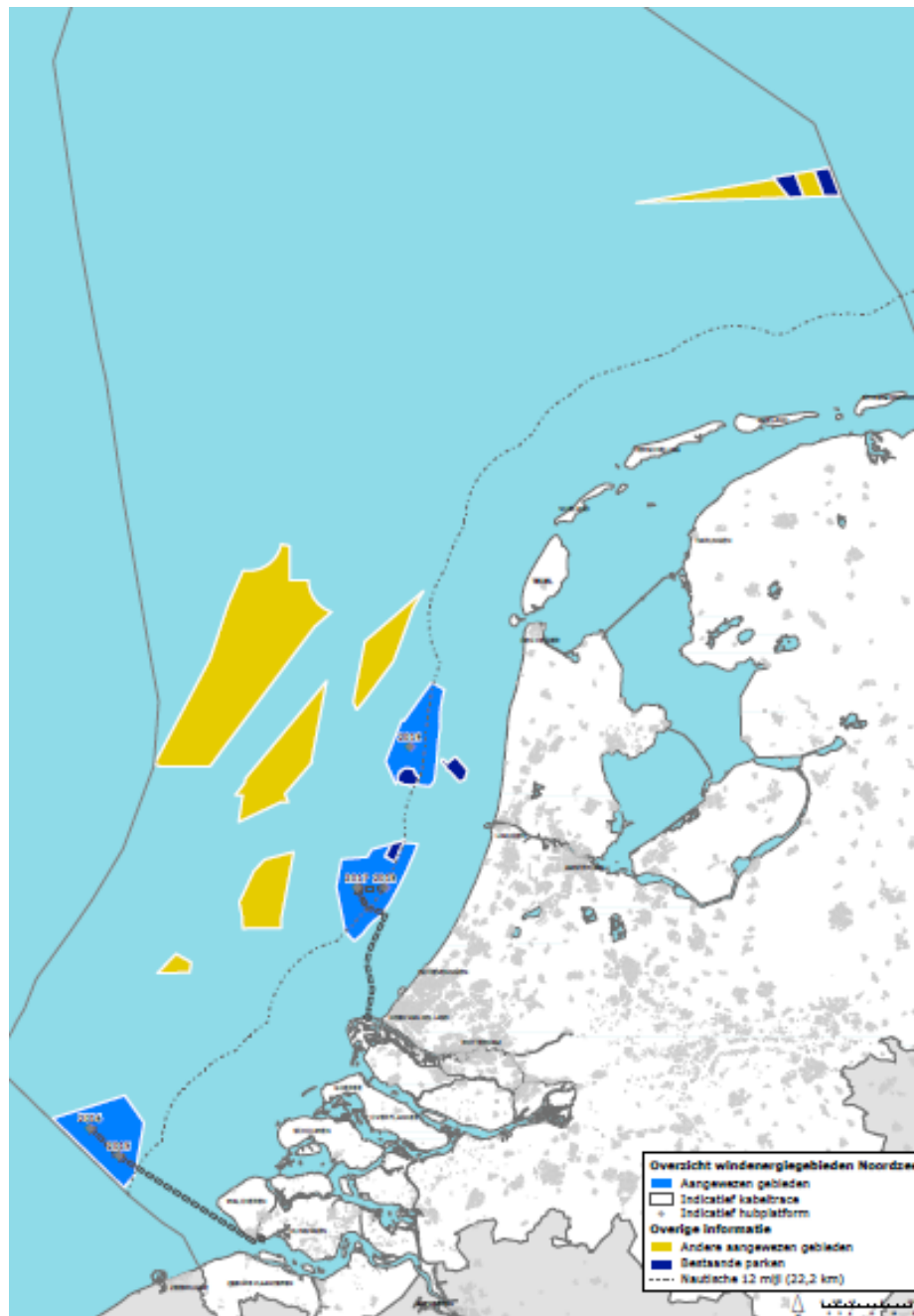
- de beleidscontext en de aanleiding voor het te nemen kavelbesluit;
- de locatiekeuze voor windenergiegebied Hollandse Kust (noord);
- de verkaveling binnen windenergiegebied Hollandse Kust (noord);
- de wijze van effectbeoordeling;
- het resultaat van de effectbeoordeling;
- de afweging;
- leemten in kennis en informatie;
- monitoring en evaluatie.

2. Beleidscontext en aanleiding kavelbesluiten

Vier gebieden zijn voor de ontwikkeling van wind op zee aangewezen, zie ook de volgende figuur:

- Borssele;
- IJmuiden Ver;
- Hollandse Kust;
- Ten noorden van de Waddeneilanden.

Figuur S1 Gebieden voor windenergie.



Op 26 september 2014 is door de Ministers van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu een brief aan de Tweede en Eerste Kamer gestuurd waarin de routekaart wordt gepresenteerd voor het tijdig realiseren van de doelstelling voor windenergie op zee tot 2023, zoals afgesproken in het Energieakkoord (Kamerstukken I/II, 2014–15, 33 561, A/nr. 11 Herdruk). In de brief wordt ingegaan op het net op zee (voorheen ook transmissiesysteem op zee genoemd), het nieuwe systeem voor de realisatie van windenergie op zee, en de 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 kavel V Hollandse Kust (noord).

Jaar	Schema (MW)	Gebieden routekaart
2015 ¹	700	<i>Borssele</i>
2016	700	<i>Borssele</i>
2017	700	<i>Hollandse Kust (zuid)</i>
2018	700	<i>Hollandse Kust (zuid)</i>
2019	700	<i>Hollandse Kust (noord)</i>

Inmiddels heeft de minister van Economische Zaken en Klimaat op 27 maart 2018 de routekaart windenergie op zee 2030 (Kamerstukken II, 2017/2018, 33 561, nr. 42) aangeboden aan de Tweede Kamer. Deze routekaart bevat de hoofdlijnen voor de ontwikkeling van windenergie op zee van 2024 tot 2030 met een gezamenlijke omvang van circa 6,1 GW door het (deels) benutten van de aangewezen windenergiegebieden Hollandse Kust (west), IJmuiden Ver en Ten Noorden van de Waddeneilanden.

3. Locatiekeuze

In de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee en de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling gebied Hollandse Kust, beiden een partiële herziening van het nationaal waterplan voor het onderdeel windenergie op zee, is nagegaan of windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en de aanvulling tussen 10 en 12 zeemijl geschikt is voor de realisatie van windenergie. In deze structuurvisies zijn de effecten van windenergie in het gebied Hollandse Kust (noord) 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 toerisme en cultuurhistorie en archeologie. Hierbij is ook gekeken

¹ April 2016

naar de geschiktheid ten opzichte van de overige voor windenergie aangewezen gebieden (IJmuiden Ver, Hollandse Kust, Ten noorden van de Waddeneilanden, Borssele). In dit MER is een nader onderzoek naar de geschiktheid van het gebied Hollandse Kust (noord) voor windenergie dan ook niet nodig.

4. Verkaveling

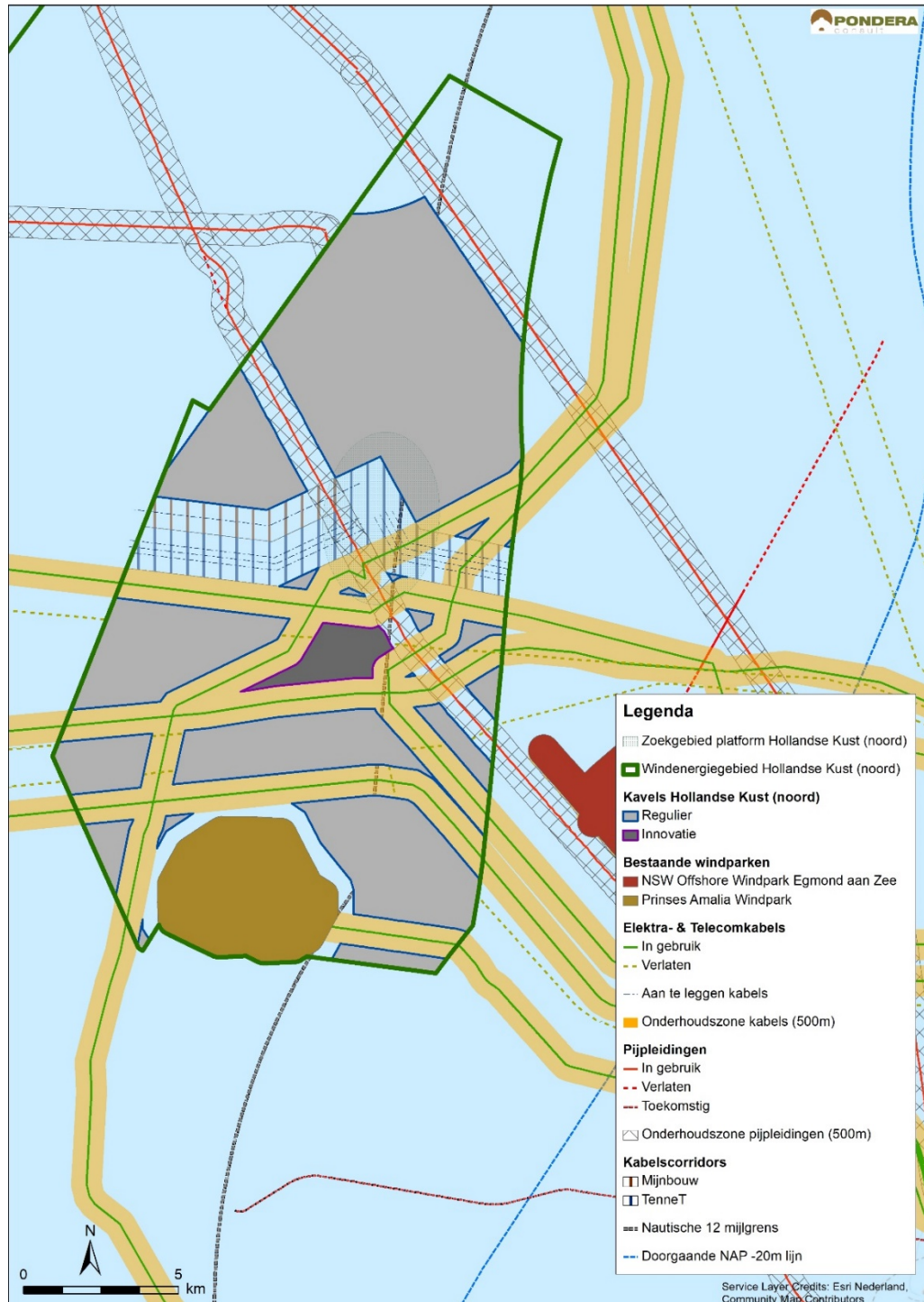
De oppervlakte van kavel V zal, exclusief de onderhoudszones van de kabels en leidingen die deze kavel doorsnijden, circa 100 tot 120 km² moeten worden. Van het totaaloppervlak van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) van 268 km² wordt ruimte gereserveerd voor:

- Aanwezige kabels en leidingen in het windenergiegebied en een zone van 500 meter daaromheen;
- Toekomstig platform van TenneT (en een zone van 500 meter daaromheen) voor de verbinding naar het vaste land;
- Toekomstige kabels van het platform van TenneT naar land (500 meter veiligheidszone aan weerszijde en tussenafstand tussen de twee kabels van 200 meter is in totaal 1.200 meter) én voor een eventuele toekomstige hubfunctie een tracé vanaf het platform van TenneT naar het westen (1.400 meter breed, doordat er drie kabels zullen lopen: twee 220 kV kabels en één 66 kV kabel met een tussenafstand van 200 meter en een veiligheidszone van 500 meter aan weerszijde);
- Het huidige Prinses Amaliawindpark;
- Een veilige afstand tot mijnbouwlocaties en;
- Een reservering voor een kabel inclusief onderhoudszone vanaf het platform van TenneT naar het westen ten behoeve van het eventueel elektrificeren van mijnbouwplatforms.

De grenzen van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) zijn vastgelegd in een voorbereidingsbesluit op grond van artikel 9 van de Wet windenergie op zee. In figuur S2 zijn de grenzen van kavel V aangegeven (aangeduid als "Regulier" in figuur S2). Kavel VI, voor innovaties, zal zich binnen de grenzen van kavel V begeven en is tevens in figuur S2 weergegeven.

Op basis van het voorgaande volgt een verkaveling van het gebied, welke in figuur S2 is weergegeven.

Figuur S2 Voorgestelde verkaveling windenergiegebied Hollandse Kust (noord).



In zijn brief van 19 mei 2015 (Kamerstukken II, 2014–15, 33 561, nr. 19) geeft de Minister van Economische Zaken aan dat toestaan van maximaal 380 MW per kavel tot schaalvoordelen en optimaal gebruik van het net kan leiden, met dien verstande dat er echter maximaal voor 350 MW transportcapaciteit wordt gegarandeerd per kavel. Deze voordelen resulteren mogelijk in lagere kosten per kWh. Om die reden wordt ook voor kavel V uitgegaan van in totaal maximaal 760 MW (2x380 MW).

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. In dit MER zijn alternatieven voor één gebied met één windpark onderzocht (zogenaamde 'kavel'). De alternatieven zijn opgebouwd uit een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types dat mogelijk is binnen een dergelijk kavel.

De kavel binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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 het uit te geven kavel staat in de volgende tabel.

Tabel S1 Bandbreedte MER.

Onderwerp	Bandbreedte
Vermogen individuele windturbines	Minimaal 8 MW
Tiphoogte individuele windturbines	189 – 251 meter
Tiplaagte individuele windturbines	25 – 30 meter
Rotordiameter individuele windturbines	164 – 221 meter
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 4x rotordiameter
Aantal bladen per windturbine	2 – 3
Type funderingen (substructures)	Monopile, jacket, tripile, tripod, gravity based structure
Type fundering (foundation)	Paalfunderingen, suction buckets, gravity based structures
Aanlegwijze paalfunderingen	Intrillen, heien, boren, suction
In geval van heien van fundering: hei-energie gerelateerd aan turbinetype / heipaal	1.000 – 3.000 kJ, afhankelijk van bodemcondities en diameter fundering
In geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per turbine:	
Jacket	4 palen van 1,5 – 3,5 meter
Monopile	1 paal van 8 tot 10 meter
Tripod	3 palen van 2 tot 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.
Elektrische infrastructuur (inter-array bekabeling)	66 kV

Zoals aangegeven kan de worst case situatie 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	
	<i>Alternatief (Worst case)</i>	<i>Alternatief (Best case)</i>
Vogels en vleermuizen	95 x 8 MW-turbines Tiplaagte 25 m, rotordiameter 164 m	76 x 10 MW-turbines Tiplaagte 30 m, rotordiameter 221 m
Onderwaterleven*	76 x 10 MW-turbines Hei-energie: 3.000 kJ 1 turbinelocatie per dag	95 x 8 MW-turbines Hei-energie: 1.000 kJ 1 turbinelocatie per dag
Scheepvaart	95 x 8 MW-turbines Jacket-fundering met diameter 15 m	76 x 10 MW-turbines Monopaalfundering met diameter 10 m
Geologie en hydrologie	95 x 8 MW-turbines	76 x 10 MW-turbines

Milieuaspect	Bandbreedte	
Landschap**	95 x 8 MW-turbines Min. rotordiameter 164 m Min. ashoogte: 107 m	76 x 10 MW-turbines Max. rotordiameter 221 m Max. ashoogte: 140 m
Overige gebruiksfuncties	95 x 8 MW-turbines	76 x 10 MW-turbines
Elektriciteitsopbrengst**	95 x 8 MW-turbines	76 x 10 MW-turbines
<p>* Voor onderwaterleven is de <i>worst case</i> en <i>best case</i> situatie verschillend per 'sub aspect' (zeezoogdieren, vissen, bodemleven) en ook niet op voorhand eenduidig te benoemen. Zo is weliswaar de geluidsproductie bij heien met 3.000 kJ hoger dan bij 1.000 kJ, het aantal palen dat geheid wordt met een hogere hei-energie is lager waardoor de totale milieubelasting lager uit kan vallen.</p> <p>** Voor landschap en elektriciteitsopbrengst is er niet zozeer sprake van een <i>worst of best case</i>, maar geven de alternatieven wel een bandbreedte aan.</p>		

Beoordeling

Om de effecten van de varianten per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een + / - schaal beoordeeld ten opzichte van het nulalternatief (dat is de huidige situatie en de autonome ontwikkeling). Hiervoor wordt de volgende beoordelingschaal gehanteerd, zoals weergegeven in tabel S3. De beoordeling wordt gemotiveerd.

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 als gevolg van het voorkeursalternatief.

Naast het effect van een windpark in kavel V zijn ook cumulatieve effecten van andere windparken en activiteiten beschouwd en zijn tevens mitigerende maatregelen onderzocht en is het effect van een eventueel innovatiekavel aangegeven.

6. Resultaat milieubeoordeling

De volgende tabellen geven de beoordelingen van de alternatieven 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.

Vogels en vleermuizen

Tabel S4 Beoordeling effecten vogels en vleermuizen zonder mitigerende maatregelen.

Effecten windpark	Alternatief 1 95 * 8 MW ø 164 m	Alternatief 2 76 * 10 MW ø 221 m
Aanlegfase vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Gebruiksfase vogels		
<i>Lokale zeevogels</i>		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
<i>Kolonievogels</i>		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
<i>Trekvogels</i>		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
Verwijderingsfase vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Vleermuizen		
- aanvaringen	--/-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	+/-	+/-
OVERALL BEOORDELING	--	-

Het alternatief met 76 x 10 MW-turbines en een rotordiameter van 221 meter is het meest milieuvriendelijke alternatief gezien vanuit vogels en vleermuizen, vanwege het geringere aantal aanvaringsslachtoffers in vergelijking met het andere alternatief. De worst case situatie is het alternatief met 95 x 8 MW-turbines en een rotordiameter van 164 meter.

Onderwaterleven

Tabel S5 Beoordeling effecten onderwaterleven zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		95 * 8 MW	76 * 10 MW
Effecten bij aanleg, gebruik en verwijdering op: Biodiversiteit Recruitment Dichtheden/biomassa Bijzondere soorten	<i>Bodemdieren</i>		
	Bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
	Habitatverlies	0	0
	<i>Vissen</i>		
	Geluid/trillingen	0/-	0/-
	Bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
	Habitatverlies	0	0
<i>Zeezoogdieren</i>			
Aanleg	Verstoord oppervlak (km ²)	-	-
Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	Aantal verstoorde dieren	-	--
	Dierverstoringsdagen	--	--
	Aantal aangetaste dieren	--	--
	Populatie-effecten (Noordzee)	--	--
Fysieke aantasting			
Gebruik			
Verstoring door geluid en trillingen turbines	Verstoord oppervlak (km ²)	0	0
Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)	Aantal verstoorde dieren	0	0
	Verstoord oppervlak (km ²)	0	0
	Aantal verstoorde dieren	0	0
Verwijdering			
Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	Verstoord oppervlak (km ²)	0/-	0/-
	Aantal verstoorde dieren	0/-	0/-

Voor wat betreft de effecten als gevolg van onderwatergeluid, blijkt voor zeezoogdieren alternatief 1 (95 x 8 MW-turbines) de *best case* te zijn. Dit vanwege het kleinere verstoorde oppervlak (afname hei-energie) en dit ondanks het grotere aantal funderingen in vergelijking met alternatief 2 (76 x 10 MW-turbines). Het verschil in verstoord oppervlak is echter dermate gering dat dit niet zichtbaar is in de effectbeoordeling op dit criterium an sich (beide alternatieven scoren een - op dit criterium). De effecten voor bruinvissen en zeehonden kunnen voor beide alternatieven sterk negatief zijn. De populatiereductie van bruinvissen is in beide

alternatieven groter dan toelaatbaar wordt geacht in het Kader Ecologie en Cumulatie en aanvullende studies (Heinis, 2015). Afgesproken is dat de populatie als gevolg van de aanleg van de 10 offshore windparken van het Energieakkoord met niet meer dan 5% afneemt (in plaats van de eerdere 20%). Dit betekent dat de berekende populatieafname voor dit windpark niet meer dan **510** dieren mag bedragen. De effecten op zeehonden kunnen niet op dergelijke wijze worden gekwantificeerd, maar met een maximaal mogelijke versterking van 98% van de Nederlandse populatie zijn zeer negatieve effecten niet uit te sluiten. Door toepassing van mitigerende maatregelen zijn deze effecten te beperken en voor bruinvissen kan dit tot onder deze drempelwaarde (zie tabel S12 en paragraaf 12.5 en 12.6). Voor wat betreft bodemdieren en vissen zijn de effecten zeer gering van omvang.

Scheepvaartveiligheid

Tabel S6 Beoordeling effecten scheepvaart en veiligheid zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1 met 8 MW-turbines	Alternatief 2 met 10 MW-turbines
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving	0/-	0
	Gevolgschade van aanvaring of aandrijving	0	0
Scheepvaart	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0	0
	Effecten van doorvaart voor schepen <24 meter	0	0

Voor twee alternatieven van kavel V zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de turbines. Voor de variant met 8 MW-turbines zijn de kansen hoger dan voor de variant met 10 MW-turbines. Dit komt zowel door het hogere aantal turbines als door het gebruik van jackets binnen de eerste variant. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24 meter is 0,073882 per jaar voor het alternatief met 8 MW turbines, of te wel eens per 13,5 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24 meter is 0,046974 per jaar voor het alternatief met 10 MW turbines, of te wel eens per 21,3 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. Voor verkeer kleiner dan 24 meter is de aanvaar- en aandrijffrequentie respectievelijk 0,021375 voor de 8 MW variant en 0,008895 voor de 10 MW variant, oftewel respectievelijk eens per 46,8 jaar en 112,4 jaar.

Als gevolg van het alternatief met 8 MW turbines wordt eens per 496 jaar een uitstroom van olie verwacht, terwijl dit voor het alternatief met 10 MW turbines eens per 646 jaar is. De frequentie op uitstroom van bunkerolie en ladingolie op het gehele NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine van kavel V met 0.40% toe voor het alternatief met 8 MW turbines. Voor het alternatief met 10 MW turbines is dit lager (0.31%).

Bij de 8 MW variant is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine $1,06 \times 10^{-3}$. Het verwachte aantal doden voor de 10 MW variant is $6,6 \times 10^{-4}$.

Morfologie en hydrologie

Tabel S7 Beoordeling effecten geologie en hydrologie zonder mitigerende maatregelen.

Aspect (gedurende aanleg, onderhoud en exploitatie)	Alternatief 1	Alternatief 2
	een 8 MW-turbine op een suction bucket fundering met een doorsnede van 17,5 meter. Erosiebescherming (stortstenen): geen.	een 10 MW-turbine op een gravity based fundering met een doorsnede van 40 meter ter plaatse van de zeebodem. Erosiebescherming (stortstenen): drie maal 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
Kustveiligheid	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. Beide alternatieven verschillen hierin nauwelijks en zijn derhalve nagenoeg gelijk.

Landschap

Tabel S8 Beoordeling effecten landschap zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Beoordeling	
	Alternatief 1 95 x 8 MW-turbines Max. tiphoogte 189 m	Alternatief 2 76 x 10 MW-turbines Max. tiphoogte 251 m
- Zichtbaarheid in percentage van de tijd - Interpretatie zichtbaarheid aan de hand van visualisaties	-	-

De zichtbaarheid van windturbines in kavel V en VI is kwantitatief weergegeven door het percentage van de tijd dat de meteorologische omstandigheden zodanig zijn, dat het windpark is te zien. Dat is 37% van de tijd gedurende de zomermaanden (1 mei- 30 september) in de

dagperiode, vanaf het dichtstbijzijnde punt op land (Castricum aan Zee en Egmond aan Zee). Buiten deze periode is het zichtbaarheidspercentage lager. Ook is dit percentage lager op andere zichtlocaties, die verder van de kavel zijn gelegen.

Verder geven fotovisualisaties aan dat het windpark, als de meteorologische omstandigheden goed zijn, zichtbaar is. Onderscheid tussen de alternatieven is gering. De 10 MW turbines zijn afzonderlijk iets beter waarneembaar vanwege hun grotere omvang, maar het zijn er in totaal weer minder dan bij het alternatief met 8 MW turbines. De 10 MW turbines zijn op een afstand van 47 kilometer of meer nog wel (theoretisch) zichtbaar, de kleinere 8 MW turbines niet meer (vanwege kimduiking). Dit verschil in effect is echter klein.

Op basis van met name De Vries et al. (2008) wordt geconcludeerd dat de beleving subjectief is en afhankelijk van de achtergrond van de waarnemer zoals opleidingsniveau, inkomen en houding ten opzichte van duurzame energie. De grote gemene deler uit het belevingsonderzoek laat zien dat verstoring van het zeelandschap met vaste objecten, zoals windparken of boorplatforms, licht negatief beoordeeld wordt, dat daarbij het eerste verstorende object het meest negatief wordt beoordeeld en dat daarna volgende objecten steeds relatief minder negatief beoordeeld worden, en dat een grotere afstand leidt tot een minder negatieve beoordeling. Ook zijn er groepen mensen die met windturbines in het algemeen en met windenergie op zee positieve associaties blijken te hebben.

De verlichting die wordt toegepast op de gondel van de windturbines zorgt ervoor dat het windpark onder goede meteorologische omstandigheden ook 's nachts zichtbaar kan zijn vanaf de kust. Hoe meer windturbines, hoe zichtbaarder in de nacht. Het alternatief met de meeste turbines scoort dan ook minder goed op zichtbaarheid in de nacht dan het alternatief met de minste turbines. Dit effect wordt kleiner als alleen de buitenste turbines verlicht worden (zie het informatieblad aanduiding offshore windturbines en offshore windparken, in relatie tot luchtvaart, (versie 3.0, 30 september 2016) zie hiertoe ook tabel S12 over mitigerende maatregelen.

Overige gebruiksfuncties

Tabel S9 Beoordeling effecten Overige gebruiksfuncties zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alt 1 (95 x 8 MW op suction bucket)	Alt 2 (76 x 10 MW op gravity base)
Visserij	Beperkingen visserij	0/-	0/-
Olie- en gaswinning	Beperkingen olie- en gaswinning	-	-
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0	0
	Interferentie helikopterverkeer	0/-	0/-
	Interferentie Kustwacht	0/-	0/-
	Interferentie militaire luchtvaart	0	0
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	-	-

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alt 1 (95 x 8 MW op suction bucket)	Alt 2 (76 x 10 MW op gravity base)
Baggerstort	Beperkingen baggerstortgebieden	0	0
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	Interferentie radar	0	0
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0/-	0/-
Telecommunicatie	Verstoring kabelverbindingen	0/-	0/-
	Verstoring straalpaden	0/-	0/-
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
Mosselzaadinvanginstallaties	Beperkingen mosselzaadinvanginstallaties	0	0
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0/-	0/-

Voor de meeste aanwezige gebruiksfuncties blijken er geen of slechts geringe effecten op te treden wanneer turbines worden gerealiseerd in kavel V. De meeste effecten worden gezien de geringe omvang als neutraal beoordeeld. Dit komt deels doordat bij de locatiekeuze rekening is gehouden met de aanwezige gebruiksfuncties. Bij de gebruiksfuncties scheeps- en luchtvaartradar en cultuurhistorie & archeologie is sprake van geringe effecten in de vorm van aantasting (archeologie) of beïnvloeding (scheepsradar). De effecten worden gezien de geringe omvang neutraal beoordeeld, de alternatieven zijn niet onderscheidend. De effecten op baggerstort worden ook als neutraal beoordeeld.

De effecten op de visserij als geheel worden, gezien het oppervlak dat verloren gaat (max. circa 131 km²) en de waarde van dat gebied voor de visserij, beperkt negatief beoordeeld. Daarnaast worden de effecten op bestaande windparken ook beperkt negatief beoordeeld, doordat windafvang een negatieve invloed heeft op de energieopbrengst van het Prinses Amaliawindpark en OWEZ. De effecten op de vliegbewegingen van de Kustwacht en de vliegbewegingen van helikopters richting gasplatform Q-4C worden tevens als beperkt negatief beoordeeld. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend. Ten slotte worden de effecten op straalpaden ook als licht negatief beoordeeld. De effecten op straalpaden kunnen geheel vermeden worden, maar de score licht negatief is gegeven omdat er wel rekening moet worden gehouden met de straalpaden bij het bepalen van de windturbineposities.

De effecten op ondiepe delfstoffenwinning, en met name zandwinning, worden als negatief beoordeeld wegens overlap met een vergund winningsgebied en zoekgebieden. Ten aanzien

van olie- en gaswinning wordt ook een negatieve score gegeven, aangezien het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) in zowel vergunde winnings- als exploratiegebieden ligt. Daarnaast 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 95 turbines (alternatief 1) dan bij een windpark met 76 turbines (alternatief 2), vanwege het verschil in ruimte tussen turbines. Dit maakt echter geen onderscheid in de uiteindelijke effectbeoordeling.

Elektriciteitsopbrengst

Tabel S10 Beoordeling effecten elektriciteitsopbrengst zonder mitigerende maatregelen.

Aspecten	Beoordeling	
	Alternatief 1 95 x 8 MW-turbines	Alternatief 2 76 x 10 MW-turbines
Elektriciteitsopbrengst	++	++
Vermeden emissies	++	++

De energieopbrengst van het maximumalternatief (76 turbines van 10 MW) is circa 12% hoger dan het minimumalternatief (95 turbines van 8 MW). Dat is niet per definitie zo, maar geldt wel voor de beschouwde turbintypes. Voor de 8 MW turbine is een Vestas V164-8.0 MW doorgerekend en voor de 10 MW turbine is een AMSC SeaTitan doorgerekend. Voor de Vestas is een netto elektriciteitsopbrengst berekend van 3.064.800 MWh/jaar, voor de SeaTitan 3.443.000 MWh/jaar. Een elektriciteitsproductie van 3.443.000 MWh per jaar staat gelijk aan het jaarlijks elektriciteitsverbruik van circa 1.043.300 huishoudens (uitgegaan van gemiddeld 3.300 kWh/huishouden/jaar).

De energieopbrengst in het alternatief met 10 MW-turbines wordt met een minder aantal turbines gerealiseerd dan in het alternatief met 8 MW turbines, namelijk 95 om 76. De bijdrage van het windpark aan de reductie van CO₂, NO_x en SO₂ 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.

Cumulatie

In de volgende tabel is kort aangegeven welke cumulatieve effecten optreden en welke gevolgen dit heeft voor het te nemen kavelbesluit.

Tabel S11 Overzicht cumulatieve effecten kavel V Hollandse Kust (noord).

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
Vogels en vleermuizen	Overschrijding van de PBR in het onderzochte internationale worst case	Als er in de berekeningen realistische windturbintypes worden gebruikt voor de bestaande en geplande windparken in de zuidelijke Noordzee (Borssele I/II: 4 MW,

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
	<p>scenario met 3 MW-turbines in het KEC voor kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en zilvermeeuw is niet uit te sluiten.</p> <p>In een worst case scenario in cumulatie met alle ontwikkelingen van windparken op de Noordzee zoals in het KEC beschouwd, wordt de voorlopig berekende PBR waarde voor de ruige dwergvleermuis (Nathusius' Pipistrelles) overschreden</p>	<p>Borssele III-V: 6 MW, Hollandse Kust (zuid) I – IV: 6 MW en Hollandse Kust (noord): 8 MW), blijft alleen het aantal slachtoffers bij de kleine mantelmeeuw boven de PBR-norm liggen (in het internationale scenario) (Gyimesi & Fijn 2015b). Toetsen we de aantallen slachtoffers als gevolg van Nederlandse parken aan de Nederlandse PBR-norm² dan blijven de gecumuleerde aantallen slachtoffers onder of op de PBR-norm van de grote meeuwensoorten, waardoor wel met zekerheid kan worden gezegd dat deze populaties veerkrachtig genoeg zijn om deze additionele sterfte op te vangen. Bovendien liet eerdere populatiemodellering van de kleine mantelmeeuw ook zien dat de Nederlandse populatie kleine mantelmeeuwen niet in gevaar komt (Poot et al. 2011).</p> <p>Mitigerende maatregelen zijn te treffen om wel acceptabele effecten te bereiken (zie paragraaf 12.5 en 12.6).</p>
<i>Zeezoogdieren</i>	Effecten op de GSI kunnen niet worden uitgesloten	Mitigerende maatregelen zijn te treffen om wel acceptabele effecten te bereiken (zie paragraaf 12.5 en 12.6).
<i>Scheepvaart en veiligheid</i>	Windparken in de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en andere bestaande windparken kunnen leiden tot andere effecten op scheepvaart en veiligheid	Geen gevolgen kavelbesluit. Het cumulatieve effect van andere windparken op de verkeersveiligheid is niet apart inzichtelijk gemaakt, maar is als basissituatie beschouwd. In het ontwerpcriterium afstand tussen scheepvaartroutes en windparken uit de Beleidsnota Noordzee (2016-2021) zijn de afstanden tussen het scheepvaartscheidingstelsel en de toekomstige windparken vastgelegd en deze zijn geëffectueerd in de nieuwe routestructuur die vanaf augustus 2013 van kracht is geworden.
<i>Morfologie en hydrologie</i>	Windparken in de kavels in windenergiegebied	Geen, bij de invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zullen nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en

² Voor het NCP is meer betrouwbare en gedetailleerde data beschikbaar dan voor de gehele Zuidelijke Noordzee. Bovendien is voor het NCP ook meer zekerheid over de tot en met 2023 op te richten windparken. De onzekerheidsmarge in resultaten is bij deze analyse daarom kleiner. Bij deze analyses zijn tevens de effecten van het gebruik van de zone tussen 10-12 mijl bij windenergiegebied Hollandse Kust (noord en zuid) meegenomen. Daarom is ervoor gekozen om een analyse te doen waarin het aantal door Nederlandse parken veroorzaakte slachtoffers wordt vergeleken met een op Nederlandse populaties gebaseerde PBR.

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
	Hollandse Kust (zuid) kunnen ook leiden tot effecten op geologie en hydrologie	verwaarloosbare effecten optreden als voor kavel V zijn beschreven. Dat betekent dat er geen sprake is van cumulatie, ook niet met andere activiteiten en andere verder weg gelegen windparken.
<i>Landschap</i>	Windparken in overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) hebben tevens invloed op de zichtbaarheid van windturbines vanaf het strand.	Gering, de inbeslagname van de horizontale beeldhoek door windturbines in kavel V in Hollandse Kust (noord) zal toenemen bij de ontwikkeling van deze windturbines ten opzichte van de huidige situatie. De afstand tot de kust van de windturbines in kavel V is over het algemeen dermate groot, dat de meteorologische omstandigheden de zichtbaarheid van de windturbines beperken. De kortste afstand tussen de windturbines op zee en het strand bedraagt 18,5 kilometer. Op deze afstand is een windpark in de zomerperiode gemiddeld overdag 37% van de tijd zichtbaar.
<i>Overige gebruiksfuncties</i>	Windparken in de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en Borssele hebben tevens invloed op overige gebruiksfuncties.	<p>Gering m.b.t. de visserij, bij de ontwikkeling van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) wordt het totale ruimtebeslag groter waardoor een groter gebied verloren gaat voor de visserij. In totaal gaat circa 1,69% (0,6% Borssele, 0,62% Hollandse Kust (zuid) en 0,47% Hollandse Kust (noord)) van het NCP verloren en daarmee ook visgebied. Het gebied dat verloren gaat voor de visserij betreft gemiddeld gunstige visgronden, waardoor in cumulatie sprake is van beperkte negatieve effecten voor de visserij.</p> <p>Door het grotere aantal turbines wordt ook de kans groter dat archeologisch resten worden aangetast.</p> <p>Voor de recreatievaart heeft windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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 V en VI extra omvaren. Echter, in de zuidzijde van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) ligt het operationele Prinses Amaliawindpark, waardoor al dient te worden omgevaren. De effecten op kustrecreatie zijn als neutraal beoordeeld en hebben geen gevolgen voor het kavelbesluit.</p> <p>Ten slotte is er door de realisatie van Hollandse Kust (noord) minder gebied over voor zandwinning, naast het gegeven dat Borssele en Hollandse Kust (zuid) het totale zandwinareaal al doen afnemen. Hier is echter in het</p>

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
		NWP2 2016-2021 al rekening mee gehouden en past binnen de ruimtelijke ontwikkeling op de Noordzee.
<i>Elektriciteits-opbrengst</i>	Windparken in de omgeving kunnen wind van elkaar afvangen	Geen, de mate van windafvang is afhankelijk van de exacte invulling van kavel V.

Innovatiekavel VI

Omdat de bandbreedte van te plaatsen turbines in dat kavel VI niet verschilde van de rest van de te plaatsen turbines in kavel V, kan de conclusie worden getrokken dat de effecten niet anders zijn dan wanneer kavel V wordt beschouwd en de locatie van kavel VI daarin als onderdeel wordt meegenomen in de effectbeoordeling. Kortom: voor de bepaling van milieueffecten maakt het niet uit of er wel of geen kavel VI voor innovaties wordt aangewezen als de locatie van kavel VI onderdeel vormt van kavel V.

Mitigerende maatregelen

Na toetsing blijkt dat vrijwel bij elk aspect voldaan kan worden aan de voorwaarden uit het wettelijk kader. Voor het beperken van cumulatieve effecten op vogels en vleermuizen en bruinvissen zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk. Het optreden van (resterende) negatieve effecten door aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark kan echter niet worden uitgesloten. Deze mogelijke resterende effecten kunnen worden gemitigeerd door middel van de volgende maatregelen. Ten behoeve van het voorkeursalternatief zullen uit deze mogelijke mitigerende maatregelen een aantal geselecteerd worden.

Tabel S12 Mogelijke mitigerende maatregelen.

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
<i>Vogels en vleermuizen</i>	Aanleg- en verwijderingsfase	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> Installeer zo min mogelijk grote turbines in plaats van meer kleinere. Installeer tweebladige in plaats van driebladige turbines. Creëer een corridor in het windpark waar vogels gebruik van kunnen maken. Door slim plannen van onderhoudswerkzaamheden, wanneer turbines stil

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
		<p>worden gezet, kunnen slachtoffers worden voorkomen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • Zo klein mogelijk oppervlak windpark (minste habitatverlies).
<i>Onderwaterlev en</i>	<p>Bodemdieren en vissen</p> <p>Verstoring en daarmee gepaard gaande populatiereductie zeezoogdieren, PTS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Plaatsen van funderingen met beperkte omvang. • Plaatsen van funderingen die niet hoeven te worden geheid. • Plaatsen van 8 MW turbines omwille van het beperken van trillingen. • De oppervlakte door geluid verstoord gebied beperken. • Beperken van de aanlegperiode en/of termijn. • Gebruik maken van 'Slow start' en 'Acoustic Deterrent Devices' (ADD's). • Maximaal toelaatbaar geluidniveau vastleggen.
<i>Scheepvaart en veiligheid</i>	Aandrijving	<ul style="list-style-type: none"> • Gebruik maken van het Automatic Identification System (AIS). • Inzetten van een Emergency Towing Vessel.
<i>Morfologie en hydrologie</i>	-	-
<i>Landschap</i>	Zichtbaarheid overdag	<ul style="list-style-type: none"> • Geven van informatie over het wat, hoe en waarom van de windparken, zodat de waarnemer begrip heeft van de noodzaak van het windpark. • Kiezen voor zo groot mogelijke turbines, zodat een kleiner aantal kan worden geplaatst. Dat geeft een rustiger beeld aan de horizon. • Niet benutten van het gehele kavel V met alle deelgebieden, zodat horizontale beeldhoek wordt verkleind.

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
		<ul style="list-style-type: none"> Kleur RAL7035 (grijs) voorschrijven voor de turbines.
	Zichtbaarheid 's nachts	<ul style="list-style-type: none"> Voorschrijven van vastbrandende in plaats van knipperende verlichting. Met behulp van zichtbaarheidsmeters kan de verlichting gedimd worden wanneer de zichtomstandigheden goed zijn, dan behoeft de verlichting niet altijd voluit te branden. Met behulp van radarsystemen alleen verlichten bij luchtvaartbewegingen. Alleen de buitenste windturbines voorzien van obstakelverlichting.
<i>Overige gebruiks-functies</i>	Aantasting archeologische waarden	<ul style="list-style-type: none"> De locatie van een windturbine of kabel wijzigen om zo een (mogelijk) archeologisch object te ontwijken.
	Risico van niet-gesprongen explosieven	<ul style="list-style-type: none"> Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen.
	Overlap kavel V met mijnbouwvergunning houders en obstakelvrije zone rondom platforms	<ul style="list-style-type: none"> Afstemming zoeken met mijnbouwonderneming.
	Overlap kavel V met actieve zandwingronden	<ul style="list-style-type: none"> Afstemming zoeken met exploitanten.
	Invloed van windturbines op walradarketen	<ul style="list-style-type: none"> Toepassing van radar op de te realiseren TenneT-platforms of tussen de windparken en de scheepvaartroutes.
<i>Elektriciteits-opbrengst</i>	-	-

7. Afweging

De afweging is onder te verdelen in de toetsing aan het wettelijk kader, de keuze van de voorkeursbandbreedte, de te nemen mitigerende maatregelen, de inperking van de kavelgrootte en de keuze over een innovatiekavel.

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 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 Wet natuurbescherming. Ten behoeve van de toetsing aan de gebiedsbescherming uit deze wet 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. 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 die binnen ASCOBANS als basis gebruikt wordt gehanteerd 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.

Keuze voorkeursbandbreedte

Er zijn geen aspecten in dit MER die de beschouwde bandbreedte inperken. Als uitgangspunt voor de gehanteerde bandbreedte is namelijk al 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 8 MW (in plaats van 3 MW bij windenergiegebied Borssele). Het aspect vogels beperkte de bandbreedte namelijk voor de kavels in windenergiegebied Borssele. Wel zijn op basis van dit MER mitigerende maatregelen te nemen die de effecten tenietdoen of verminderen. De keuze welke maatregelen genomen dienen te worden volgt nu.

Te nemen mitigerende maatregelen

Maatregelen die getroffen worden om tot een benodigde vermindering van effecten te komen zijn:

Vogels en vleermuizen

- Gedurende nachten (tussen zonsondergang en zonsopkomst) met massale vogeltrek wordt het aantal rotaties per minuut per windturbine tot minder dan 1 gebracht;
- de cut-in windspeed van de turbines bedraagt gedurende de periode van 15 augustus tot en met 30 september tussen 1 uur na zonsondergang tot 2 uur voor zonsopkomst 5,0 m/s op ashoogte.

Onderwaterleven

- De geluidsproductie tijdens heien wordt begrensd tot een maximale waarde tussen 165 en 174 dB re $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 meter van de heilocatie. Hierbij wordt rekening gehouden met de verschillen in dichtheden van bruinvissen (als gevoeligste soort) in bepaalde seizoenen en het aantal palen dat geheid wordt. De voorgestelde normstelling staat in de volgende tabel.

Tabel S13 Normstelling voor windparken in gebied Hollandse Kust (noord), met verwerking van de opstart 'toeslag van 1 dB'.

Hollandse Kust (noord)	Maximale geluidsbelasting (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m)*		
760 MW	Periode		
# turbines	jan – mei	jun – aug	sep – dec

95 (hier onderzocht)	165	169	172
84	165	169	173
76 (hier onderzocht)	166	170	174

Naast de geluidsnormering dient gebruik gemaakt te worden van zogenaamde 'Acoustic Deterrent Devices', 'soft start' procedures ter voorkoming van permanente effecten op het gehoor (PTS: *permanent threshold shift*).

Overige gebruiksfuncties

Er zijn nadere afspraken nodig met stakeholders voor de invulling van het voorkeursalternatief. In de nabijheid en binnen kavel V liggen verschillende kabels. Voor kabels en leidingen zal een onderhoudszone van 500m aan weerszijde van de kabel of leiding worden vastgelegd in de kavelbesluiten. Dit is smaller dan de 750 meter die doorgaans wordt gehanteerd. De Beleidsnota Noordzee (2016-2021) stelt dat in het kader van efficiënt ruimtegebruik op de Noordzee het toegestaan is de onderhoudszone te versmallen.

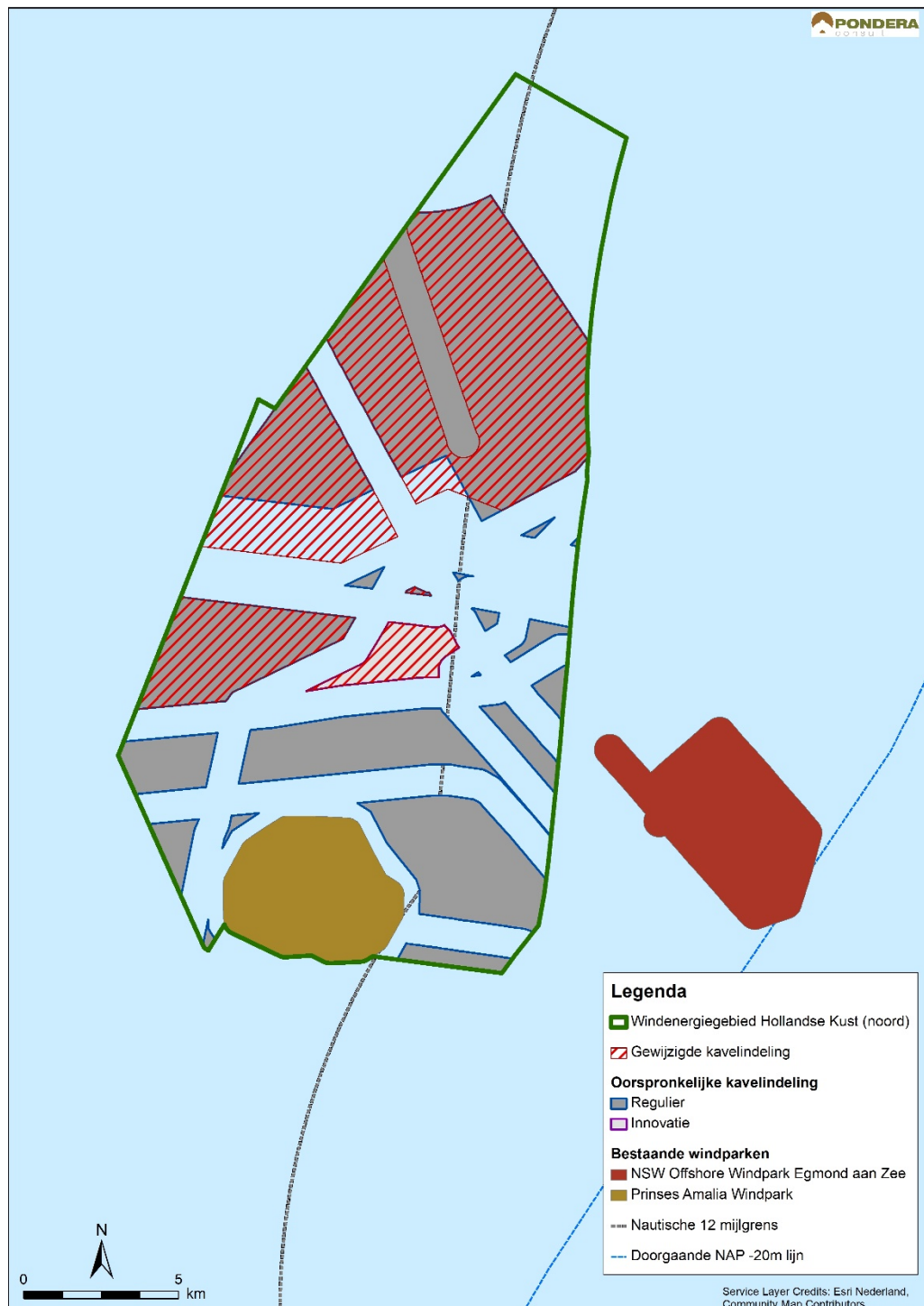
Er is afstemming nodig met de mijnbouw over de overlap van kavel V met mijnbouwvergunningen en zones rond platforms. Ook is afstemming nodig met vergunninghouders van zandwingebieden die overlappen met kavel V. De vergunningen voor zandwinning zullen voor het aanvangen van de bouwwerkzaamheden zijn ingetrokken of verlopen. Daarnaast is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen. Ook dient rekening gehouden te worden met (mogelijk) aanwezige archeologische waarden, die de plaatsing van windturbines in kavel V kunnen beïnvloeden. Ten behoeve van de vermindering van de zichtbaarheid van het windpark wordt gekozen om de noodzakelijke verlichting met vastbrandende in plaats van knipperende lampen voor te schrijven en wordt de kleur RAL7035 voor de turbine voorgeschreven.

Naast genoemde maatregelen wordt de kavelgrootte beperkt. De volgende paragraaf geeft de reden daartoe aan en geeft weer wat de effecten daarvan zijn.

Inperking kavelgrootte

Het voor de plaatsing van windturbines beschikbaar oppervlak van kavel V dat is beschouwd in dit MER, heeft een omvang van circa 131 km². Wegens de effecten van ruimtebeslag zoals onderzocht in dit MER, is tevens onderzoek gedaan naar wat het effect op de kostprijs per opgewekte kilowattuur (Levelised Cost of Energy; LCoE) is, in het geval een kleiner oppervlak beschikbaar wordt gesteld en tot welk oppervlak dit zo blijft. Hiertoe heeft Ecofys onderzoek uitgevoerd (*in prep.*), waaruit is gebleken dat de LCoE acceptabel blijft, wanneer kavel V een oppervlak van 88 km² heeft en overeenkomstig de volgende figuur wordt ingedeeld. De windafvang is door de vrije ligging van 700 MW op een afstand van Amalia en OWEZ en andere windenergiegebieden, ongeveer gelijk aan de windafvang in Borssele (1.400 MW + aangrenzende Belgische windparken) en Hollandse Kust (zuid) (1.400 MW en aansluitend Luchterduinen). Mede omwille van de redenen voor het verminderen van effecten voor landschap en visserij wordt ervoor gekozen delen van het windenergiegebied niet te benutten voor de kavel.

Figuur S3 Wijziging kavelgrootte kavel V



Landschap

Om het effect van zichtbaarheid te beperken, is gekozen om met name het gebied in de zone tussen 10 en 12 nautische mijl slechts beperkt te gebruiken. Daarnaast zal het Prinses Amaliawindpark op termijn worden ontmanteld en is ook met name aan de zuidzijde van het

oorspronkelijke kavel V ruimte vrijgehouden. Daarmee zal een grotere tussenruimte worden gecreëerd tussen kavel V en de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Daarmee zal vanuit kustplaatsen als Noordwijk en Zandvoort een beperkter deel van de horizon van turbines zijn voorzien.

Visserij

Door de kavel met 43 km² te verkleinen, wordt ook minder visgrond 'onttrokken' aan het NCP. Het effect op de visserij wordt daarmee verkleind.

Overige effecten

De overwegingen op basis van landschap en visserij hebben er met name toe geleid dat is gekozen voor een kleiner kavel V. Dit MER heeft een grotere kavelindeling voor kavel V beschouwd dan nu in het voorkeursalternatief is gekozen. In het algemeen kan gesteld worden dat effecten die in dit MER zijn beschreven gelijk zijn aan of minder zijn dan bij het inperken van de kavel zoals in het voorkeursalternatief. Dat heeft er mee te maken dat dezelfde ingreep (95 turbines van 8 MW of minder turbines van een groter aantal megawatt dan 8 MW elk) op een geringer oppervlak wordt voorzien en het aantal turbines en de afmetingen van de turbines hoofdzakelijk de effecten bepalen en in mindere mate de exacte locatie van de turbines in het windenergiegebied. Het enige aspect dat niet leidt tot een neutraal of positief effect bij een kleiner kavel is elektriciteitsopbrengst, omdat de windturbines dichter op elkaar worden geplaatst en daardoor meer wind van elkaar afvangen. Nog steeds is sprake van voldoende ruimte, omdat de windafvang vergelijkbaar is met de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). In bijlage 15 is per milieuaspect een effectbeschrijving gegeven van het ingeperkte kavel van het voorkeursalternatief, waarin deze conclusie nader wordt onderbouwd.

Geen innovatiekavel VI

Er is voor gekozen om geen apart kavel VI voor innovaties aan te wijzen. De overwegingen hiervoor zijn:

1. Het aantal biedingen voor de tender een innovatiekavel bij Borssele is zeer beperkt gebleken.
2. De schaalnadelen van gescheiden bouw en exploitatie van een innovatiekavel roepen vragen op over de efficiency van een dergelijke constructie.
3. De Routekaart wind op zee 2030 leidt tot een andere focus voor de innovatieopgave. De uitwerking daarvan vergt meer tijd dan op dit moment beschikbaar is, gegeven de planning van de kavelbesluiten voor Hollandse Kust (noord).
4. Met het oog hierop zal worden onderzocht of en zo ja op welke wijze bij toekomstige windparken een innovatiekavel zal kunnen worden ontwikkeld.

Ook binnen de kaders van het reguliere kavel is veel innovatie mogelijk. De verwachting is dat kennis en kunde rondom windparken zich in de komende jaren zullen ontwikkelen. Het gaat dan om de technologie van de windturbines zelf, waaronder bijvoorbeeld nieuwe turbinetypes en de wijze van funderen. Het kavelbesluit verhindert dan ook niet om dergelijke innovaties mits:

1. De innovaties geen belemmering vormen voor de voorgenomen productie van minimaal 700 MW;
2. De innovaties voldoen aan de voorschriften die aan het windpark worden gesteld, zie het kavelbesluit.

Conclusie voorkeursalternatief

Het kavelbesluit dient de voorkeursbandbreedte mogelijk te maken en noodzakelijke mitigerende maatregelen te borgen. Tevens zal het kavelbesluit toezien op het ingeperkte kaveloppervlak. De voorkeursbandbreedte, mitigerende maatregelen en de ingeperkte kavelgrootte vormen samen het voorkeursalternatief dat wordt geborgd in het kavelbesluit voor kavel V. Er wordt geen kavelbesluit genomen voor kavel VI.

8. Leemten in kennis en informatie

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 V 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 offshore windenergie; in brede zin dient veel kennis over diersoorten en hun dichtheden, diversiteit en gedrag nog aangevuld te worden.

Kort zijn de volgende leemten te constateren:

- Vogels: 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 verstoringsgevoeligheden en verstoringsafstanden 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.
- Vleermuizen: kennisleemten bestaan 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.
- 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.
- Zeezoogdieren: De belangrijkste leemten in kennis met gevolgen voor de omvang van de berekende effecten hebben betrekking op de schatting van effecten op de bruinvispopulatie. Het gaat dan om leemten in kennis op het gebied van het kwantificeren van het aantal verstoorde dieren en dierverstoringsdagen, maar ook om de doorvertaling hiervan naar vital rates.

- Vissen: 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 hardsubstraat.
- Scheepvaart: Bij het openstellen van de windparken wordt, evenals in voorgaande kavelbesluiten, een monitoringsverplichting opgenomen. Gemonitord wordt hoeveel en welke schepen gebruik maken van de omgeving van het windpark en hoeveel en welke incidenten hierbij 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.
- Morfologie en hydrologie: Er is nader onderzoek nodig ten aanzien van de mogelijke effecten op stratificatieprocessen van een grootschalige (internationale) ontwikkeling van windenergie op de Noordzee. De daadwerkelijke impact op de stratificatieprocessen in de Noordzee van ontwikkelingen op het Nederlands Continentaal Plat zijn niet eenduidig te benoemen.
- Overige gebruiksfuncties: Daadwerkelijk optredende economische effecten op kustrecreatie na de aanleg van zichtbare windparken zijn in Nederland niet eerder onderzocht. In andere landen is beperkt ex post onderzoek gedaan. Daaruit zijn geen significant negatieve effecten op recreatie en toerisme naar voren gekomen.

De leemten in kennis leiden er niet toe dat geen goed beeld verkregen is van de effecten van een windpark in kavel V in windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Een kavelbesluit kan genomen worden, ondanks de bestaande leemten in kennis en onzekerheden. 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.

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

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

Bij de evaluatie van het Wozep wordt aandacht 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. Het Wozep is gestart in 2016 en zal vijf jaar duren.

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 2017-2021 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.

SUMMARY

1. Introduction

The Netherlands has formulated ambitious objectives for realising the generation of sustainable, renewable energy with wind energy playing a prominent role. In addition to onshore wind energy, concrete objectives have been formulated for offshore wind energy. These objectives have been revised and elaborated in the Energy Agreement for Sustainable Growth (SER, Energy Agreement, 2013). The Offshore Wind Energy Bill has entered into force to this end, which gives the State the option of issuing sites for the development of offshore wind farms.

The Minister of Economic Affairs and Climate Policy (in coordination with the Minister of the Interior and Kingdom Relations) is responsible for issuing sites and, for that purpose, drafts an environmental impact assessment (EIA) for each wind farm site decision. This document relates to the EIA for site V in the Hollandse Kust (noord) Wind Farm Zone. The EIA describes the environmental impact of the construction, operation and decommissioning of wind turbines at that site. There are also considerations to allocate a part of site V for further innovative uses and developments (site VI).

The wind turbines installed in the Hollandse Kust (noord) wind farm zone must be connected to the high-voltage grid. TenneT is responsible for providing this connection. This comprises of a single platform in the Hollandse Kust (noord) wind farm zone, the cables from this platform to and over land, and the connection to the high-voltage grid on land. For the offshore grid, TenneT will carry out a separate procedure including an EIA.

This summary addresses the following:

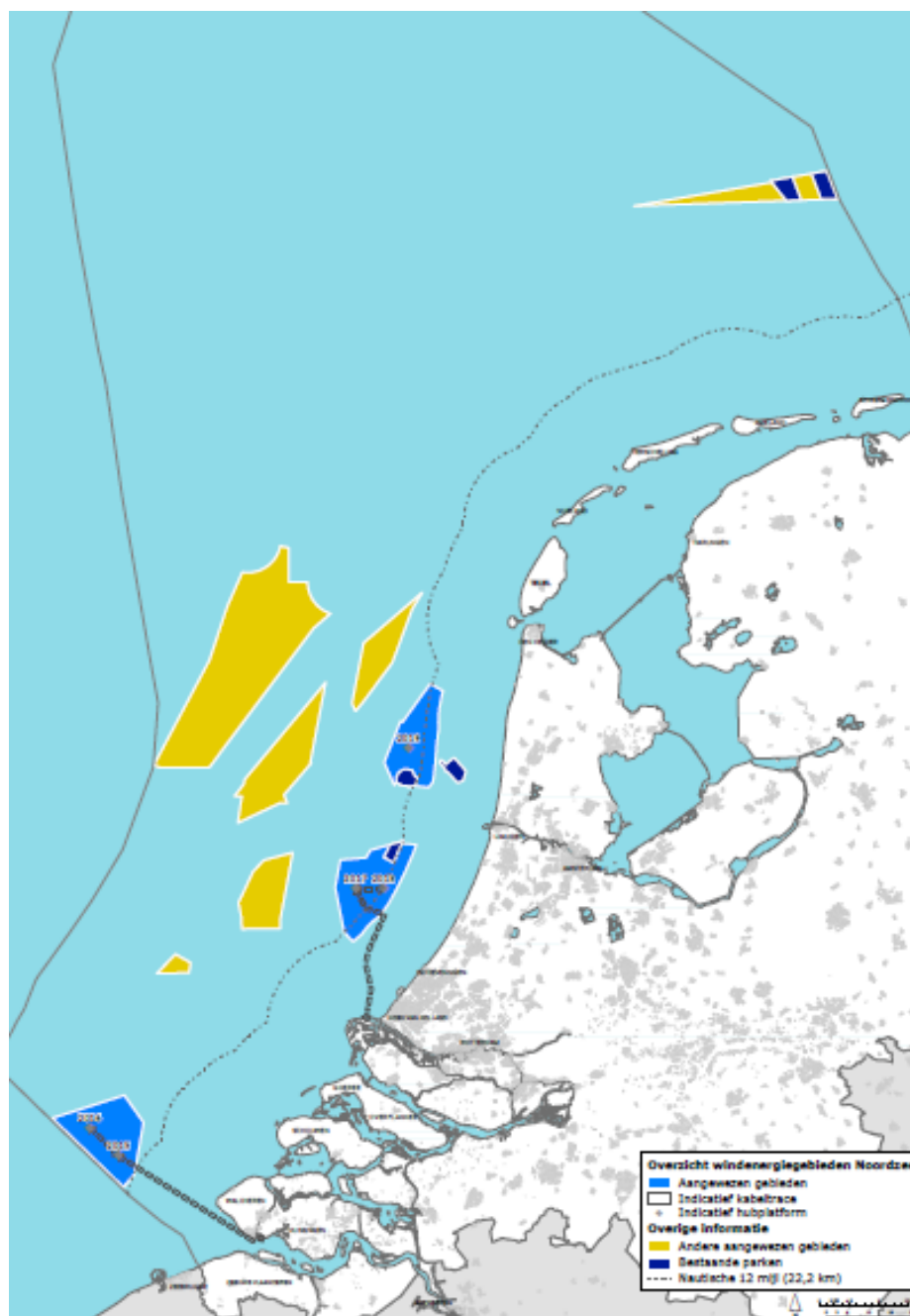
- The policy context and the reason for the site decisions to be taken;
- The choice of location for the the Hollandse Kust (noord) wind farm zone;
- The division of the the Hollandse Kust (noord) wind farm zone;
- The impact assessment method;
- The results of the impact assessment;
- The considerations;
- Any gaps in knowledge and information;
- Monitoring and evaluation.

2. Policy context and cause for wind farm site decisions

Four zones have been designated for the development of offshore wind power generation. See also the following figure:

- Borssele;
- IJmuiden Ver;
- Hollandse Kust;
- Ten Noorden van de Waddeneilanden.

Figure S1 Wind energy zones (blue lined areas).



On 26 September 2014, the Minister of Economic Affairs and Minister of Infrastructure and the Environment sent a letter to the Lower and Upper House presenting the roadmap towards promptly achieving the objective for offshore wind energy to 2023, as agreed in the Energy Agreement (Parliamentary Papers I/II, 2014-15, 33 561, A/no. 11 (reprint)). The letter discusses the offshore grid (previously known as the offshore transmission system), the new system for generating offshore wind power, and the wind farm zones.

The Government concluded that a coordinated grid connection of offshore wind farms leads to less public spending and less impact on the environment. The starting point for the roadmap is that the task of generating offshore wind power can be realised in the most cost-effective manner by means of an offshore grid. This offshore grid is based on standard platforms where a wind power capacity of 700 MW per platform can be connected. Wind turbines within the wind farms can be connected directly to the platforms. On the basis of the Electricity Act 1998, TenneT has been appointed as the offshore grid operator.

The following table shows the timetable for the development of offshore wind power taken from the roadmap. This EIA has been drafted for site V of the Hollandse Kust (noord) wind farm zone.

Year	Timetable (MW)	Roadmap zones
2015 ¹	700	<i>Borssele</i>
2016	700	<i>Borssele</i>
2017	700	<i>Hollandse Kust (zuid)</i>
2018	700	<i>Hollandse Kust (zuid)</i>
2019	700	<i>Hollandse Kust (noord)</i>

The Minister of Economic Affairs and Climate Policy presented on 27 march 2018 the offshore wind energy roadmap 2023 to the Lower House of Parliament (Parliamentary Papers II, 2017/2018, 33 561, nr. 42). This roadmap outlines the development of offshore wind energy from 2024 to 2030 with a capacity of 6.1 GW by utilizing the wind farm zones of Hollandse Kust (west), IJmuiden Ver and Ten Noorden van de Waddeneilanden.

3. Location choice

The National Structural Vision for Offshore Wind Energy further explores the suitability of wind energy in the Hollandse Kust (noord) and the additional wind farm zones between 10 and 12 nautical miles. The effects of wind energy on the Hollandse Kust (noord) wind farm zone are studied in detail in terms of ecology, maritime safety, geology, hydrology, landscape (visibility), economy, tourism, cultural history, archaeology and other uses (oil and gas, fisheries, sand extraction, etc.). It also examines suitability in relation to the other designated wind farm zones (IJmuiden Ver, Hollandse Kust, Ten Noorden van de Waddeneilanden and Borssele). Further suitability studies, other than the above mentioned, on the Hollandse Kust (noord) wind farm zone for wind energy is therefore not required for this EIA.

4. Division

The surface area of site V, excluding the cable and maintenance zones, is approximately 100 to 120 km². From the total surface area of the Hollandse Kust (noord) wind farm zone, 268 km² will be designated for the following:

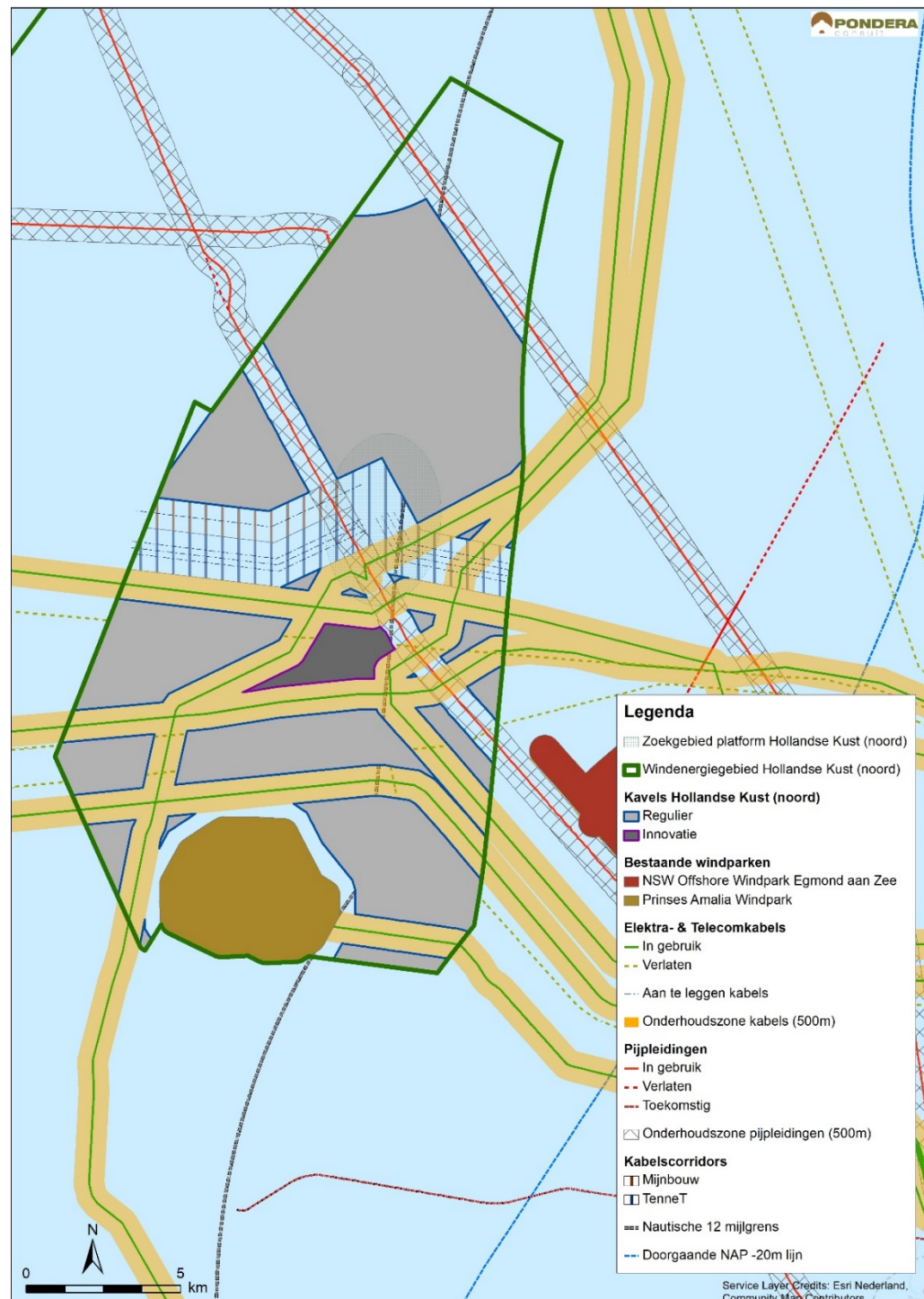
1. Cables and other lines within the wind farm zone. These areas include a 500 metre maintenance buffer zone around the lines;

¹ April 2016

2. TenneT cable platform including a 500 metre designated buffer zone around the platform.
3. Cables from the TenneT platform to land. These areas include a 500 meter safety zone on both sides of each cable. The distance between different cables must be at least 200 metres, so the area must therefore be at least 1,200 metres for the cables from the TenneT platform to land. For an extra future cable route from the TenneT platform to the west, the area should also include enough room. This area must include three cables (two 220 kV and one 66 kV cable) and must therefore be at least 1,400 metres (2x200m +2x500 metres);
4. Area for the current Prinses Amalia Wind Farm;
5. Sufficient areas for safety zones for offshore exploration and mining locations;
6. Area for a cable and its maintenance zone from the TenneT platform to the west. This cable is needed to supply electricity to the offshore exploration and mining platforms.

The boundaries of the Hollandse Kust (noord) wind farm zone are fixed in the wind farm site decision based on Article 9 of the Offshore Wind Energy Bill. Figure S2 presents the boundaries of site V (area "Regulier"). Site VI designated for innovative developments is located within the boundaries of site V and is also shown in Figure S2 (area "Innovatie").

Figure S2 Proposed division of the Hollandse Kust (noord) wind farm zone



In the letter of 19 May 2015 (Parliamentary Papers II, 2014-15, 33 561, no. 19), the Minister of Economic Affairs indicated that allowing up to 380 MW per site may offer economies of scale and optimal usage of the transmission network, on the understanding however that a maximum connection and transmission capacity is guaranteed for 350 MW per site. These benefits may

result in lower costs per kWh. For those reasons, a total capacity of 760 MW (2 x 380 MW) is assumed for wind farm site V.

5. Impact assessment method

Bandwidth

An EIA assesses alternatives to an activity by examining their effects and comparing them. An alternative is a possible way in which the proposed activity, in this case power generation with wind turbines, can be realised considering the purpose of this activity. In this EIA, alternatives for two areas, each with one wind farm, were examined (two so-called 'wind farm sites'). 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 wind farm site within the Hollandse Kust (noord) wind farm zone is issued with the option for the wind farm developer to develop it at its own discretion. The bandwidth that must be adhered to is recorded in the wind farm site decision.

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 site to be issued is shown in the following table.

Table S1 EIA bandwidth.

Design	Bandwidth
Capacity of individual wind turbines	Minimum of 8 MW
Highest tip point of individual wind turbines	189 – 251 metres
Lowest tip point of individual wind turbines	25 – 30 metres
Rotor diameter of individual wind turbines	142 – 221 metres
Distance between each wind turbine	At least 4 x rotor diameter
Number of blades per wind turbine	2 – 3
Type of foundations (substructures)	Monopile, jacket, tripile, 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: pile-driving energy related to turbine type/pile	1,000 – 3,000 kJ, depending on soil conditions and diameter of foundation
In case of pile-driving foundations, diameter of foundation pile/piles and number of piles per turbine:	
Jacket	4 piles of 1.5 – 3.5 metres
Monopile	1 pile of 8 to 10 metres
Tripod	3 piles of 2 to 4 metres
In case of a foundation without pile driving, dimensions on seabed:	
Gravity-based	Up to 40 x 40 metres
Suction bucket	Bucket diameter: tbd
Electrical infrastructure (inter-array cabling)	66 kV

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	
	<i>Alternative (Worst case)</i>	<i>Alternative (Best case)</i>
Birds and bats	95 x 8 MW turbines Lowest tip point 25 m, rotor diameter 142 m	76 x 10 MW turbines Lowest tip point 30 m, rotor diameter 221 m
Underwater life*	76 x 10 MW turbines Pile-driving energy: 3,000 kJ 1 turbine location per day	95 x 8 MW turbines Pile-driving energy: 1,000 kJ 1 turbine location per day
Shipping	95 x 8 MW turbines Jacket foundation with 15 m diameter	76 x 10 MW turbines Monopile foundation with 10 m diameter

Environmental aspect	Bandwidth	
Geology and hydrology	95 x 8 MW turbines	76 x 10 MW turbines
Landscape**	95 x 8 MW turbines Min. rotor diameter 164 m Min. axle height: 107 m	76 x 10 MW turbines Max. rotor diameter 221 m Max. axle height: 140 m
Other use functions	95 x 8 MW turbines	76 x 10 MW turbines
Electricity yield**	95 x 8 MW turbines	76 x 10 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 options per aspect, they are assessed on a +/- scale in relation to the zero option (i.e. the current situation and autonomous development). The following rating scale 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 V, cumulative effects of other wind farms and activities are considered and mitigating measures examined. Furthermore, possible effects related to the innovation site VI are also considered.

6. Result of environmental assessment

The following tables show the assessments of the alternatives per aspect against the various assessment criteria, again 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.

Birds and bats

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

Wind farm effect	Alternative 1	Alternative 2
	95 x 8 MW ø 164 m	76 x 10 MW ø 221 m
Construction phase, birds		
- installing foundations	0/-	0/-
- increased shipping	0/-	0/-
Use phase, birds		
<i>Local sea birds</i>		
- collisions	-	-
- barrier effect	0	0
- habitat loss	-	-
- indirect effects	0/-	0/-
<i>Colony birds</i>		
- collisions	-	-
- barrier effect	0	0
- habitat loss	-	-
- indirect effects	0	0
<i>Migratory birds</i>		
- collisions	-	-
- barrier effect	0/-	0/-
- habitat loss	0	0
- indirect effects	0	0
Removal phase, birds		
- installing foundations	0/-	0/-
- increased shipping	0/-	0/-
Bats		
- collisions	--/-	-
- barrier effect	0	0
- habitat loss	0	0
- indirect effects	+/-	+/-
OVERALL ASSESSMENT	--	-

The alternative with 76 x 10 MW turbines and a rotor diameter of 221 metres is the most environmentally friendly alternative for birds and bats, due to the lower number of collision casualties compared to the other alternative. The worst-case scenario is the alternative with 95 x 8 MW turbines and a rotor diameter of 164 metres.

Underwater life

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

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment	
		Alternative 1	Alternative 2
		95 * 8 MW	76 * 10 MW
Effects of installation, use and removal on: Biodiversity Recruitment Densities/biomass Special species	<i>Benthic animals</i>		
	Seabed activities	0/-	0/-
	Habitat loss	0	0
	<i>Fish</i>		
	Noise/vibration	0/-	0/-
	Seabed activities	0/-	0/-
	Habitat loss	0	0
<i>Marine mammals</i>			
Installation Disturbance, barrier effect, habitat loss, change in foraging possibilities due to sound and vibration from installation of foundations Physical harm	Disturbed surface (km ²)	-	-
	Number of disturbed animals	-	--
	Animal disturbance days	--	--
	Number of affected animals	--	--
	Population effects (North Sea)	--	--
Use			
	Disturbance due to noise and vibration of turbines	0	0
	Disturbance due to noise and vibration of shipping (maintenance)	0	0
	Number of disturbed animals	0	0
Removal Disturbance, barrier effect, habitat loss, change in foraging possibilities due to sound and vibration from installation of foundations			
	Disturbed surface (km ²)	0/-	0/-
	Number of disturbed animals	0/-	0/-

As regards the impact caused by underwater noise, alternative 1 (95 x 8 MW turbines) seems to be the best case for marine mammals. This is due to the smaller disturbed surface (decreased pile-driving energy), despite having a higher number of foundations compared to alternative 2 (76 x 10 MW turbines). The difference in disturbance surface area is however so minimal that it is not visible in this criterion of the impact assessment (both alternatives score – on this criterion). The effects on porpoises and seals can be very negative if either alternative is applied. The population reduction of porpoises for both alternatives is greater than is considered to be permissible under the Ecology and Cumulation Framework and additional studies (Heinis, 2015). It has been agreed that the population must not fall by more than 5% as a result of the

installation of 10 offshore wind farms under the SER agreement. This is in contrast to the 20% mentioned prior to the agreement. This means that the population decrease calculated for this wind farm must not exceed 510 animals. The effects on seals cannot be quantified using the same method. However, with a maximum disturbance of 98% of the Dutch seal population, a very negative impact cannot be ruled out. The application of mitigating measures means that these effects can be limited, and for porpoises the effects may not exceed this threshold (see table S12 and paragraph 12.5 and 12.6 of the EIA). As regards benthic animals and fish, the effects are extremely minor.

Shipping safety

Table S6 Assessment of impact on shipping and safety without mitigating measures.

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment	
		Alternative 1 with 8 MW turbines	Alternative 2 with 10 MW turbines
Safety	Risk of collision and propulsion	0/-	0
	Consequential damage of collision and propulsion	0	0
Shipping	Deviation possibilities for vessels crossing	0	0
	Effects of passage of ships below 24 metres	0	0

For two alternatives of site V, the calculations are based on the chances of a turbine collision or propulsion. For the 8 MW turbine variant, the chances are higher than with the 10 MW turbine variant. This is due to the higher number of turbines and the use of jackets in the former variant. The total frequency of collision and propulsion caused by traffic above 24 metres is 0.073882 per year for the alternative with 8 MW turbines, or once every 13.5 years. The total frequency of collision and propulsion caused by traffic above 24 metres is 0.046974 per year for the alternative with 10 MW turbines, or once every 21.3 years. For traffic below 24 metres, the frequency of collision and propulsion is 0.021375 for the 8 MW variant and 0.008895 for the 10 MW variant, or once in every 46.8 and 112.4 years respectively.

As a result of the 8 MW turbine alternative, an oil spill is expected once every 496 years, or once in every 646 years for the 10 MW turbine alternative. The chance of a bunker or cargo oil spill across the whole Dutch Continental Shelf (DCS) increases by 0.40% for the 8 MW turbine alternative as a result of the risk of collision with a wind turbine at site V. This is lower for the 10 MW turbine alternative (0.31%).

The expected average number of deaths as a result of a turbine collision or propulsion for the 8 MW alternative is 1.06×10^{-3} . The expected number of deaths for the 10 MW alternative is 6.6×10^{-4} .

Morphology and hydrology

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

Aspect (during installation, maintenance and operation)	Alternative 1	Alternative 2
	A 8 MW turbine on a suction bucket foundation with a diameter of 17,5 metres. Erosion protection (rock fill): none.	A 10 MW turbine on a gravity-based foundation with a diameter of 40 metres on the seabed. Erosion protection (rock fill): three times the pile diameter.
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 morphological and hydrological changes, including other effects resulting from the construction, operation, removal and maintenance of the planned wind farm and cables are highly limited and temporary in nature. The changes, if any, are very low compared to the natural dynamics of the area. Due to the relatively small dimensions of the foundation piles, the relatively large distance between the wind turbines, and the number of wind turbines, any changes are highly localised. The effect is temporary and restricted to the immediate surroundings of the foundation piles and cable route. Both alternatives hardly differ in this respect.

Landscape

Table S8 Assessment of impact on landscape without mitigating measures.

Assessment criteria	Assessment	
	Alternative 1	Alternative 2
	95 x 8 MW turbines Max. tip height 189 m	76 x 10 MW turbines Max. tip height 251 m
<ul style="list-style-type: none"> - Visibility in percentage of time - Interpretation of visibility on the basis of visualisations 	-	-

The visibility of wind turbines at sites V and VI is quantified by the percentage of time that meteorological conditions allow the wind farm to be seen. That is 37% of the daytime during summer months (1 May - 30 September) from the nearest point on land (Castricum aan Zee and Egmond aan Zee). Outside of this period, the visibility percentage is lower. The percentage is also lower at other locations situated farther away from the site.

Furthermore, photo visualisations indicate that the wind farm is visible in good meteorological conditions. The difference between the alternatives is minimal. The 10 MW turbines are separately more visible due to their size, but the number of visible turbines are less than the 8 MW turbine alternative. The 10 MW turbines are still (theoretically) visible at a distance of 47 kilometres or more; the smaller 8 MW turbines are not visible at this distance (due to the horizon effect). In reality this difference is rather small, however.

Based on De Vries et al. (2008) in particular, it has been concluded that the perception is subjective and depends on the background of the observer, such as education, income and attitude towards renewable energy. The largest common denominator from the perception study shows that disruption to the maritime landscape by fixed objects, such as wind farms and oil rigs, is slightly negative, whereby the first disrupting object is deemed to be the most negative and the following objects relatively less and less negative, and that a greater distance results in a less negative perception. Some groups of people also appear to have positive feelings towards offshore wind power and wind turbines in general.

The lighting applied to the nacelle of the wind turbines ensures that the wind farm can be seen from the coast even at night in good meteorological conditions. The more wind turbines there are, the more visible they will be at night. The alternative with the most/greater number of turbines has a greater visibility impact at night than the alternative with the fewest turbines. This effect is reduced if only the turbines in the outer ring of the wind farm are illuminated – see the information circular on offshore wind turbines and offshore wind farms, in relation to aviation (version 3.0, 30 September 2016); see also table S12 containing mitigating measures.

Other use functions

Table S9 Assessment of impact on other use functions without mitigating measures.

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment	
		Alt 1 (95 x 8 MW on suction bucket)	Alt 2 (76 x 10 MW on gravity base)
Fishery	Fishery restrictions	0/-	0/-
Oil and gas extraction	Restrictions on oil and gas extraction	-	-
Aviation	Interference with civil aviation	0	0
	Interference with military aviation	0	0
	Interference with Coast Guard	0/-	0/-
	Interference with helicopter traffic	0/-	0/-
Sand, gravel and shell extraction	Restrictions on shallow mineral extraction	-	-
Dredging disposal	Restrictions on dredging disposal dumping areas	0	0
Ship, onshore and aviation radar	Interference with radar	0	0

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment	
		Alt 1 (95 x 8 MW on suction bucket)	Alt 2 (76 x 10 MW on gravity base)
Cables and pipelines	Interference with cables and pipelines	0/-	0/-
Telecommunications	Disruption to cable connections	0/-	0/-
	Disruption to ray paths	0/-	0/-
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
Mussel seed collection installations	Restrictions on mussel seed collection installations	0	0
Existing wind farms	Effect on electricity output of existing wind farms	0/-	0/-

The effects with regard to most of the already existing use functions appear to be very low to non-existent when wind turbines are realized in site V. This is partly because the existing use functions were taken into account in the choice of location. There are minor effects on the use functions of ship and aviation radar, cultural history and archaeology in the form of degradation (archaeology) or influence (ship radar). The effects are rated neutral given the small extent and the alternatives are not distinctive. The effects on dredging disposal are also rated as neutral (0).

The effects on fishing as a whole, given the surface that is lost (approximately 131 km²) and regarding the value of that area for fishing, are rated slightly negative. In addition, the effects on existing wind farms are also slightly negative, because the wind interception has an adverse effect on the energy yield of the OWEZ and Princess Amalia wind farms as well. The effects on coast guard air traffic and helicopter traffic towards the Q-4C gas platform is also considered to be slightly negative. The effects on ray paths are also slight negative, but can be avoided. Non the less, this score is given because ray paths need to be considered when positioning the wind turbines.

The effects on especially sand extraction are scored as negative due to the existing overlap with active and permitted sand extraction sites and search areas. Oil and gas extraction has also been given a negative score due to Hollandse Kust (noord) wind farm zone being located in permitted extraction as well as exploration zones. Furthermore, (future) seismic studies on the availability of oil or gas fields is nearly impossible while exploiting the wind farm zone. It is important to mention that the effects are slightly more negative with a wind farm of 95 turbines (alternative 1) compared to a wind farm of 76 turbines (alternative 2) due to the spacing

between the turbines. This difference is however not significant in the overall impact assessment.

Electricity yield

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

Aspects	Assessment	
	Alternative 1	Alternative 2
	95 x 8 MW turbines	76 x 10 MW turbines
Electricity yield	++	++
Emissions avoided	++	++

The energy yield for the 76 x 10 MW turbine alternative is approximately 12% higher than the 95 x 8 MW turbine alternative. This does not always have to be the case, but was found for the wind turbines used in this assessment. The Vestas V164-8.0 MW was used in the 8 MW alternative, while the AMSC Sea Titan was used in the 10 MW alternative. The Vestas alternative produced a net annual energy yield of 3,064,800 MWh, while the Sea Titan alternative produced a net annual energy yield of 3,443,000 MWh. The latter energy yield is equivalent to the electricity consumption of approximately 1,043,400 households. This is based on an average yearly household consumption of 3,300 kWh.

The energy yield of the 10 MW alternative is realised with less turbines than the 8 MW alternative, namely 76 versus 95 turbines respectively. The wind farm's contribution in the reduction of CO₂, NO_x, and SO₂ is directly proportional with the net annual energy yield. The reduction is calculated using the average consumption of fuel in electric power plants (mainly gas power plants).

Turbines with a higher installed capacity and larger rotor diameters will most likely produce higher energy yields. The future wind farm developer is free to optimize the wind turbine choice according to their own criteria, including costs and expenditures.

Cumulation

The following table briefly lists the cumulative effects that occur and the consequences they have for the wind farm site decision.

Table S11 Overview of cumulative effects at site V – Hollandse Kust (noord).

Aspect	Relevant cumulative effects	Consequences for wind farm site decision
<i>Birds and bats</i>	Exceeding the PBR in the international worst-case scenario examined with 3 MW turbines in the KEC for the lesser black-backed gull, greater black-backed gull and	If realistic wind turbine types are used in the calculations for the existing and planned wind farms in the southern North Sea (Borssele I/II: 4 MW, Borssele III-V: 6 MW, Hollandse Kust (zuid) I – IV: 6 MW and Hollandse Kust (noord): 8 MW), only the number of lesser black-backed gull casualties would lie above the PBR threshold (within the international scenario) (Gyimesi & Fijn 2015b). If the number of casualties caused by Dutch wind farms against

Aspect	Relevant cumulative effects	Consequences for wind farm site decision
	<p>herring gull cannot be ruled out.</p> <p>In a worst-case scenario in combination with the wind farm developments in the North Sea as considered in the KEC, the provisional PBR value calculated for the Nathusius's pipistrelle would be exceeded.</p>	<p>the Dutch PBR threshold² were to be examined, then the cumulative number of casualties would lie at or below the PBR threshold for species of greater gull. Therefore, it can be said with confidence that these populations are resilient enough to withstand the increased mortality rate. Moreover, previous population modelling of the lesser black-backed gull showed that the Dutch population of this species is not at risk (Poot et al. 2011).</p> <p>Mitigating measures could be taken in order to reach acceptable effects (see section 12.5 and 12.6 in the EIA).</p>
<i>Marine mammals</i>	Effects on the FCS cannot be ruled out	Mitigating measures could be taken in order to reach acceptable effects (see section 12.5 and 12.6 in the EIA).
<i>Shipping and safety</i>	Wind farms at the sites in the HKZWFZ and existing wind farms may lead to other effects on shipping and safety.	No consequences for wind farm site decision. The cumulative effect of other wind farms on navigation safety has not been separately detailed but is considered as the basic situation. The distances between the shipping separation regime and future wind farms are determined in the design criteria of distance between shipping routes and wind farms from the North Sea policy documents (2016-2021). Those distances are implemented in the new route structure that entered into force in August 2013.
<i>Morphology and hydrology</i>	Wind farms at other sites in the HKZWFZ may lead to effects on morphology and hydrology.	None. In the implementation of the HKZWFZ (wind farm sites I, II and III), practically the same local, temporary and negligible effects will occur as described for site V. That means that there is no cumulation, not even with other activities and other more distant wind farms.
<i>Landscape</i>	Wind farms at other wind farm sites in the HKZWFZ also affect the visibility of wind turbines from the beach.	Little impact. The development of these wind turbines will increase the intrusion on the horizontal angle of view by wind turbines at site V in the Hollandse Kust (noord) wind farm zone compared to the current situation. The distance to the coast from these wind turbines is generally so great that the meteorological conditions greatly reduce the visibility of the wind turbines. The shortest distance between the offshore wind turbines and the beach is 18.5 kilometres. At this distance, a wind farm in the summer period is visible during the day on average 37% of the time.

Aspect	Relevant cumulative effects	Consequences for wind farm site decision
<i>Other use functions</i>	Wind farms at other wind farm sites in the HKZWFZ and Borssele wind farm zones also affect the other use functions.	<p>Slight effect on fishery. In the further implementation of the Hollandse Kust (noord), the total space used is larger, meaning a larger area is lost for fishing. In total, approximately 1.69% (0.6% Borssele, 0.62% Hollandse Kust (zuid) and 0.47% Hollandse Kust (noord)) of the fishable surface of the DCS is lost, meaning that in cumulation there are limited adverse effects on fishery.</p> <p>Due to the greater number of turbines, it is also more likely that archaeological remains will be harmed.</p> <p>The further implementation of the Hollandse Kust (noord) wind farm zone has limited effects on recreation and tourism because recreational boats are allowed with a length of 24 metres and use a 10 to 20 km wide zone along the coast in particular. Vessels larger than 24 metres that cross the North Sea between the Netherlands and England will need to circumnavigate if wind farm site V and VI are developed. At the southern side of the Hollandse Kust (noord) wind farm zone, is located the operational Prinses Amalia wind farm, which already needs to be circumnavigated. The effects of coastal recreation is considered to be neutral and has further no consequences in the impact assessment.</p> <p>Sand extraction area is reduced due to the realisation of the Hollandse Kust (noord) wind farm zone, with the designated zones of Borssele and Hollandse Kust (zuid) already decreasing the sand extraction area. However, the NWP2 2016-2021 already considered this issue as part of the spatial development of the North Sea.</p>
<i>Electricity yield</i>	Wind farms in the area also cause wind interception (wake-effects), decreasing the wind speeds at other wind farm sites.	None. The degree of wind interception depends on the exact details and wind turbine locations at site V.

Innovation site VI

The wind turbines in site VI will have the same measurement bandwidth and limits as that of site V. Therefore the effects will be no different than that of site V. The designation of site VI as an innovation area has further no special effect on the impact assessment.

Mitigating measures

After assessment, it appears that the conditions in the legal framework can be satisfied for virtually every aspect, although 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
<i>Birds and bats</i>	Construction and removal phase	<ul style="list-style-type: none"> • Construction and removal from June to September due to the limited presence of species of sea birds susceptible to disturbance. • Minimising lighting on ships and/or use of a bird-friendly lighting colour. • 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.
	Operational phase	<ul style="list-style-type: none"> • Installing fewer large turbines instead of more small ones as much as possible. • Installing two-blade instead of three-blade turbines. • Creating a corridor in the wind farm that birds may use. • Casualties can be avoided by smart planning of maintenance when turbines are shut down. • 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). • Avoiding maintenance works at night and above all during the migration season. • Minimising lighting on ships and/or use of a bird-friendly lighting colour. • Shutting down in certain weather conditions in combination with identified peaks in migration. • Increasing cut-in wind speed (for bats) in the relevant season and at relevant time of day (dusk). • Increasing maximum lowest tip point. • As small as possible wind farm surface (least habitat loss).
<i>Marine mammals</i>	Benthos and fish	<ul style="list-style-type: none"> • Limiting the size of foundations • Installing foundations that do not need to be pile-driven • Installing 8 MW wind turbines to reduce vibrations
	Disturbance and associated population reduction; PTS.	<ul style="list-style-type: none"> • Reducing the surface area being disturbed by noise • Limiting the construction period. • Using 'Slow start' and 'Acoustic Deterrent Devices' (ADDs). • Establishing a maximum permissible noise level.

Aspect	Effect	Mitigating measure
<i>Shipping and safety</i>	Propulsion	<ul style="list-style-type: none"> Using the Automatic Identification System (AIS). Deploying an Emergency Towing Vessel.
<i>Morphology and hydrology</i>	-	-
<i>Landscape</i>	Visibility during the day	<ul style="list-style-type: none"> Use of colour or camouflage strips on the turbines. Distribution of information on the what, how and why of the wind farms, so that observers understand why the wind farm is needed. Selection of as large turbines as possible, so that fewer need to be erected. This also provides a more pleasant landscape. Limiting the area to be exploited of site V to decrease the number of wind turbines in the angle of view. Prescribe color RAL7035 (gray) for the turbines.
	Visibility at night	<ul style="list-style-type: none"> Constant illumination of the wind turbines (instead of flickering). With the use of visibility meters, lighting can be dimmed in good visibility conditions, so lights do not always need to be turned on. Using radar to only illuminate wind farm when there is air traffic. Only illuminate the wind turbines in the outer ring of the wind farm.
<i>Other use functions</i>	Damage to archaeological values	<ul style="list-style-type: none"> Changing the location of a wind turbine or cable so as to avoid a possible archaeological object.
	Risk of unexploded devices	<ul style="list-style-type: none"> Further investigation is required to locate and remove unexploded devices.
	Effect of wind turbines on shore-based radar system	<ul style="list-style-type: none"> Installation of radar on the to be constructed TenneT platforms or between wind farms and shipping routes.
	Site V overlaps with mining permit holders and obstacle free zone around platforms	<ul style="list-style-type: none"> Consult with mining companies.
<i>Electricity yield</i>	-	-

7. Considerations

The considerations can be subdivided into the assessment of the legal framework, the choice of the preferred bandwidth, the mitigating measures to be taken, the curtailment of the wind farm site size and the choice of an innovation wind farm site.

Testing 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.

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 5 states how the protection regime for the Nature Network Netherlands (NNN) works in the Dutch North Sea area.

Choice of preferred 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 8 MW (instead of 3 MW at Borssele wind energy area) 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:

Mitigating measures that must be taken

Measures that are adopted to reduce the effects as required are:

Birds and bats

- During the night (from sunset to sunrise) at times of mass migration, the number of rpm is reduced to less than 1 for each turbine.
- The cut-in wind speed of the turbines is 5.0 m/s at axle height between one hour after sunset and two hours before sunrise from 15 August until 30 September.

Underwater life

- The noise production during pile driving is limited to a maximum value between 165 and 174 dB re $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ at 750 meters from the reed site. This takes into account the differences in

densities of porpoises (as the most sensitive species) in certain seasons and the number of piles that are being driven. The standards determined are provided in the table below.

Table S13 Standards for wind farms in the Hollandse Kust (noord) wind farm zone, including the start-up excess of 1 dB.

Hollandse Kust (noord)	Maximum noise impact (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ over 750 m)*		
760 MW	Period		
# turbines	Jan-May	Jun-Aug	Sept-Dec
95 (assessed here)	165	169	172
84	165	169	173
76 (assessed here)	166	170	174

In addition to the noise standards, 'Acoustic Deterrent Devices' and 'soft start' procedures to prevent permanent effects on hearing must be used (PTS: *permanent threshold shift*).

Other use functions

Further agreements are needed with stakeholders for the interpretation of the preferred alternative. There are various cables located in the vicinity of and within wind farm site V. For cables and pipelines, a maintenance area of 500 m on both sides is laid down in the wind farm site decision. This is smaller than the 750 metres that is generally applied with telecom cables. The North Sea policy documents (2016-2021) maintain that it is permitted to reduce the maintenance area in order to make efficient use of space in the North Sea.

There is a need for coordination with the mining industry regarding the overlap of site V with mining permits and zones around platforms. There is also a need for coordination with permit holders of sand extraction areas that overlap with site V. The permits for sand extraction will have been withdrawn or expired before the start of construction work. In addition, further research is needed to trace unexploded ordnance and clearing them up. Considerations must also be taken of (possible) archaeological values that may influence the placement of wind turbines in site V. For the purpose of reducing the visibility of the wind farm, the choice is made to prescribe the necessary illumination with constant illuminated lights instead of flickering lights and to prescribe color RAL7035 (gray) for the turbines.

In addition to the measures mentioned, the wind farm site size is limited. The following section gives the reason for this and shows what the effects are.

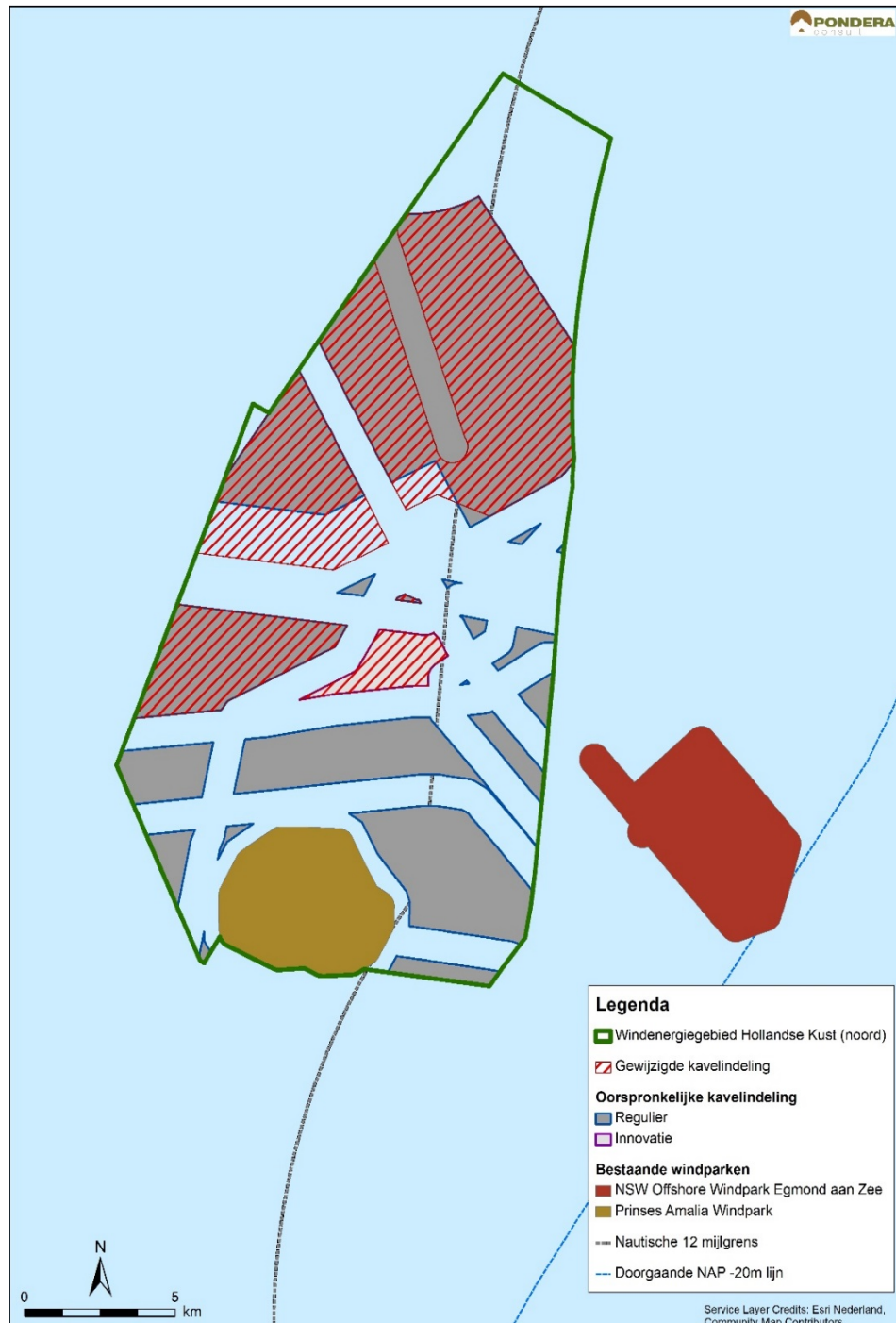
Size limitations of the wind farm site

The surface of site V available for the placement of wind turbines, which is considered in this EIA, has a size of approximately 131 km². Due to the impact of the surface area as investigated in this EIA, research has also been carried out into the effect on the price per kilowatt hour (Levelised Cost of Energy, LCoE) produced in case a smaller surface area is made available. For this purpose, Ecofys carried out research (*in prep.*) which showed that the LCoE remains acceptable if site V has an area of 88 km² and is classified according to the following figure.

Due to the open location of site V and the large distances to other wind farms like Amalia and OWEZ, a 700 MW wind farm at this site has a roughly equal wake-effect loss as in the wind

farm zones of Borssele (1400 MW including the adjacent Belgian wind farms) and Hollandse Kust (south) (1400 MW including the adjacent Luchterduinen wind farm). Partly because of the reasons for reducing the effects on landscape and fishing, the ministry of Economic Affairs and Climate Policy chooses not to use parts of the wind farm zone for the site.

Figure S3 Adjustments made to the size of wind farm site V



Landscape

In order to limit the effect of visibility, it was decided to use the area in the zone between 10 and 12 nautical miles only to a limited extent. In addition, the Prinses Amalia wind farm will eventually be dismantled and, especially on the south side of the original site V, space will be kept free. This will create a larger gap between site V and the wind farm sites in the Hollandse Kust (south) wind farm zone. This will provide a more limited number of wind turbines on the horizon seen from coastal towns like Noordwijk and Zandvoort.

Fishing

By reducing the wind farm site by 43 km², less fishing ground is also 'extracted' from the NCP. The effect on fishing is thus reduced.

Other effects

The considerations based on landscape and fisheries have led in particular to the choice of a smaller site V. This EIA has considered a larger area configuration for site V than has now been chosen in the preferred alternative. In general it can be stated that the effects described in this EIA are equal to or less than when the site was restricted as in the preferred alternative. This has to do with the fact that the same setup (95 turbines of 8 MW or fewer turbines of higher capacity than 8 MW each) is provided on a smaller surface area and the number of turbines and the dimensions of the turbines mainly determine the effects and to a lesser extent the exact location of the turbines in the wind farm zone. The only aspect that does not lead to a neutral or positive effect on a smaller site is electricity yield because the wind turbines are placed closer together and thereby increasing the wakes between the turbines. There is still sufficient area because the wind interception is comparable with the sites in the wind farm zones Borssele and Hollandse Kust (south). Appendix 15 describes the impact for each environmental aspect of the confined site of the preferred alternative, in which this conclusion is further substantiated.

No innovation site VI

It has been decided not to designate the separate site VI for innovations. The decision has been made on the basis of the following considerations:

- The number of bids for the tender on an innovation site at Borssele has been very limited.
- The scale disadvantages of separate construction and exploitation of an innovation site raises questions on the efficiency of such a construction.
- The Road Map Wind Energy at Sea 2030 indicates a different focus on the innovation issue. Further elaboration on this requires more time than is currently available, given the planning of the plot decisions for Hollandse Kust (noord).
- With this in mind, it will be investigated whether and, if so, how an innovation site will be developed for future wind farms.

Substantial innovation is also possible within the framework of the regular site. The expectation is that knowledge and expertise around wind farms will develop in the coming years. This concerns the technology of the wind turbines, including for example new turbine types and foundation methods. The site decision therefore does not prevent such innovations if:

- The innovations do not hinder the intended production of an installed capacity of at least 700 MW;

- The innovations comply with the regulations set for the wind farm according to the site decision.

Conclusion on the preferred alternative

The site decision should enable the preferred bandwidth and secure necessary mitigation measures. The site decision will also supervise the confined wind farm site surface area. The preferred bandwidth, mitigating measures and the restricted site size together form the preferred alternative that is guaranteed in the site decision for wind farm site V. No site decision will be taken for site VI.

8. Gaps in knowledge and information

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 V. 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 current knowledge about animal species and their densities, diversity and behaviour needs to be supplemented.

In short, the following gaps have been noted:

- **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.
- **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.
- **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.

- Fish: specific knowledge gaps with respect to wind farms exist, especially with regard to species and the extent of changes on fish fauna in the longer term as a result of setting restrictions on fishery and the application of hard substrate.
- Shipping: After installing the wind farms, as in previous site decisions, a monitoring obligation is included. It monitors how many and which ships use the wind farm environment and how many and which incidents occur. On the basis of the data that will result from this, it will be decided whether it is desirable to develop an assessment framework and a probability model for this issue.
- Morphology and hydrology: Further research is needed with regard to the possible effects on stratification processes of a large-scale (international) development of wind energy in the North Sea. The actual impact on the stratification processes in the North Sea on developments of the Dutch continental shelf cannot be unambiguously determined.
- Other use functions: Actual economic effects on coastal recreation after the construction of visible wind farms have not been investigated in the Netherlands before. Limited research has been conducted in other countries on this issue. No significant negative effects on recreation and tourism emerged from these previous studies.

The gaps in knowledge do not mean that it is not possible to get a good idea of the effects of a wind farm at wind farm site V in the Hollandse Kust (noord) wind farm zone. A wind farm site decision can be taken despite the existing gaps in knowledge and associated uncertainties. In the decision-making process it is important to understand the uncertainties that played a role in the impact predictions. This understanding is provided by this EIA.

9. Monitoring and evaluation

The Energy Agreement for Sustainable Development (SER agreement, September 2013) contains an agreement to achieve the objectives more quickly and reduce offshore wind power costs by 40% (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 launch an integral monitoring programme in order to investigate the knowledge gaps with regard to the impact on offshore wind farms in the North Sea ecosystem and to achieve further cost reductions within the ecological boundaries.

A monitoring and evaluation programme called *Wozep (Windenergie op zee ecologisch programma – offshore wind energy ecological programme)* focuses on key environmental issues related to the construction and operation of offshore wind farms. Such issues are predominantly generic rather than specific to individual wind farms.

Both the development of the KEC instrument (update and implementation of knowledge) and the MEP (monitoring and research programme) fall under Wozep. In turn, monitoring and research – in so far as required by the Environmental Management Act – fall under the MEP.

Wozep therefore replaces the monitoring obligation for each wind farm. This results in improved efficiency, which also makes it more cost efficient to achieve the objectives for offshore wind power.

In the Wozep evaluation, attention is paid to the translation of new knowledge in the KEC instrument (this can also mean verifying assumptions and/or impact calculations) on the one hand, and translation into policy and management implications on the other. This is demonstrated by the establishment or modification of mitigating measures. In Wozep, the investigation focuses in particular on those aspects that may increase costs, provide a clear view of them and advise the competent authorities on them. Wozep began in 2016 and will last for five years.

State of affairs Wozep

In the start of 2016, Wozep has set up a number of preparatory activities within the aforementioned themes. These were mainly feasibility studies, opportunities for model-based approaches, preparation of measurement systems and inventories of existing knowledge and data. These studies took into account what is and is being done in the surrounding North Sea countries.

At the end of 2016, a multi-year monitoring and research program was delivered, in which the lines of research for the period 2017-2021 were outlined. Choice of lines of research is determined by considering two time horizons:

- Short term (to 2023): aimed at using the results in the planned wind farms. The importance here is focused on the research into the assumptions made in the ecological assessment related to the wind farms. In addition, the usefulness, necessity and effectiveness of the measures imposed on the wind energy sector to limit ecological damage will also be examined.
- Long-term (after 2023): the knowledge needed to enable further expansion of offshore wind farms in a responsible manner, the expected effects of further expanding the number of wind farms in the North Sea, where can they be located, their possible consequences and how can their negative effects be avoided to a sufficient extent, etc.

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	M.e.r.-procedure voor het kavelbesluit	4
1.3	Inhoud milieueffectrapportage	4
1.4	Initiatiefnemer en betrokken partijen	4
1.5	Inspraak	5
1.6	Leeswijzer	5
2	Wet- en regelgeving en beleidskader	7
2.1	Beleid windenergie op zee	7
2.2	Overige nationale wetgeving	14
2.3	Belangrijkste internationale beleid	15
3	Onderbouwing locatiekeuze en verkaveling Hollandse Kust (noord)	19
3.1	Locatiekeuze Hollandse Kust (noord)	19
3.2	Ligging en beschrijving van windenergiegebied Hollandse Kust (noord)	19
3.3	Ligging kavel binnen windenergiegebied Hollandse Kust (noord)	29
3.4	Keuze voor uitgifte van één kavel	34
3.5	Innovatiekavel	34
3.6	Aansluiting op het elektriciteitsnet	35
4	Aanpak effectbeoordeling	37
4.1	Inleiding bandbreedte-benadering	37
4.2	Uitwerking van de bandbreedte en alternatieven	38
4.3	Milieuaspecten	45
4.4	Effectbeoordeling	50
4.5	Mitigerende maatregelen	56
5	Morfologie en hydrologie	59
5.1	Beoordelingskader	59
5.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	62
5.3	Effectbeschrijving	70
5.4	Innovatiekavel	77
5.5	Effectbeoordeling	77
5.6	Cumulatie	78
5.7	Mitigerende maatregelen	78

5.8	Leemten in kennis	78
6	Vogels en vleermuizen	79
6.1	Inleiding	79
6.2	Te beschouwen alternatieven/bandbreedte	79
6.3	Beoordelingskader	80
6.4	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	82
6.5	Effectbeschrijving	90
6.6	Innovatiekavel	113
6.7	Conclusie	113
6.8	Cumulatie	114
6.9	Mitigerende maatregelen	120
6.10	Leemten in kennis en informatie	124
7	Onderwaterleven	125
7.1	Inleiding	125
7.2	Beoordelingskader	126
7.3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	127
7.4	Effectbeschrijving	149
7.5	Effectbeoordeling	171
7.6	Mitigerende maatregelen	176
7.7	Cumulatieve effecten	183
7.8	Leemten in kennis	188
8	Scheepvaartveiligheid	193
8.1	Inleiding	193
8.2	Te beschouwen bandbreedte/alternatieven	193
8.3	Beoordelingskader	193
8.4	Aanpak MARIN	194
8.5	Effectbeschrijving	202
8.6	Effectbeoordeling	208
8.7	Innovatiekavel	209
8.8	Cumulatie	209
8.9	Mitigerende maatregelen	209
8.10	Leemten in kennis	211
9	Landschap	213
9.1	Inleiding	213
9.2	Te beschouwen bandbreedte/alternatieven	213

9.3	Beoordelingskader	214
9.4	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	216
9.5	Effectbeschrijving	216
9.6	Innovatiekavel	229
9.7	Conclusie	229
9.8	Cumulatie	230
9.9	Mitigerende maatregelen	232
9.10	Leemten in de kennis	233
10	Overige gebruiksfuncties	235
10.1	Inleiding	235
10.2	Te beschouwen bandbreedte / alternatieven	235
10.3	Beoordelingskader	236
10.4	Visserij	237
10.5	Olie- en gaswinning	245
10.6	Luchtvaart	249
10.7	Zand-, grind- en schelpenwinning	254
10.8	Baggerstort	258
10.9	Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	258
10.10	Kabels en leidingen	263
10.11	Telecommunicatie	266
10.12	Munitiestortgebieden en militaire activiteiten	269
10.13	Recreatie en toerisme	274
10.14	Cultuurhistorie en archeologie	280
10.15	Schelpdierkweek	284
10.16	Bestaande windparken	285
10.17	Innovatiekavel	287
10.18	Effectbeoordeling	287
10.19	Cumulatie	289
10.20	Mitigerende maatregelen	289
10.21	Leemten in kennis	290
11	Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies	291
11.1	Te beschouwen bandbreedte/alternatieven	291
11.2	Beoordelingskader	292
11.3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	292
11.4	Effectbeschrijving	292
11.5	Effectbeoordeling	295
11.6	Cumulatie	295
11.7	Innovatiekavel	295

11.8	Mitigerende maatregelen	296
11.9	Leemten in kennis	296
12	Afweging	297
12.1	Inleiding	297
12.2	Toetsing aan wettelijk kader	297
12.3	Effecten binnen de bandbreedte	297
12.4	Cumulatie	305
12.5	Mitigerende maatregelen	307
12.6	Voorkeursalternatief	309
12.7	Leemten in kennis	314
12.8	Monitoring en evaluatie	318

Bijlagen

7. Literatuurlijst
8. Voornemen
9. Coördinaten kavel V en VI Hollandse Kust (noord) ten behoeve van effectbepaling
10. Achtergronddocument ten behoeve van MER en PB windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (Bureau Waardenburg)
11. Effecten van aanleg van kavel V en VI op zeezoogdieren (HWE)
12. Notitie onderwatergeluid (TNO)
13. Notitie Soortenbescherming Wet natuurbescherming
14. Passende Beoordeling kavel V en VI
15. Visualisatierapport kavels V en VI
16. Zichtbaarheidsanalyse kavels V en VI
17. Scheepvaartveiligheidsstudie (MARIN)
18. 12.1 Opbrengstberekeringen WINPRO Vestas V164-8 MW
12.2 Opbrengstberekeringen WINPRO SeaTitan 10 MW
19. Verwerking advies Commissie voor de m.e.r. op NRD
20. Notitie veiligheidsberekening falen windturbine
21. Effecten gewijzigd kavel V

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

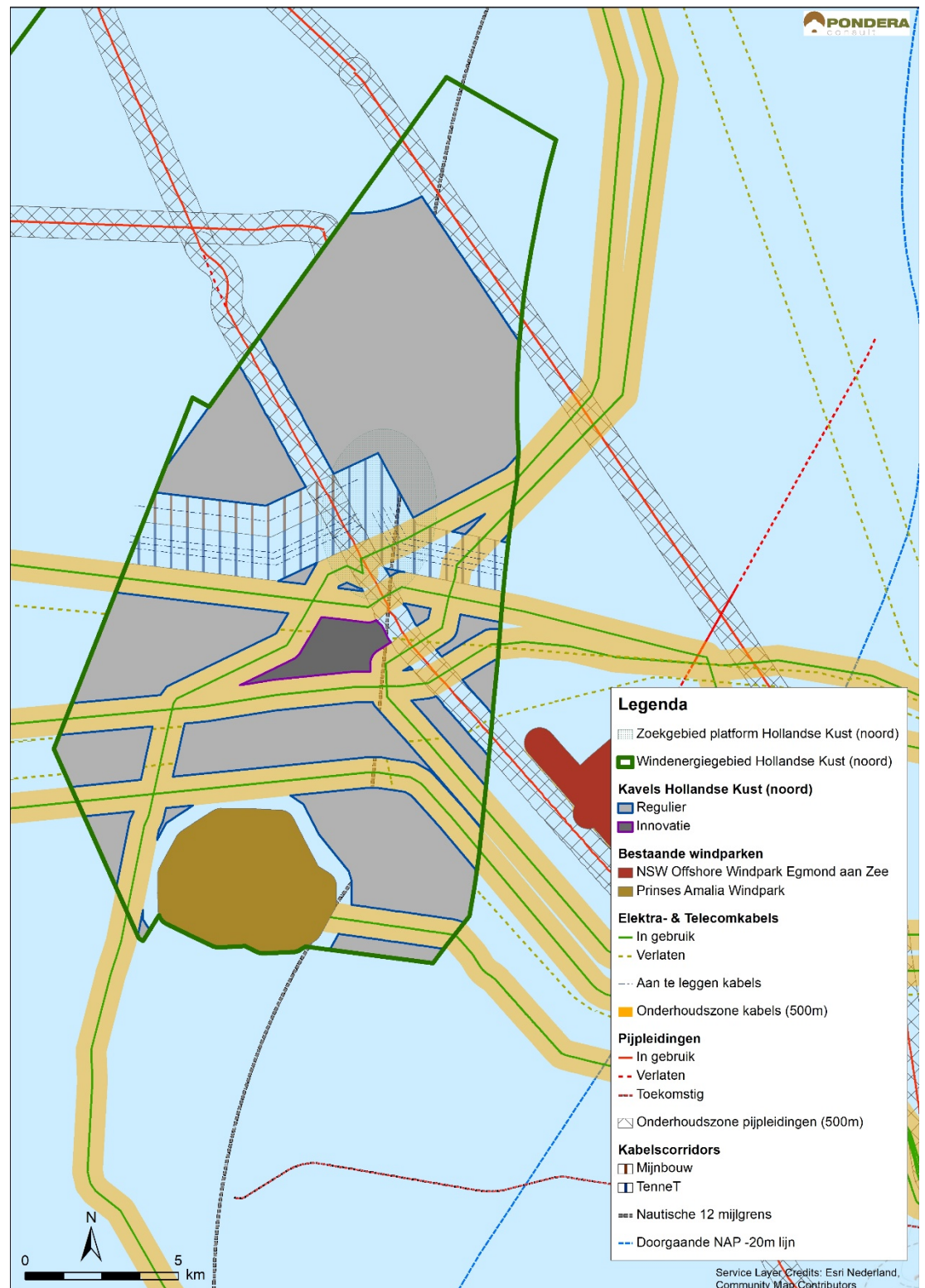
Nederland heeft ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor het realiseren van de opwekking van duurzame - hernieuwbare - energie. Windenergie speelt daarin een prominente rol. Naast windenergie op land zijn ook concrete doelstellingen geformuleerd voor windenergie op zee. Deze doelstellingen zijn herzien en concreet gemaakt in het Energieakkoord voor duurzame groei (SER, Energieakkoord, 2013). De Wet windenergie op zee geeft het Rijk de mogelijkheid kavels uit te geven voor de ontwikkeling van windparken op zee.

In de gepubliceerde routekaart voor windenergie op zee (Kamerstukken I/II, 2014–15, 33 561, A/ nr. 11 Herdruk) is aangegeven dat met deze nieuwe systematiek als eerste kavels in de windenergiegebieden Borssele en Hollandse Kust (zuid) uitgegeven worden en vervolgens wordt een kavel uitgegeven voor Hollandse Kust (noord). Met 'uitgeven' wordt het nemen van een kavelbesluit bedoeld.

De Minister van Economische Zaken en Klimaat is (in overeenstemming met de Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties) 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 V in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (zie figuur 1.1). Het MER beschrijft de milieueffecten die optreden bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbines in de kavel. Ook wordt de mogelijkheid opengehouden een deel van de kavel aan te wijzen als innovatiekavel (kavel VI).

Figuur 1.1 Ligging kavel V (regulier kavel) en kavel VI (innovatiekavel).



Op 13 april 2017 is in de Kennisgeving Kavelbesluit Hollandse Kust (noord) V het voornemen aangekondigd tot het opstellen van dit voorliggende MER. Samen met de kennisgeving is de Conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau MER kavelbesluiten V Hollandse Kust (noord) gepubliceerd (Stct 2017, 20904). 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 (noord) geplaatst worden, moeten worden aangesloten op het hoogspanningsnet. TenneT draagt zorg voor deze aansluiting. Het gaat daarbij om één platform in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord), de kabels vanaf dit platform 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.

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 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. Gelijktijdig aan het kavelbesluit wordt onder de rijkscoördinatieregeling (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. 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 rijkscoördinatieregeling (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 natuuraspecten. 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 siezoenstrek, koloniebroedende kustvogels en vleermuizen.

* Kader Ecologie en Cumulatie t.b.v. uitrol Windenergie op zee. Deelrapport B – Beschrijving en beoordeling van cumulatieve effecten bij uitvoering van de Routekaart WoZ – V2.0 26 mei 2016.

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) 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 wind-energiegebied Hollandse Kust (noord) 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 (noord).
- De verkaveling van het gebied: overwegingen die ten grondslag liggen aan de verkaveling van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord).
- Inzicht in de milieueffecten van opstellingsvarianten van windturbines binnen de kavel. 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 Koninkrijksrelaties.

Op basis van een breed geïntendeerd proces heeft het kabinet Rutte II in september 2014, in de beleidsbrief die bekend staat als de 'Routekaart', de Tweede Kamer geïnformeerd over de keuze om in drie gebieden tot en met 2023 windparken op zee te ontwikkelen. Het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) is één van de 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 totstandkomen van uitgifte van een kavel voor een windpark in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) zijn diverse partijen betrokken. Voor burgers en andere geïnteresseerden worden inloopavonden georganiseerd.

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 april 2017 tot en met 29 mei 2017. 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. De tweede periode is tijdens de terinzagelegging van het ontwerp-kavelbesluit, inclusief dit MER.

De inspraakperiodes worden bekend gemaakt door publicatie in één of meerdere dag-, nieuws- of huis-aan-huisbladen 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 (noord)
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 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.

2.1.2 Nationaal Waterplan

Nationaal Waterplan 1 (NWP1)

In het NWP1 en de daarbij behorende Beleidsnota Noordzee zijn twee concrete windenergiegebieden aangewezen: ‘Borssele’ (344 km²) en ‘IJmuiden Ver’ (1.170 km²). De keuze voor deze gebieden is gemaakt op basis van een zo ‘conflictvrij’ mogelijke uitwerking, voor zover het de belangen voor scheepvaart, het mariene ecosysteem, olie en gas, defensie en luchtvaart betreft.

Middels de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee, 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:

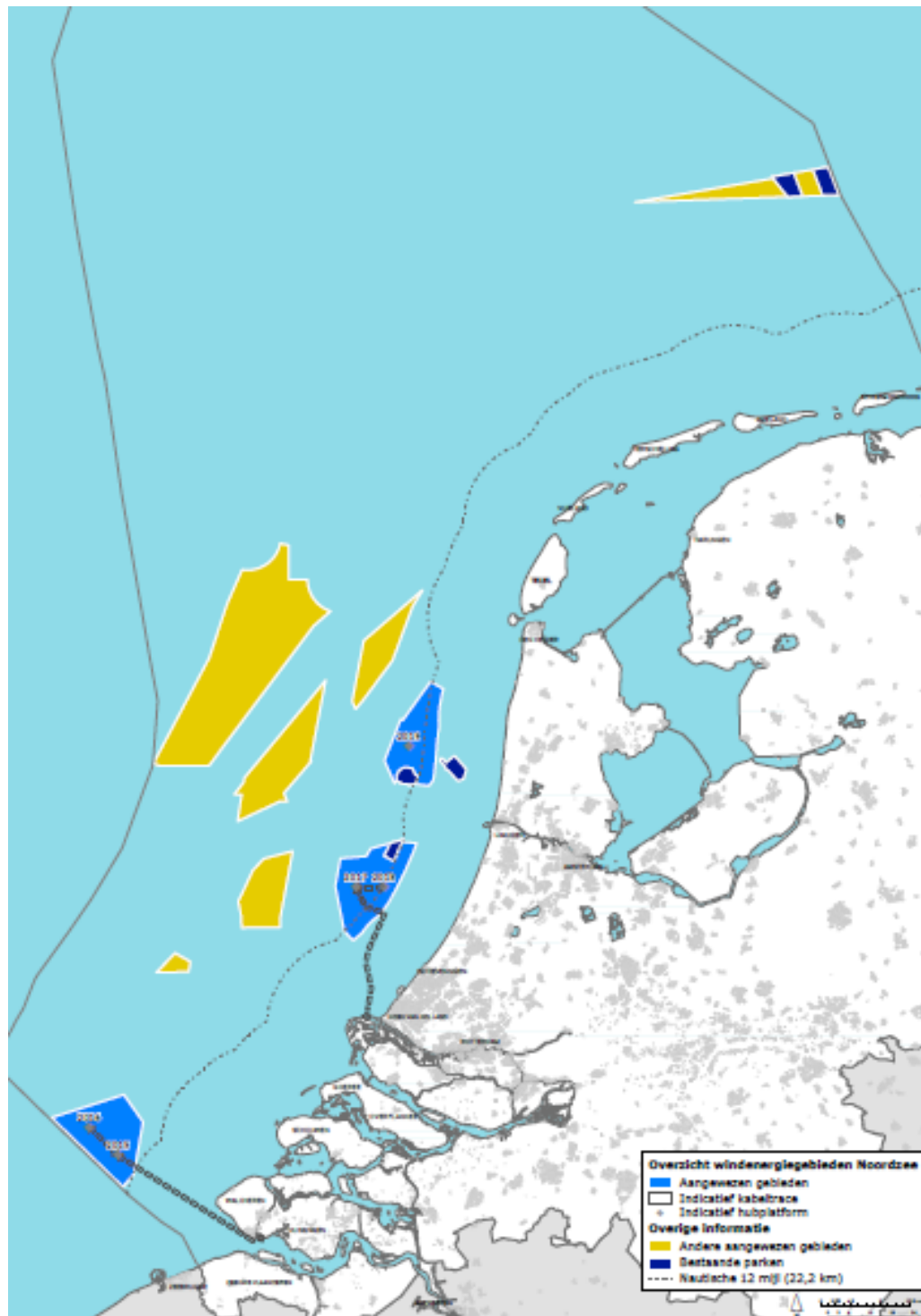
- De afstand tussen scheepvaartroutes en windparken (bij de reservering van het gebied Hollandse Kust is rekening gehouden met de in de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 aan te houden afstanden tot scheepvaartroutes);
- De afstand tussen windparken en mijnbouwplatforms met helikopterdek, mijnbouw opsporings- 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.

De Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust is op 7 december 2016 vastgesteld. De Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust is een partiële herziening van het NWP2 (Kamerstukken I/II, 2016/17, 33 561, nr.I/37). Hiermee is een strook tussen 10 en 12 nautische mijl (NM; circa 18,5 tot 22,2 kilometer) toegevoegd aan een reeds aangewezen windenergiegebied. 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.

De aangewezen gebieden zijn opgenomen in figuur 2.1.

Figuur 2.1 Ligging windenergiegebieden



In de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust is aangegeven dat vanaf het militair schietterrein bij Petten straks niet meer in westelijke maar in noordwestelijke richting moet worden geschoten, zodat de hierbij behorende onveilige zone in noordelijke richting kan worden verlegd. De aard en omvang van de activiteiten in Petten zelf zullen niet

wijzigen. Het gaat om de aanpassingen van specifieke onveilige zones, zoals die binnen dit militair oefengebied zijn aangewezen in de Regeling algemene regels ruimtelijke ordening (Rarro). Voorwaarde voor tendering van de kavels in het gebied Hollandse Kust (noord) zijn de benodigde vergunningen voor de herinrichting van het defensieschietterrein en het verleggen van de onveilige zone. Het nemen van de kavelbesluiten kan daarmee parallel geschieden aan de vergunningverlening voor het defensieschietterrein. De tender zal pas na het nemen van de kavelbesluiten worden gestart.

De Noordzeestrategie 2030

Op 23 december 2016 informeerde de minister van Infrastructuur en Milieu de Tweede Kamer over de planning van de lange termijnstrategie voor de Noordzee (Kamerstukken II, 2016/17, 33 450, nr. 52). De lange termijnstrategie richt zich op de opgaven na 2023. In het najaar van 2018¹ moet dit uitmonden in een Strategische Agenda Noordzee 2030, bevattende de strategische opgaven inclusief spanningen en kansen in de tijd gezet, met de daarbij behorende centrale keuzeopties voor (inter)nationale investerings-, kennis- en samenwerkingsagenda's. Dit product zal daarbij de nationale beleidsruimte schetsen binnen de Europese en mondiale regelgevende kaders en opgaven die hun schaduw nu al vooruit werpen. Deze Strategische Agenda Noordzee 2030 wordt opgesteld in afstemming met de Nationale Omgevingsvisie (NOVI) deel 1, die ook in die periode gepland staat.

2.1.3 Energieakkoord voor duurzame groei en routekaart windenergie op zee

In het Energieakkoord voor duurzame groei (hierna: Energieakkoord) is met de betrokken partijen afgesproken dat 4.450 MW aan windvermogen op zee operationeel is in 2023. Dit betekent dat er vanaf 2015 voor in totaal circa 3.450 MW subsidie dient te worden verleend. Dit is aanvullend op de bestaande parken².

Op 26 september 2014 is door de Ministers van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu een brief aan de Tweede en Eerste Kamer gestuurd waarin de routekaart wordt gepresenteerd voor het tijdig realiseren van de doelstelling voor windenergie op zee, zoals afgesproken in het Energieakkoord (Kamerstukken I/II, 2014–15, 33 561, A/nr. 11 Herdruk).

Het kabinet Rutte II concludeert dat een gecoördineerde netaansluiting van windparken op zee leidt tot lagere maatschappelijke kosten en een kleinere impact op de leefomgeving. Het kabinet 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.

In de brief van 26 september 2014 is ook aangegeven dat vijf gebieden ter hoogte van Ameland, voor de Noord-Hollandse kust, voor de Zuid-Hollandse kust, ter hoogte van de Maasvlakte en voor de Zeeuwse kust op haalbaarheid zijn onderzocht voor windenergie op zee. In geen van de vijf onderzochte gebieden was windenergie op voorhand onmogelijk. Voor alle onderzochte gebieden geldt dat, ten opzichte van windenergie buiten de 12 mijlszone, het kostenvoordelen oplevert om windenergie binnen de 12 mijlszone te realiseren. Het kabinet

¹ Vanwege de duur voor de vorming van het nieuwe kabinet is dit verlaat.

² Bestaande parken: Prinses Amaliawindpark, Offshore Windpark Egmond aan Zee, Windpark Luchterduinen en Gemini windparken Buitengaats en ZeeEnergie. Deze tellen gezamenlijk op tot circa 1.000 MW.

Rutte II heeft gezocht naar een minimaal gebruik van de 12 mijlszone door slechts twee van de vijf onderzochte gebieden ook maar voor een deel te benutten. Hierbij is zoveel mogelijk tegemoet gekomen aan bezwaren zoals het uitzicht en het toerisme, terwijl er nog steeds een significante kostenbesparing wordt gerealiseerd. Door een smalle strook tussen de 10 en 12 mijl te laten aansluiten bij de Hollandse Kust gebieden buiten de 12 mijlszone, kan er voor de kust van Zuid-Holland 1.400 MW gerealiseerd worden en voor de kust van Noord-Holland 700 MW en is tegelijk de 12-mijlszone zoveel mogelijk vrij gehouden door middel van bundeling. Daardoor kunnen de standaard platforms van 700 MW van TenneT zo efficiënt mogelijk worden benut. De aansluiting op de reeds aangewezen gebieden zorgt ervoor dat de vrije horizon in andere gebieden behouden blijft. Het kabinet Rutte II heeft in de routekaart besloten de gebieden Zeeland, Maasvlakte en Ameland uit de Haalbaarheidsstudie niet verder te onderzoeken voor mogelijk gebruik als windenergiegebied. Bovendien is besloten voor de gebieden Zuid- en Noord-Holland geen gebruik te maken van de zone tussen de 3 en 10 NM uit de kust.

Het kabinet Rutte II heeft gekozen voor een kostenefficiënte aanpak waarbij zoveel mogelijk rekening wordt gehouden met de zorgen van de verschillende belanghebbenden. Als eerste is begonnen met het ontwikkelen van het in 2009 aangewezen gebied Borssele en het in 2014 en 2016 aangewezen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

De routekaart leiden tot het uitrolschema in onderstaande tabel.

Jaar	Schema (MW)	Gebieden routekaart
2015 ³	700	<i>Borssele</i>
2016	700	<i>Borssele</i>
2017	700	<i>Hollandse Kust (zuid)</i>
2018	700	<i>Hollandse Kust (zuid)</i>
2019	700	<i>Hollandse Kust (noord)</i>

In de tabel is te zien dat de kavels in Borssele en de eerste kavels in Hollandse Kust (zuid) reeds zijn uitgegeven. De windparken worden circa vier jaar na de subsidietender gerealiseerd.

In zijn brief van 19 mei 2015 (Kamerstukken II, 2014–15, 33 561, nr. 19) geeft de Minister van Economische Zaken aan dat toestaan van maximaal 380 MW per kavel tot schaalvoordelen en optimaal gebruik van het net kan leiden, met dien verstande dat er echter maximaal voor 350 MW transportcapaciteit wordt gegarandeerd per kavel. Deze voordelen resulteren mogelijk in lagere kosten per kWh. Om die reden wordt ook voor kavel V uitgegaan van in totaal maximaal 760 MW (2x380 MW).

³ April 2016

2.1.4 Kader Ecologie en Cumulatie (KEC)

Ecologie is een belangrijk onderwerp voor de belangenafweging bij het realiseren van windparken op zee. Daarom is door Rijkswaterstaat in opdracht van het (toenmalige) Ministerie van Infrastructuur en Milieu en het Ministerie van Economische Zaken een toetsingskader gemaakt, dat moet worden toegepast bij toekomstige besluitvorming over windenergie op zee. Aan de hand van dat toetsingskader zal bij het nemen van ruimtelijke besluiten, zoals de toekomstige aanwijzing van windenergiegebieden en kavelbesluiten, worden beoordeeld of uitgesloten kan worden dat een windpark op zee afzonderlijk, of in cumulatie met andere windparken en andere activiteiten, ongewenste effecten op de ecologie zal hebben.⁴ Dat kader wordt het 'Kader Ecologie en Cumulatie' (KEC)⁵ genoemd. Het KEC is in 2016 geactualiseerd (versie 2.0).

2.1.5 Netaansluiting door netbeheerder TenneT

TenneT is aangewezen als netbeheerder van het net op zee. Ten behoeve van het inpassingsplan en de vergunningen voor het net op zee dat de netaansluiting van de kavel in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) mogelijk gaat maken, wordt een sepeeraat MER opgesteld en de rijkscoördinatieregeling doorlopen. De totale capaciteit van de aansluiting bedraagt 700 MW. Het net op zee Hollandse Kust (noord) bestaat uit een transformatorstation in zee, twee onderzeese 220 kV hoogspanningskabels naar land, het ondergrondse tracé op land en de aansluiting via een transformatorstation op een 380 kV hoogspanningsstation.

De inhoudelijke koppeling tussen de projecten voor kavel V en het net op zee Hollandse Kust (noord) ligt in de locatie van het platform en de kabelcorridor in windenergiegebied Hollandse Kust (noord), welke in dit MER zijn afgestemd op de locaties in het MER voor het net op zee Hollandse Kust (noord). Procedureel is de koppeling tussen beide projecten er niet. Beide projecten kennen een zelfstandige besluitvorming en zijn uiteindelijk beide nodig om de opgewekte windenergie aan land te krijgen.

Volgens het Ontwikkelkader windenergie op zee⁶ wordt het net op zee zodanig ontworpen dat het mogelijk is om op termijn de verder uit de kust gelegen windenergiegebieden met wisselstroom aan te sluiten op de platforms in de windenergiegebieden uit de routekaart. De platforms fungeren dan als "stapsteen". Voor Hollandse Kust (noord) is er sprake van een verder weggelegen windenergiegebied "achter" het gebied Hollandse Kust (noord) (zie figuur 2.1), namelijk Hollandse Kust (west). Bij de kavelindeling van kavel V wordt rekening gehouden met een extra kabeltracé naar Hollandse Kust (west).

⁴ Conform de Beleidsnota Noordzee 2016-2021.

⁵ Zie: www.noordzeeloket.nl/functies-en-gebruik/windenergie/ecologie.

⁶ Het Ontwikkelkader windenergie op zee geeft de sturing van de Rijksoverheid vorm voor de ontwikkeling van windenergie op zee. Het Energieakkoord bevat afspraken voor een programmatische aanpak van de uitrol van windenergie op zee, met een regiefunctie voor het Rijk. Dit ontwikkelkader is een van de instrumenten waarmee het Rijk die functie vormgeeft. Het ontwikkelkader geeft een raamwerk voor de ontwikkeling van windenergie op zee in Nederland. Het schetst de grote lijnen voor de ruimtelijke- en tijdsplanning. Ook beschrijft het ontwikkelkader -op hoofdlijnen- de functionele eisen en het technische concept van het transmissiesysteem op zee waarop de windparken worden aangesloten. Zie verder <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2016/10/Ontwikkelkader%20windenergie%20op%20zee.pdf>.

2.1.6 Energieagenda

Op 7 december 2016 heeft het kabinet Rutte II de Energieagenda aan de Tweede Kamer aangeboden (Kamerstukken II, 2016/17, 31 510, nr. 64). Met deze agenda beoogt het kabinet een helder en ambitieus perspectief te schetsen voor de transitie naar een betrouwbare, betaalbare, veilige en CO₂-arme energievoorziening. De hoofdlijnen van het energiebeleid zijn opgenomen in het Energierapport. Deze hoofdlijnen zijn bediscussieerd in de Energiedialoog en zijn nader uitgewerkt in de Energieagenda. In de Energieagenda is aangegeven dat voor de uitrol van windenergie op zee wordt gewerkt aan beleid in de vorm van een routekaart voor de periode 2023-2030 met een doorkijk naar 2030-2050 (zie ook de volgende paragraaf).

Afronding van een routekaart en besluitvorming hierover in 2017⁷ betekent dat een eerste tender kan plaatsvinden in 2020. De continuïteit van de uitrol van windenergie na 2023 wordt daarmee gewaarborgd. De belangrijkste uitgangspunten voor de routekaart tot 2030 zijn:

- Doorgaan met de uitrol naar gebieden verder op zee in de al aangewezen gebieden, in een gelijkmatig tempo van circa 1000 Megawatt (MW) per jaar. Het Rijk heeft 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 waarvoor vanaf 2026 een tender wordt uitgeschreven, geen subsidie meer nodig hebben.
- 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. Denk aan natuurontwikkeling, visserij, olie en gas, interconnectie en energieopslag.
- Voorbereiden op grootschalige multinationale windparken en op internationale verbindingen op zee om deze windparken aan te sluiten, en eventueel keuze voor aan te wijzen nieuwe windenergiegebieden.

2.1.7 Routekaart windenergie op zee 2030 en Klimaatakkoord

Op 27 maart 2018 heeft de minister van Economische Zaken en Klimaat de routekaart windenergie op zee 2030 (Kamerstukken II, 2017/2018, 33 561, nr. 42) aangeboden aan de Tweede Kamer. Deze routekaart bevat de hoofdlijnen voor de ontwikkeling van windenergie op zee van 2024 tot 2030 en is een verdere uitwerking van de lijn uit de Energieagenda. De routekaart windenergie op zee 2030 geeft tevens invulling aan de bijdrage van windenergie op zee aan de vermindering van de CO₂-uitstoot zoals afgesproken in het regeerakkoord van het kabinet Rutte III.

De uitgangspunten voor de uitrol van windenergie op zee uit de Energieagenda (zie hierboven) zijn overgenomen in de routekaart 2030. De routekaart voorziet in windparken met een gezamenlijke omvang van circa 6,1 GW door het (deels) benutten van de windenergiegebieden Hollandse Kust (west), IJmuiden Ver en Ten Noorden van de Waddeneilanden. Deze 6,1 GW benut maximaal de op dit moment beschikbare ecologische gebruiksruimte op zee en de beschikbaarheid van transportcapaciteit op het hoogspanningsnet op land. Bij de inmiddels in gang gezette actualisatie van het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) zal duidelijk worden of en

⁷ Vanwege de duur van de vorming van kabinet Rutte III zal dit 2018 worden.

in hoeverre de verdere doorgroei van 6,1 GW naar 7 GW (de opgave uit het regeerakkoord van kabinet Rutte III) mogelijk is alsook een eventuele verdere doorgroei daarna.

Het kabinet heeft in het Regeerakkoord een Klimaatakkoord aangekondigd om de uitstoot van broeikasgassen met 49% te beperken in 2030. In het Klimaatakkoord, dat naar verwachting eind 2018 gereed is, zal windenergie op zee naar verwachting ook aan de orde komen. Voor zover de afspraken in dit akkoord verder gaan dan de bovengenoemde 6.1 GW geldt vanzelfsprekend dat hierbij dan ook een passende oplossing moet worden gezocht binnen de ecologische randvoorwaarden en de inpassing van de verbindingen met het hoogspanningsnet op land.

2.1.8 **Beleid en wet- en regelgeving voor specifieke milieuaspecten**

In de MER-en zullen per milieuaspect het relevante wettelijke kader en beleidskader worden weergegeven, zoals bijvoorbeeld voor vogels en onderwaterleven de Wet natuurbescherming.

2.2 **Overige nationale wetgeving**

Binnen de territoriale zee (de 12-mijlszone) gelden automatisch alle Nederlandse wetten. Buiten de Nederlandse territoriale zee (de 12-mijlszone) 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. Omdat kavel V deels binnen 12 NM ligt, zijn een aantal wettelijke kaders van toepassing die niet van kracht zijn voor gebieden buiten de 12 NM. De belangrijkste daarbij zijn de Wet milieubeheer en de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht.

Wet milieubeheer

De Wet is van toepassing op het gehele Nederlandse grondgebied, inclusief de territoriale zee. Ook de EEZ, dus het gebied buiten de 12-mijlszone, valt onder de werkingsfeer van de Wet milieubeheer als het gaat om Hoofdstuk 7 (de voorschriften voor de milieueffectrapportage), Hoofdstuk 8 (inrichtingen), Hoofdstuk 9 (stoffen en producten), Hoofdstuk 12, titel 3 (voorschriften omtrent rapportages door bepaalde inrichtingen) en Hoofdstuk 16, titel 2 (de voorschriften omtrent inrichtingen die broeikasgassen uitstoten).

Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo)

De Wabo is van toepassing op het oprichten en in werking hebben van een inrichting in de territoriale zee voor zover daarvoor geen regels gelden op grond van de Waterwet (artikel 8.3, lid 2, Wabo). Indien een kavel deels in de territoriale zee komt te liggen, zoals bij kavel V van windenergiegebied Hollandse Kust (noord), zullen de met de omgevingsvergunning te beschermen belangen worden geborgd door het kavelbesluit en de daaraan te verbinden regels en voorwaarden. Hierbij moet met name worden gedacht aan de bescherming van het milieu en van eventuele beschermde monumenten. Conform artikel 32 van de Regels omtrent windenergie op zee is de Wabo niet van toepassing op activiteiten met betrekking tot windparken in de territoriale zee op een plaats die niet deel uitmaakt van een gemeente of provincie en waarop de Wet windenergie op zee van toepassing is.

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

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 Waterbesluit⁸. 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 indicatoren⁹.

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 2 gevoegd. De maatregelen uit het programma dragen eraan bij dat de goede milieutoestand in 2020 of in de periode daarna binnen handbereik komt. 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). In 2018 volgt een hernieuwde beoordeling van de milieutoestand.

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

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

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

⁸ Stb. 2010, 330

⁹ 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-agreement¹⁰ heeft als doel om de in Europa voorkomende vleermuizen te beschermen. De bats-agreement vloeit voort uit de Bonn-conventie¹¹ 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 het kavelbesluit waar dit MER een bijlage van vormt en het monitorings- en evaluatieplan is uitwerking gegeven aan de Bonn-conventie, en meer specifiek de bats-agreement.

2.3.5 Wadden Sea Seals (1990)

Wadden Sea Seals¹² 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 het kavelbesluit waar dit MER een bijlage van vormt en het monitorings- en evaluatieplan is uitwerking gegeven aan de Bonn-conventie en meer specifiek Wadden Sea Seals.

¹⁰ Agreement on the Conservation of Populations of European Bats

¹¹ Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals

¹² Agreement for the Conservation of Seals in the Wadden Sea

3 ONDERBOUWING LOCATIEKEUZE EN VERKAVELING HOLLANDSE KUST (NOORD)

3.1 Locatiekeuze Hollandse Kust (noord)

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 het Energieakkoord is een nadere invulling en planning gegeven voor de uitgifte van windenergie (zie paragraaf 2.1.3). De keuze voor Hollandse Kust (noord) als derde uit te geven gebied is gemaakt op basis van kosten en netinpassing. Het gebied is niet ver van de kust gelegen en is daardoor minder kostbaar voor de ontwikkeling van windenergiegebied dan bijvoorbeeld windenergiegebied IJmuiden Ver (Kamerstukken II, 2014/15, 33.561, nr. 33) en ook de aansluiting op het hoogspanningsnet op land lijkt goed te realiseren met diverse hoogspanningsstations in het westen van Nederland.

Onderzoek naar de locatiekeuze

In de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee vanwege de aanwijzing van de gebieden Hollandse Kust en Ten Noorden van de Waddeneilanden en de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling gebied Hollandse Kust, beiden een partiële herziening van het nationaal waterplan voor het onderdeel windenergie op zee, is nagegaan of windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en de aanvulling tussen 10 en 12 zeemijl geschikt is voor de realisatie van windenergie. In deze structuurvisies zijn de effecten van windenergie in het gebied Hollandse Kust (noord) 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 toerisme en cultuurhistorie en archeologie. Hierbij is ook gekeken naar de geschiktheid ten opzichte van de overige voor windenergie aangewezen gebieden (IJmuiden Ver, Hollandse Kust, Ten noorden van de Waddeneilanden, Borssele). In dit MER is een nader onderzoek naar de geschiktheid van het gebied Hollandse Kust (noord) voor windenergie dan ook niet nodig. Uiteraard zal het verder in dit MER wel gaan over de nadere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) voor windenergie.

3.2 Ligging en beschrijving van windenergiegebied Hollandse Kust (noord)

Het aangewezen windenergiegebied Hollandse Kust (noord) ligt in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ) en voor een deel in de Nederlandse territoriale wateren. Het gebied ligt op 18,5 kilometer van de kust af (10 nautische mijl) (zie figuur 3.1) en beslaat in totaal 268 km². Dit is inclusief het bestaande Prinses Amaliawindpark.

Figuur 3.1 Ligging windenergiegebied Hollandse Kust (noord)



Het reeds bestaande Prinses Amaliawindpark ligt in het zuidelijke deel van windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Binnen, ten (noord)oosten en ten zuiden van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) liggen zandwingsgebieden (figuur 3.2). Aan de zuidzijde liggen

ankergebieden (zie figuur 3.1). Aan de west- en zuidzijde liggen scheepvaartroutes. Diverse kabels en leidingen kruisen het windenergiegebied, met name aan de zuidkant.

Figuur 3.2 Windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en (zand)wingebieden.



Kabels en leidingen

Door het gebied loopt een aantal kabels en leidingen (zie figuur 3.3):

- Atlantic crossing 1, segment B1 en B2 (Kabel)
- Pangea (Kabel)
- UK-NL14 (Kabel)
- TAT-14 (Kabel)
- Wintershall B.V. (3 buisleidingen)
- Chevron Exploration and Production Netherlands B.V. (Buisleiding)

Daarnaast lopen er kabels door het gebied die verlaten zijn, zoals die van KPNQwest.

In kavel V wordt rekening gehouden met een afstand van 500 meter aan weerszijde van de 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 3.3 Ligging windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en kabels en leidingen.



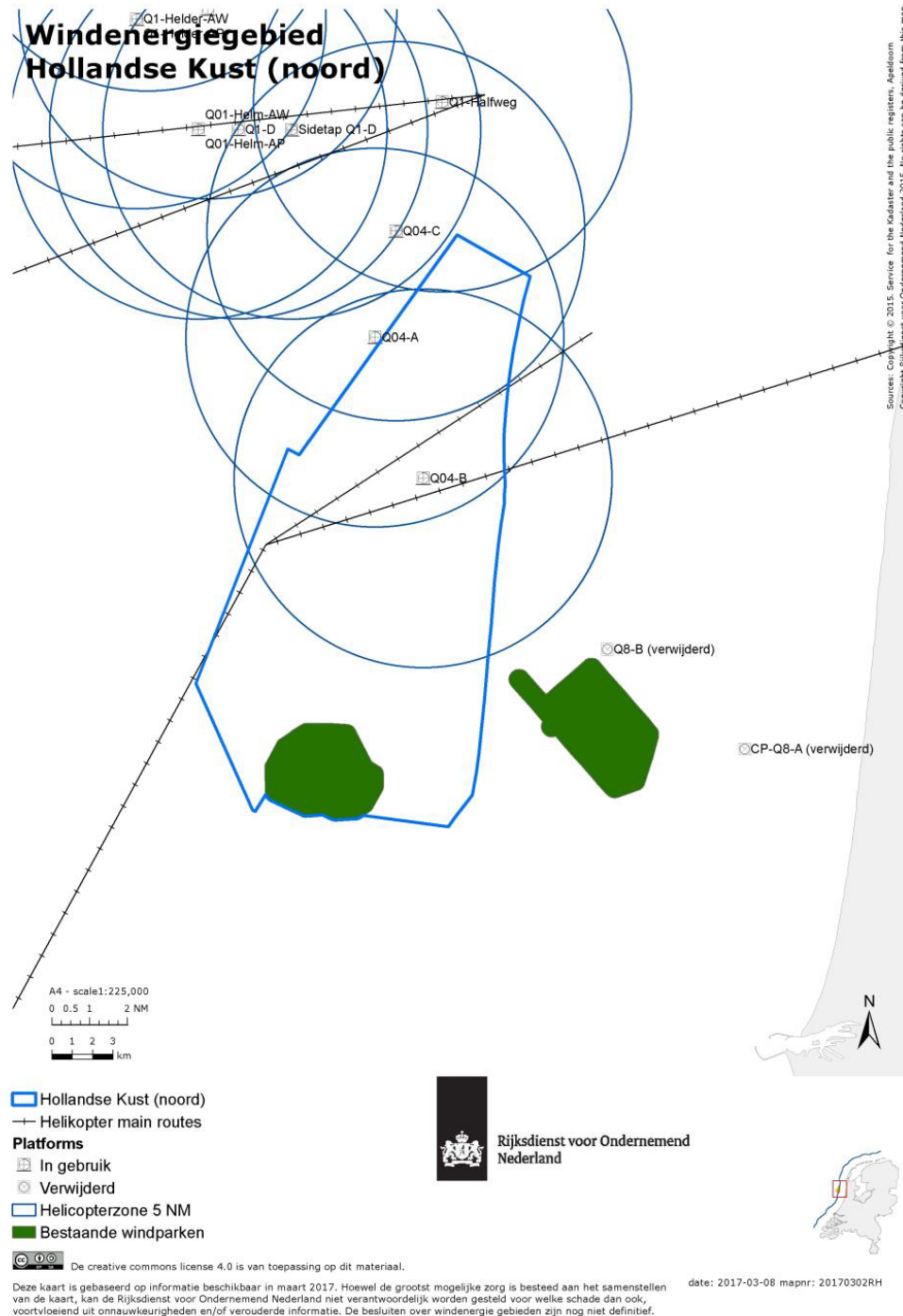
Overige functies

In het gebied vindt visserij plaats en ten oosten van het gebied ook zandwinning en verspreiding van baggerspecie. Er lopen geen scheepvaartroutes door het gebied, maar wel aan de westzijde en zuidzijde (zie figuur 3.1). Ook ligt er een platform (met helikopterdek) in, twee

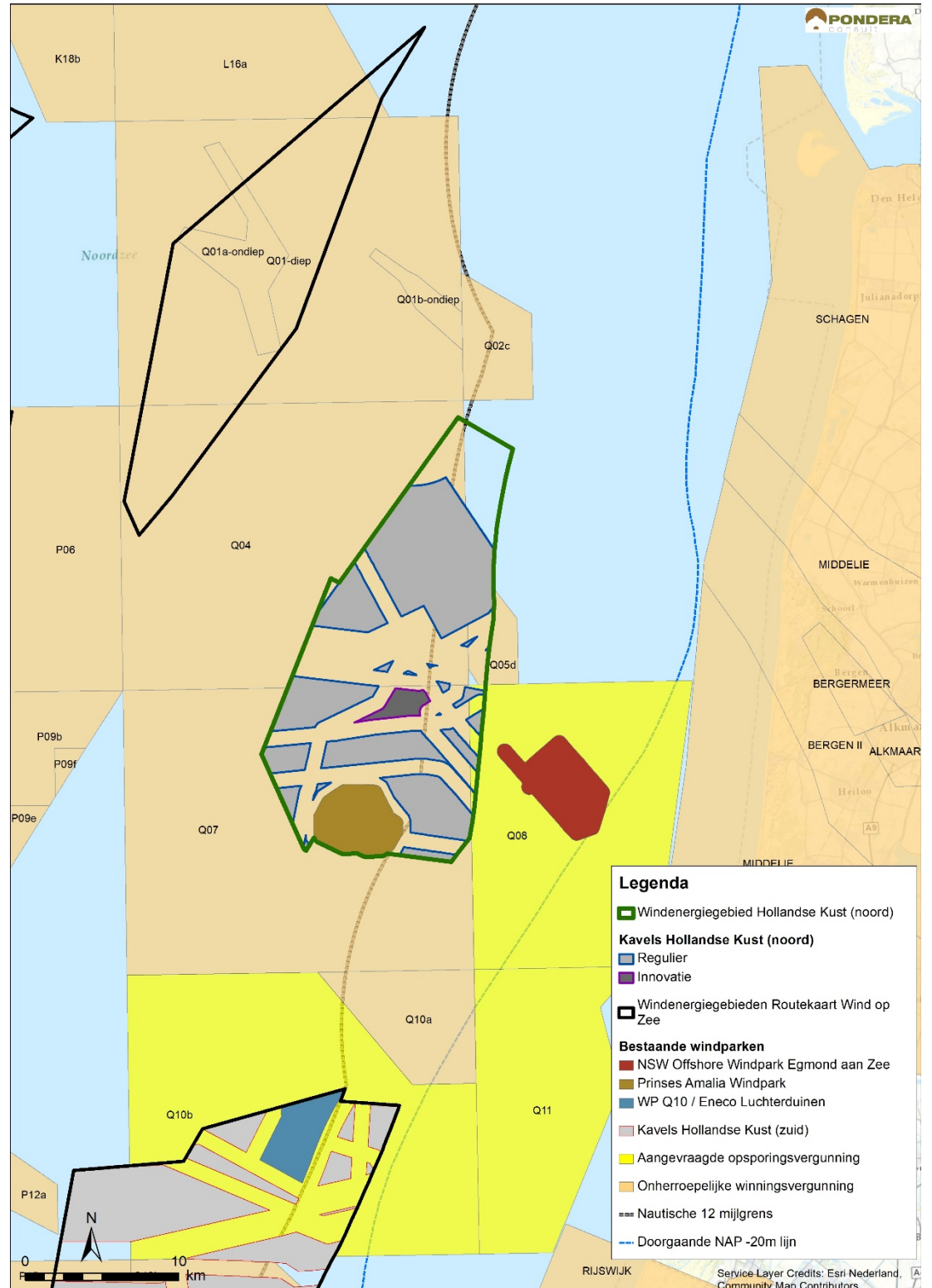
tegen en een aantal ten noorden van het windenergiegebied en er lopen twee Helicopter Main Routes (HMR) plus een deel van een Helicopter Protection Zone ten behoeve van de mijnbouwplatformen Q4-A, B en C over het windenergiegebied (zie figuur 3.4). Ook liggen er Transport Maneuvering Areas (TMA's) voor Schiphol boven het gebied (Schiphol TMA 2 en 6, niet in de figuur aangegeven)¹³. Voor het gebied zijn tevens opsporings- en winningsvergunningen afgegeven voor olie en gas (zie figuur 3.5).

¹³ TMA's zijn naderingsverkeersleidingsgebieden rondom en boven militaire of civiele vliegvelden waar vliegverkeer wordt gecontroleerd dat het vliegveld nadert, dat vertrekt vanaf het vliegveld of dat de TMA doorkruist.

Figuur 3.4 Ligging mijnbouw platforms en Helicopter Main Routes.



Figuur 3.5 Opsporings- en winningsvergunningen ten opzichte van windenergiegebied Hollandse Kust (noord)



Effect van/op nabijgelegen windparken

In het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) ligt het bestaande Prinses Amaliawindpark. Aan de oostzijde ligt het bestaande windpark Offshore Windpark Egmond aan Zee. Op wat meer afstand ten zuiden van het windenergiegebied ligt het bestaande windpark Luchterduinen. In hoofdstuk 11 zullen windberekeningen gepresenteerd worden voor het gebied, waaruit de effecten op de elektriciteitsopbrengst als gevolg van windafvang en turbulentie van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op deze windparken inzichtelijk zijn gemaakt en vice versa.

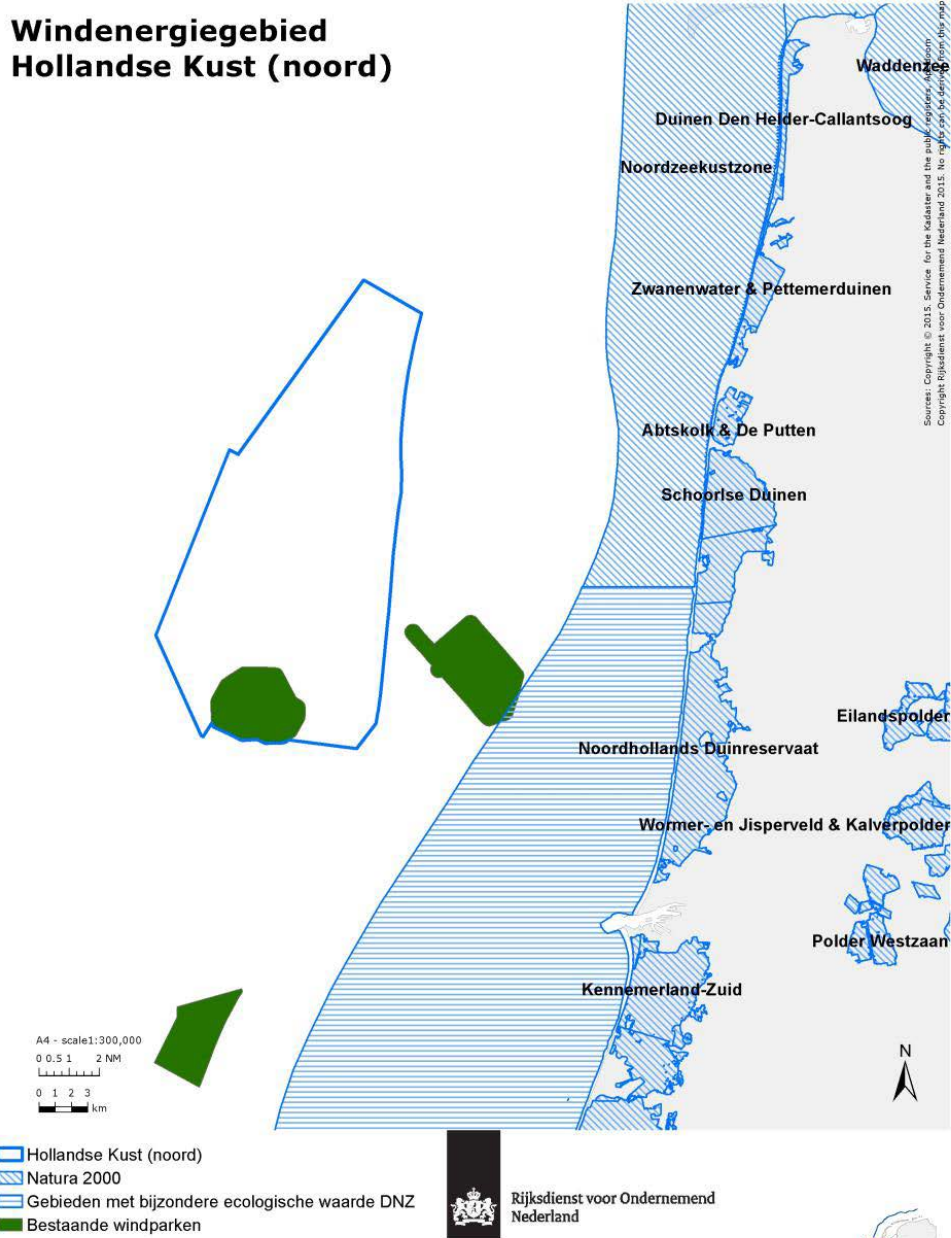
Bodemopbouw en bathymetrie

Het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) ligt op een relatief weinig veranderende en vlakke bodem. De waterdiepte varieert van 15 tot 25 meter Mean Sea Level (MSL). Er liggen zandbanken en – golven in het gebied. De zeebodem bestaat hoofdzakelijk uit middelgrof zand en er komen sliblagen voor.

Natura 2000

De dichtstbijzijnde Natura 2000-gebieden (offshore) zijn Voordelta en Noordzeekustzone (zie figuur 3.6). De afstand van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) tot de Voordelta is circa 65 kilometer en tot de Noordzeekustzone circa 17 kilometer. De onshore Natura 2000-gebieden Abtskolk en De Putten, Noord-Hollands Duinreservaat en Duinen Den Helder en Callantsoog liggen op een afstand van circa 18,5 kilometer. Overige Natura 2000-gebieden liggen verder weg, zoals Meijndel & Berkheide, Kennemerland-Zuid, Friese Front, Bruine Bank en Waddenzee.

Figuur 3.6 Ligging Natura 2000-gebieden ten opzichte van windenergiegebied Hollandse Kust (noord).



De creative commons license 4.0 is van toepassing op dit materiaal.
 Deze kaart is gebaseerd op informatie beschikbaar in maart 2017. Hoewel de grootst mogelijke zorg is besteed aan het samenstellen van de kaart, kan de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland niet verantwoordelijk worden gesteld voor welke schade dan ook, voortvloeiend uit onnauwkeurigheden en/of verouderde informatie. De besluiten over windenergie gebieden zijn nog niet definitief.
 date: 2017-03-08 mapnr: 20170302RH

De Bruine Bank is (nog) geen Natura 2000-gebied, maar wel een gebied met grote dichtheden en aantallen zeezoeten en alken en verdient om die reden ook aandacht in het MER. De Bruine

Bank ligt op een afstand van circa 50 kilometer van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord).

3.3 Ligging kavel binnen windenergiegebied Hollandse Kust (noord)

3.3.1 Benodigde capaciteit

Vanwege de capaciteit van het beoogde platform op zee van TenneT van circa 700 MW en de totaal beschikbare oppervlakte (268 km²), wordt het gebied verkaveld in één deelgebied dat kan aansluiten op dit platform op zee. Het deelgebied biedt op deze wijze ruimte voor circa 700 MW.

3.3.2 Samenhang met Net op zee

De kavelindeling van het gebied Hollandse kust (noord) moet worden 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. In figuur 3.1 is het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) weergegeven met de aanwezige belemmeringen. 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 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 voorkeurtracé economisch of milieutechnisch niet mogelijk is, of indien er in het gebied geen tracé is aangewezen, er maatwerk nodig is.

Op basis van een optimale kavelindeling en het uitgangspunt van een zo kort mogelijke route naar de potentiële aansluitpunten op land is een oostelijke uitgang van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) bepaald. Bij voorkeur wordt bij het kabeltracé van het platform naar het aansluitpunt op land gebruik gemaakt van het voorkeurstracé voor kabels en leidingen uit de Structuurvisie WOZ. Dit voorkeurstracé is een corridor door de zandwingebieden, dat is gecreëerd om de winbare zandvoorraad niet essentieel aan te passen. Figuur 3.7 toont de locatie van het voorkeurstracé in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord).

Figuur 3.7 Voorkeurstracé kabels en leidingen Beleidsnota Noordzee 2016-2021.

Windenergiegebied Hollandse Kust (noord)



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 V heen mogen varen en er

mogen verblijven. 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.

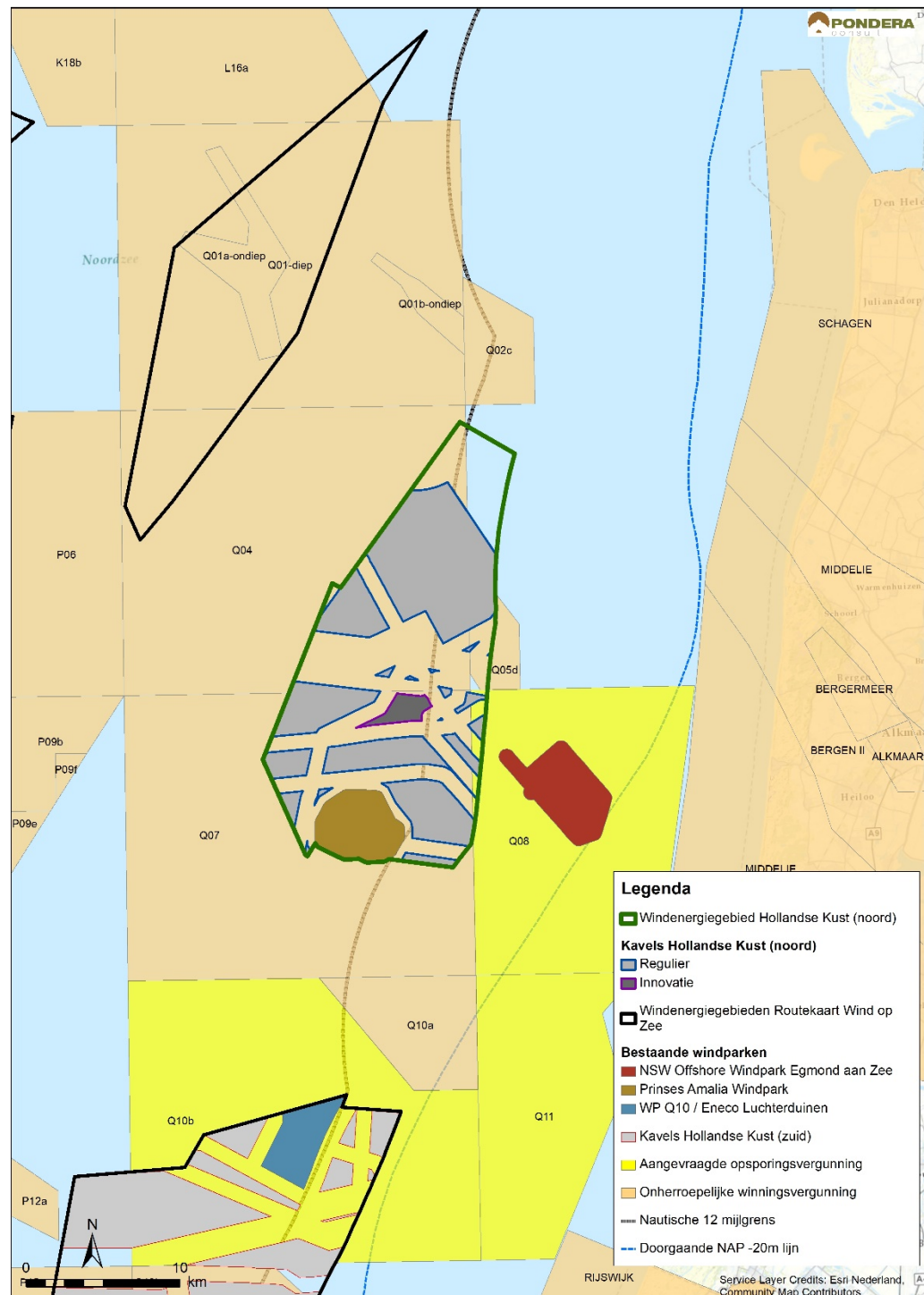
3.3.4 Kavelgrenzen

De oppervlakte van kavel V zal, exclusief de onderhoudszones van de kabels en leidingen die deze kavel doorsnijden, circa 100 tot 120 km² moeten worden. Van het totaaloppervlak van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) van 268 km² wordt ruimte gereserveerd voor:

1. Aanwezige kabels en leidingen in het windenergiegebied en een zone van 500 meter daaromheen;
2. Toekomstig platform van TenneT (en een zone van 500 meter daaromheen) voor de verbinding naar het vaste land;
3. Toekomstige kabels van het platform van TenneT naar land (500 meter veiligheidszone aan weerszijde en tussenafstand tussen de twee kabels van 200 meter is in totaal 1.200 meter) én voor een eventuele toekomstige hubfunctie een tracé vanaf het platform van TenneT naar het westen (1.400 meter breed, doordat er drie kabels zullen lopen: twee 220 kV kabels en één 66 kV kabel met een tussenafstand van 200 meter en een veiligheidszone van 500 meter aan weerszijde);
4. Het huidige Prinses Amaliawindpark;
5. Een veilige afstand tot mijnbouwlocaties en;
6. Een reservering voor een kabel inclusief onderhoudszone vanaf het platform van TenneT naar het westen ten behoeve van het eventueel elektrificeren van mijnbouwplatforms.

De grenzen van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) zijn vastgelegd in een voorbereidingsbesluit op grond van artikel 9 van de Wet windenergie op zee. In figuur 3.8 zijn de grenzen van kavel V aangegeven. Kavel VI, voor innovaties, zal zich binnen de grenzen van kavel V begeven en is tevens in figuur 3.8 weergegeven.

Figuur 3.8 Voorgestelde kavel V en VI



Vanwege scheepvaartbelangen is gekozen om aan de noordwestzijde van het windenergiegebied een klein hoekje niet als kavel uit te geven, zodat de noordwestelijke grens eenduidiger 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' en 'onderzoek en besluitvorming over toepasbaarheid van segmentbenadering'. Het eerste onderzoek is afgerond¹⁴ en dient als input voor onderzoek over toepasbaarheid van de segmentbenadering. Dit onderzoek is mede bepalend voor de uiteindelijke grenzen van de kavel. De onderzoeksvraag van het onderzoek is gedefinieerd als tot op welke afstand het zog van windturbines nog een negatieve invloed heeft op de offshore helikopter operaties. Een veilige afstand van minimaal 6 windturbine rotordiameters wordt geadviseerd die garandeert dat daar het snelheidsdeficiet onder het criterium van 6kts blijft. Voor het zog van een windturbinepark kan met de huidige empirische modellen een snelheidsverschil tot 7kts worden aangetoond tot op een afstand van meer dan acht maal de windturbine rotordiameter. De geadviseerde zes windturbine rotordiameters moet daarom met voorzichtigheid worden betracht bij toepassing op meerdere in serie geplaatste windturbines.

Mede op basis hiervan is gekozen om een afstand aan te houden tussen platform QO4-C en kavel V van 2,5 NM (zie figuur 3.4 voor de ligging van dit platform). QO4-C dient namelijk ook tijdens de exploitatie van het windpark bereikbaar te blijven voor helikopter verkeer, hiertoe wordt met de operator naar een oplossing gezocht. Met de operator van de twee zuiderlijk gelegen platforms (QO4-A en QO4-B) is afgesproken dat vanuit deze twee platforms ten tijde van de realisatie van windturbines in kavel V geen helikopter verkeer meer plaatsvindt en er derhalve geen belemmering voor kavel V vanuit deze twee platforms optreedt.

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

Zichtbaarheid en beleving

De Commissie voor de m.e.r. heeft in haar advies over reikwijdte en detailniveau geadviseerd te onderzoeken met welke kavelindeling optimaal rekening gehouden kan worden met de zichtbaarheid en beleving van het windpark vanaf de kust. Deze wordt bepaald door de afstand van de windturbines tot de kust, de ligging ten opzichte het bestaande Prinses Amaliawindpark en de compactheid van de kavel.

Om een zo compact mogelijke kavel te krijgen, waarbij turbines zo dicht mogelijk bij elkaar staan, is de beeldhoek vanuit kustplaatsen waar het windpark is te zien kleiner dan wanneer het gehele windenergiegebied wordt gebruikt als kavel. Dat zou de zichtbaarheid van het windpark in kavel V verminderen.

Om eerst de worstcase in beeld te kunnen brengen, wordt voor dit MER in eerste instantie uitgegaan van de kavelindeling die in figuur 3.8 is gepresenteerd. In de effecthoofdstukken 5 tot en met 11 zal die kavelindeling uitgangspunt zijn voor de effectbeschrijving. Op basis van deze effectbeschrijvingen zal in hoofdstuk 12 bepaald worden in hoeverre gekomen kan worden tot optimalisatie van de kavelindeling, ook op basis van zichtbaarheid en beleving. Derhalve wordt ter invulling van het advies van de Commissie voor de m.e.r. verwezen naar hoofdstuk 12 (en specifiek naar paragraaf 12.6).

¹⁴ NLR-CR-2016-266 Offshore windturbinezog en veilige helikopteroperaties, te vinden via <https://www.noordzeeloket.nl/nieuws>

3.4 Keuze voor uitgifte van één kavel

In de routekaart is opgenomen dat windenergiegebied Hollandse Kust (noord) ruimte biedt voor 700 MW, zie hoofdstuk 2. Vanwege de dalende kosten van windenergie op zee is besloten geen twee kavels van ieder 350 MW meer uit te geven, maar één kavel van 700 MW. Naar verwachting zijn er voldoende geïnteresseerde partijen die een windpark van 700 MW kunnen financieren en realiseren voor een concurrerende subsidietender. Door één in plaats van twee kavels uit te geven, ontstaat iets meer flexibiliteit en mogelijkheid tot schaalvergroting voor de ontwikkelaar. De ontwikkelaar hoeft geen ruimte meer vrij te laten voor de grenzen tussen beide kavels en tracés van de aansluitverbinding, zoals eerder bij twee kavels van 350 MW het geval was. Binnen kavel V wordt mogelijk ruimte gereserveerd voor een innovatiekavel, zie ook paragraaf 3.5.

3.5 Innovatiekavel

Naast het nemen van een kavelbesluit voor kavel V overweegt de minister van Economische Zaken en Klimaat een kavelbesluit te nemen voor een innovatiekavel binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Wanneer er wordt gekozen voor een innovatiekavel zal een aparte tender worden georganiseerd. Een aanleiding voor een innovatiekavel kan zijn het tekort aan demonstratiefaciliteiten om baanbrekende innovaties van de grond te laten komen en de wens voor een verdere kostendaling dan de kostenreductie van 40% die is afgesproken in het Energieakkoord. Daarnaast geeft de Energieagenda aan dat het combineren van windenergie op zee met andere functies op de Noordzee waarmee synergie-effecten¹⁵ zijn te behalen, in de toekomst een belangrijk uitgangspunt is.

Dit kavel kan ook worden gebruikt om hiermee in de praktijk ervaring op te bouwen. Wanneer besloten wordt tot een innovatiekavel zal dit niet leiden tot een overschrijding van het maximale vermogen van 760 MW voor het windenergiegebied. Het vermogen dat op het innovatiekavel wordt toegestaan, zal in mindering worden gebracht op het reguliere kavel V. Voor kavel V wordt derhalve uitgegaan van maximaal 710 MW en voor het innovatiekavel voor maximaal 50 MW. De turbines van het innovatiekavel kunnen worden aangesloten op het platform van TenneT en zullen dan daadwerkelijk elektriciteit aan het net leveren. Dit betekent dat innovaties worden gedemonstreerd die in een vergevorderd stadium zijn.

De effecten van een mogelijk innovatiekavel worden inzichtelijk gemaakt in dit MER. De innovaties passen binnen de bandbreedte die in het volgende hoofdstuk wordt gepresenteerd. Om de effecten van het innovatiekavel expliciet te maken, wordt in elk effecthoofdstuk (hoofdstuk 5 tot en met 11) aandacht besteed aan het effect van het innovatiekavel.

De locatiekeuze voor een eventueel innovatiekavel is gebaseerd op het volgende (naast de gebruikelijke criteria voor de verkaveling van een kavel zoals 3.3 weergegeven):

- nabijheid van het platform van TenneT;
- zo min mogelijk belemmering voor toekomstige parkbekabeling van kavel V;
- een minimaal aantal kabelkruisingen en

¹⁵ Voor zover dit de kosten van windenergie op zee verder reduceert of de maatschappelijke kosten van de energietransitie beperkt. Denk aan natuurontwikkeling, visserij, olie en gas, interconnectie en energieopslag.

- de bereikbaarheid in verband met onderhoud.

In figuur 3.8 is de ligging van het mogelijke innovatiekavel weergegeven.

3.6 Aansluiting op het elektriciteitsnet

Aansluiting van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op het elektriciteitsnet gebeurt door middel van één platform die met twee exportkabels naar de kust zijn aangesloten op het landelijke hoogspanningsnetwerk. Het platform, de exportkabels en netaansluiting worden door TenneT aangelegd. Hiervoor wordt een separate m.e.r. doorlopen.

Het platform Alpha is gepositioneerd aan de oostzijde van windenergiegebied Hollandse Kust (noord). De windturbines in kavel V én het innovatiekavel worden op platform Alpha aangesloten. Figuur 3.8 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. Rekening wordt ook reeds gehouden met een drietal extra kabels die Alpha mogelijk verbindt met verderweg gelegen toekomstige windpark Hollandse Kust (west).

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 voorgenoemde activiteit, in dit geval opwekking van energie met windturbines, kan worden gerealiseerd met inachtneming van het doel van deze activiteit. In dit MER zijn alternatieven voor één gebied met één windpark onderzocht (zogenaamde 'kavel'). De alternatieven zijn opgebouwd uit een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types dat mogelijk is binnen een dergelijk kavel.

De kavel binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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 (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 V, dat wil zeggen uitgifte en operationeel zijn van het park in 2023.

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 V van Hollandse Kust (noord) gebouwd zouden kunnen worden. Uit de MER-en en Passende Beoordelingen voor kavel I en II van windenergiegebied Borssele komt naar voren dat om de gunstige staat van instandhouding van zilvermeeuw te waarborgen, in de overige geplande kavels uit het Energieakkoord naast Borssele grotere turbines zullen moeten worden voorgeschreven om gemiddeld uit te komen op 5 MW-turbines op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). In dat geval zal het aantal vogelslachtoffers in cumulatieve zin de Nederlandse PBR¹⁶ niet overschrijden. Voor ieder windenergiegebied is de ondergrens bepaald. Zo is voor kavel I en II van windenergiegebied Borssele de ondergrens bepaald op 4 MW-turbines, voor Borssele kavels III, IV, en V (innovatiekavel) is dit 6 MW, voor Hollandse Kust (zuid) is dat ook 6 MW. Om gemiddeld op ten minste 5 MW te komen is een turbine met een vermogen van minstens 8 MW nodig in kavel V van windenergiegebied Hollandse Kust (noord). De notitie "Zilvermeeuw slachtofferaantallen bij vier scenario's van SER windparken"¹⁷ bevestigt de benodigde ondergrens van 8 MW. Als bovengrens in dit MER wordt een turbine van 10 MW aangehouden¹⁸.

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. Het aantal watt per m² neemt de laatste jaren af en ligt nu tussen circa 380 W/m² en 260 W/m² (uitkomsten werksessie ECN, september 2014). Uitgaande van een ondergrens van 8 MW en bovengrens van 10 MW aan opgesteld vermogen, resulteert dit in de rotordiameters zoals weergegeven in tabel 4.1. De bovenste en onderste rijen geven respectievelijk de maximale en minimale rotordiameters weer.

¹⁶ 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.

¹⁷ A. Gyimesi 'Zilvermeeuw slachtofferaantallen bij vier scenario's van SER windparken' Notitie 15-314, Bureau Waardenburg bv.

¹⁸ Zie einde van deze paragraaf 4.2.1, waarin het belang van een bovengrens wordt aangegeven.

Tabel 4.1 Rotordiameters.

Power Density Rotor (W/m²)	Opgesteld vermogen (MW)				
	6	7	8	9	10
260	171	185	198	210	221
280	165	178	191	202	213
300	160	172	184	195	206
320	155	167	178	189	199
340	150	162	173	184	194
360	146	157	168	178	188
380	142	153	164	174	183

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

Funderingen

Turbines worden aangelegd met behulp van een *monopile*, *jacket*, *tripod 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. Het geluidsniveau van het onderwatergeluid is weer afhankelijk van de gebruikte hei-energie, die daarom een belangrijke variabele vormt. Om de range aan mogelijke effecten te onderzoeken zijn alle nu gangbare vormen van funderingen beschouwd. De volgende tabel geeft voor paalfunderingen aan welke combinaties beschouwd zijn. In de tabel staat tevens hoeveel palen het betreft bij een windpark van 760 MW en met welke hei-energie de palen geheid gaan worden (de maximale hei-energie die beschouwd is in dit MER voor het onderzoeken van de worst case situatie). Ten behoeve van het MER is de worst case situatie beschouwd (in termen van het grootste aantal te installeren palen) dat een 8 MW-turbine met een jacket of tripod wordt aangelegd; dit is in onderstaande tabel uitgewerkt.

Tabel 4.2 Type fundering, paaldiameter en hei-energie.

Paaldiameter (m)	MW/turbine	Aantal palen (voor totaal 760 MW opgesteld vermogen)	Hei-energie <u>worst case</u> (kJ)
<i>Tripods</i> (3 palen / fundering)			
2	8	285	1.000
2,5	8	285	1.000
3	8	285	1.000
3,5	8	285	1.000
4	8	285	1.000
<i>Jackets</i> (4 palen / fundering)			
1,5	8	380	1.000
2	8	380	1.000
2,5	8	380	1.000
3	8	380	1.000
3,5	8	380	1.000
<i>Monopiles</i>			
8	8	95	2.400
9	9	84	2.700
10	10	76	3.000

Voor *gravity based* funderingen en *suction buckets* is een maximale afmeting van respectievelijk 40 x 40 meter en 15 tot 20 meter diameter op de zeebodem aangehouden.

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. Door uit te gaan van een spanningsniveau van 66 kV (in plaats van 33 kV), kunnen meer windturbines op één kabel worden aangesloten. Hierdoor is voor het hele windpark minder parkbekabeling nodig. Minder parkbekabeling leidt tot lagere kosten voor de kabels en de installatie daarvan en tot minder ruimtebeslag.

Overzicht bandbreedte

De bandbreedte aan invullingsmogelijkheden binnen de uit te geven kavel staat in tabel 4.3. 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 en maximaal 221 meter. De waarden van de bandbreedte zijn gebaseerd op de huidige stand der techniek en verwachtingen omtrent ontwikkelingen voor de komende jaren.

Tabel 4.3 Bandbreedte MER.

Onderwerp	Bandbreedte
Vermogen individuele windturbines	Minimaal 8 MW*
Tiphoogte individuele windturbines	189 – 251 meter**
Tiplaagte individuele windturbines	25 – 30 meter
Rotordiameter individuele windturbines	164 – 221 meter***
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 4x rotordiameter
Aantal bladen per windturbine	2 – 3
Type funderingen (substructures)	Monopile, jacket, tripile, tripod, gravity based structure
Type fundering (foundation)	Paalfunderingen, suction buckets, gravity based structures
Aanlegwijze paalfunderingen	Intrillen, heien, boren, suction
In geval van heien van fundering: hei-energie gerelateerd aan turbinetype / heipaal	1.000 – 3.000 kJ, afhankelijk van bodemcondities en diameter fundering
In geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per turbine:	
Jacket	4 palen van 1,5 – 3,5 meter
Monopile	1 paal van 8 tot 10 meter
Tripod	3 palen van 2 tot 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.
Elektrische infrastructuur (inter-array bekabeling)	66 kV

* = dat betekent met een maximum van 760 MW maximaal 95 turbines.

**=iets gewijzigd ten opzichte van de Notitie reikwijdte en detailniveau. Reden daarvoor is dat gekozen is voor dezelfde uitgangspunten welke zijn gehanteerd voor de kavels in de windenergiegebieden Borssele en Hollandse Kust (zuid).

***=idem.

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 de hei-energie die benodigd is bij het heien van funderingen (en daarmee het geluidsniveau), en
- de tiphoogte en tiplaagte van de windturbines.

Naar verwachting komen er turbines op de markt die mogelijk een vermogen hebben van meer dan 10 MW. 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 V 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 wijzigt het worstcase scenario niet. De maatvoeringen zijn bepalend voor de effecten, niet het vermogen per turbine *an sich*.

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 geeft voor de verschillende milieuaspecten de worst case en best case aan. De tabel betreft een vereenvoudigd overzicht, in de themahoofdstukken (hoofdstuk 5 tot en met 13) zijn de te onderzoeken scenario's in meer detail beschreven.

Tabel 4.4 Worst case en best case binnen de bandbreedte per milieuaspect.

Milieuaspect	Bandbreedte	
	Alternatief (Worst case)	Alternatief (Best case)
Vogels en vleermuizen	95 x 8 MW-turbines Tiplaagte 25 m, rotordiameter 164 m	76 x 10 MW-turbines Tiplaagte 30 m, rotordiameter 221 m
Onderwaterleven*	76 x 10 MW-turbines Hei-energie: 3.000 kJ 1 turbinelocatie per dag	95 x 8 MW-turbines Hei-energie: 1.000 kJ 1 turbinelocatie per dag
Scheepvaart	95 x 8 MW-turbines Jacket-fundering met diameter 15 m	76 x 10 MW-turbines Monopaalfundering met diameter 10 m
Geologie en hydrologie	95 x 8 MW-turbines	76 x 10 MW-turbines
Landschap**	95 x 8 MW-turbines Min. rotordiameter 164 m Min. ashoogte: 107 m	76 x 10 MW-turbines Max. rotordiameter 221 m Max. ashoogte: 140 m
Overige gebruiksfuncties	95 x 8 MW-turbines	76 x 10 MW-turbines
Elektriciteitsopbrengst**	95 x 8 MW-turbines	76 x 10 MW-turbines
<p>* 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. Zo is weliswaar de geluidsproductie bij heien met 3.000 kJ hoger dan bij 1.000 kJ, het aantal palen dat geheid wordt met een hogere hei-energie is lager waardoor de totale milieubelasting lager uit kan vallen.</p> <p>** Voor landschap en elektriciteitsopbrengst is er niet zozeer sprake van een worst- of bestcase, maar geven de alternatieven wel een bandbreedte aan.</p>		

4.2.3 Elektrische infrastructuur: inter-array bekabeling, platform en tracé export kabel

De windparken zullen 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 3.1 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 Apha onderzocht. Het tracé wordt gevormd door meerdere kabels die in strengen groepen van windturbines aansluiten op het platform.

4.2.4 Nulalternatief: huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het nulalternatief is de huidige situatie met de autonome ontwikkeling¹⁹. Het nulalternatief is het alternatief waarbij er geen kavelbesluit wordt genomen voor kavel V. Het gebied in kavel V 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) meegenomen.

¹⁹ 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).

Met de Wet windenergie op zee zijn de vergunningen voor windparken 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 (zuid).

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, niet-windenergie gerelateerde, ontwikkelingen relevant zijn om te beschouwen in het kader van autonome ontwikkeling of cumulatie. Indien relevant, dan worden deze in het betreffende effecthoofdstuk genoemd.

4.2.5 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 welke effecten maximaal bij het invullen van de bandbreedte op zouden kunnen treden. 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 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 8 MW per turbine voor kavel V van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) als ondergrens aan te houden.

Vaststellen van de maximaal uit te geven bandbreedte

Op basis van de uitkomsten van dit MER en andere (bijvoorbeeld beleidsmatige of financiële) 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 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) bij het MER gevoegd.

4.3 Milieuaspecten

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

4.3.1 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie

De belangrijkste reden om windinitiatieven te realiseren, is het opwekken van duurzame energie. Er is berekend hoeveel elektriciteit wordt opgewekt. Ook is bepaald welke uitstoot van schadelijke stoffen het windpark vermijdt in vergelijking met de situatie dat dezelfde energie wordt opgewekt op conventionele wijze, zoals met behulp van kolen- en gasverbranding. Een vergelijking is gemaakt met de emissies van de huidige brandstofmix die wordt gebruikt in Nederland voor opwekking van elektriciteit. Dit zijn de stoffen koolstofdioxide (CO₂), stikstofoxiden (NO_x) en zwaveldioxide (SO₂). Er is tevens aandacht besteed aan hoeveel energie het kost om turbines te produceren en te plaatsen en wat het effect van de bestaande windparken Prinses Amalia, OWEZ en Luchterduinen en de nog te realiseren windparken op de kavels I t/m IV windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) is op de elektriciteitsproductie in Hollandse Kust (noord) en vice versa.

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:

- aanvaringsslachtoffers (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 ordegrootte 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 worden de volgende effecten onderscheiden:

- Aanvaringsrisico;
- Barrièrewerking;
- Habitatverlies;
- Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud (tijdens zowel aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase).

Het gaat 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 V van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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)

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 (noord) 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.

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.

Specifiek wordt ook ingegaan op het effect van de ontwikkeling van windenergie in kavel V voor kabeljauw. Hierbij wordt de meest recente literatuur gebruikt.^{20 21}

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)²² (conform het advies van de Commissie m.e.r. over de MER-en kavel I en II windenergiegebied Borssele).

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 (noord) 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 natuurbescherming²³. Het gaat enkel om externe werking, de kavels liggen buiten Natura 2000-

²⁰ Imares, Residence time and behaviour of sole and cod in the Offshore Wind farm Egmond aan Zee (OWEZ), 2010

²¹ Imares, Monitoring- and Evaluation Program Near Shore Wind farm (MEP-NSW), Fish community, 2012

²² 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

²³ De Flora- en faunawet en de Natuurbeschermingswet 1998 zijn (samen met de Boswet) per 1 januari 2017 geïntegreerd in de Wet natuurbescherming.

gebieden. 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. Zo zal bijvoorbeeld bekeken worden welk effect de ontwikkeling van kavel V heeft, ook in cumulatie met de uitrol van windenergie conform de routekaart, op de instandhoudingsdoelstelling van kleine mantelmeeuwen van Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel en Duinen Vlieland.

4.3.3 Scheepvaart en veiligheid

De kans op ongevallen door aandrijvingen en aanvaringen is onderzocht. 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 de kavel, 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 waarbij ook het aspect SAR (Search and Rescue) wordt meegenomen.

Bij het openstellen van de windparken wordt, evenals in voorgaande kavelbesluiten, 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.

4.3.4 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), Schiphol, militaire gebieden, zand-, grind- en schelpenwinning, scheepvaart- en luchtvaartradar, kabels en leidingen, archeologische en cultuurhistorische waarden en recreatie en toerisme.

Gebruik wordt gemaakt van het onderzoek van Periplus naar de archeologische en cultuurhistorische waarden in het plangebied. De effecten van het windpark op deze waarden worden getoetst aan de sinds 1 juli 2016 in werking getreden Erfgoedwet.

Letten op de nabijgelegen mijnbouwplatforms, wordt het veilig aanvliegen van de platforms onderzocht. Hierbij valt onder andere te denken aan het effect van zog op dit aanvliegen.

Het MER zal ingaan op de effecten voor de betrouwbaarheid van de walrader en indien nodig mitigerende maatregelen aandragen.

Voor het beschrijven van de effecten op recreatie en toerisme zal in dit MER gebruik worden gemaakt van de onderzoeken van Decisio en Motivaction. Decisio heeft onderzoek uitgevoerd naar de regionale maatschappelijke en economische effecten van windparken op zee. Motivaction heeft onderzoek verricht naar de beleving van de windparken van Hollandse Kust. Verder zal een overzicht gegeven worden van uitgevoerd onderzoek op het gebied van effecten van windturbines op recreatie en toerisme. Ook wordt aangegeven 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'.

4.3.5 Morfologie en hydrologie

Beschreven is wat de bodemopbouw en de stabiliteit van de bodem is. Ook is 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 is in kwalitatieve termen ingegaan op de invloed van omvangrijke windparken op het golfklimaat in de omgeving (afname totale windenergie en daarmee golfenergie en kusterosie).

4.3.6 Landschap

De zichtbaarheid van windturbines vanaf de kust wordt in dit MER gevisualiseerd aan de hand van (foto)visualisaties vanaf diverse kustplaatsen, voor de dagperiode en ook voor de nachtperiode. De bandbreedte van windturbines wordt weergegeven, dus een alternatief met minder maar grotere turbines en een alternatief met meer maar kleinere turbines. De windturbines in kavel V worden gevisualiseerd.

De visualisaties betreffen fotovisualisaties. In een visualisatierapport wordt ingegaan op de techniek van het maken van deze fotovisualisaties, hoe deze visualisaties bekeken dienen te worden voor een realistische beleving, de locaties van de standpunten en het tijdstip en weersomstandigheden op het moment van maken van de foto's.

Het zicht is van vele factoren afhankelijk en om dat beter te begrijpen wordt naast de visualisaties ook 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;
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, Hoek van Holland en Schiphol.

Naast deze vier aspecten speelt de zogenaamde horizontale beeldhoek een rol in de mate waarin het windpark het beeld domineert. Een windpark dat over de hele horizon waarneembaar is of slechts 5% van de horizon beslaat, maakt voor de dominantie veel uit.

De zichtbaarheid wordt in hoge mate wordt bepaald door de meteorologische omstandigheden. Per kustplaats wordt dan ook aangegeven welk percentage van de dagperiode (in de zomermaanden wanneer de meeste bezoekers komen) de meteorologische omstandigheden dusdanig zijn dat het windpark waarneembaar is. Gebruik wordt gemaakt van zichtbaarheidsdata van meerdere KNMI meetstations (IJmuiden, De Kooy, Hoek van Holland en Schiphol), verzameld over enkele decennia en geven daarmee een betrouwbaar beeld.

Ook zal in het kader van zichtbaarheid aandacht worden besteed aan het nieuwe “informatieblad aanduiding offshore windturbines en offshore windparken in relatie tot luchtvaartveiligheid” (versie 3.0, 30 september 2016).

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 blijvende effecten is ook aandacht besteed aan tijdelijke en/of omkeerbare gevolgen. Dit betreft met name 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 4.5 is per milieuaspect aangegeven welke criteria zijn gebruikt en de wijze waarop de effecten zijn beschreven en beoordeeld (kwantitatief en/of kwalitatief).

Tabel 4.5 Beoordelingscriteria per milieuaspect.

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Elektriciteits-opbrengst	Elektriciteitsproductie Terugverdientijd energie bouw CO ₂ -emissie reductie NO _x -emissie reductie SO ₂ -emissie reductie	Kwantitatief, in kWh/jaar Kwantitatief in maanden Kwantitatief, in ton/jaar Kwantitatief, in ton/jaar Kwantitatief, in ton/jaar
Vogels en vleermuizen	<i>Aanleg windpark</i> Verstoring aanleg fundering Verstoring door toegenomen scheepvaart	Verstoring in aantal km ²
	<i>Gebruik windpark</i> <i>Lokale zeevogels</i> Aanvaringsrisico Barrièrewerking Verstoring door windturbines Verstoring door onderhoud windpark Habitatverandering door veranderd gebruik	Aantal vogelslachtoffers Kwalitatief effect van omvliegen Verstoring in aantal km ² Habitatverlies in km ² en vertaling naar populatiereductie
	<i>Broedende kolonievogels</i> Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers Kwalitatief effect van omvliegen

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	Barrièrewerking, habitatverlies/verandering foerageermogelijkheden Verstoring door windturbines <i>Trekvogels en vleermuizen</i> Aanvaringsrisico (#slachtoffers BAND-model) Barrièrewerking	Verstoring in aantal km ² Aantal vogelslachtoffers/vleermuis-slachtoffers Kwalitatief effect van omvliegen
	<i>Verwijdering windpark</i> Verstoring door verwijderen fundaties Verstoring door toegenomen scheepvaart	Verstoring in aantal km ²
Onderwaterleven	<i>Bodemdieren en vissen</i> 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 Beschermde soorten	Verandering in aantal soorten Aanwas substraatsoorten Dichtheid per m ² Dichtheid en effect op beschermde soorten
	<i>Zeezoogdieren</i> 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 ²) Aantal verstoorde dieren / effect op populatie Tijdsduur van de verstoring Aantal aangetaste dieren
Scheepvaart en veiligheid	<i>Veiligheid</i> Kans op 'ramming' en 'drifting' Gevolgschade van 'ramming' en 'drifting' <i>Scheepvaart</i> Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart Effect van doorvaart voor schepen tot 24 meter	Kans op ramming/drifting Gevolgschade in de vorm van vrijkomende hoeveelheid olie Kwalitatief
Overige gebruiksfuncties	Beïnvloeding van: Visserij	Beperkingen visserij

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	Olie- en gaswinning Luchtvaart/helikopterbewegingen Zand-, grind- en schelpenwinning Baggerstort Scheeps- en luchtvaartradar Kabels en leidingen Telecommunicatie Munitiestortgebieden en militaire gebieden Recreatie en toerisme Cultuurhistorie en archeologie Schelpdierkweek Windparken	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 schelpdierkweek Beïnvloeding windparken
Geologie en hydrologie	Effect op golven Effect op waterbeweging (waterstand/stroming) Effect op waterdiepte en bodemvormen Effect op bodemsamenstelling Effect op troebelheid en waterkwaliteit (waaronder de effecten van kathodische bescherming) Effect op sedimenttransport Effect op kustveiligheid	Kwalitatief en kwantitatief
Landschap	Zichtbaarheid aan de hand van: <ul style="list-style-type: none"> - de eigenschappen van het object, - de kromming van de aarde, - de visus van het menselijk oog en - de meteorologische omstandigheden Dominantie van het beeld Interpretatie zichtbaarheid a.d.h.v. fotovisualisaties	Percentage zichtbaarheid in de tijd Percentage van de beeldhoek Kwalitatief op basis van fotovisualisaties

Om de effecten van de varianten per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een + / - schaal beoordeeld ten opzichte van het nulalternatief. Hiervoor wordt de volgende beoordelingsschaal gehanteerd, zoals weergegeven in tabel 4.6. De beoordeling wordt gemotiveerd.

Tabel 4.6 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.

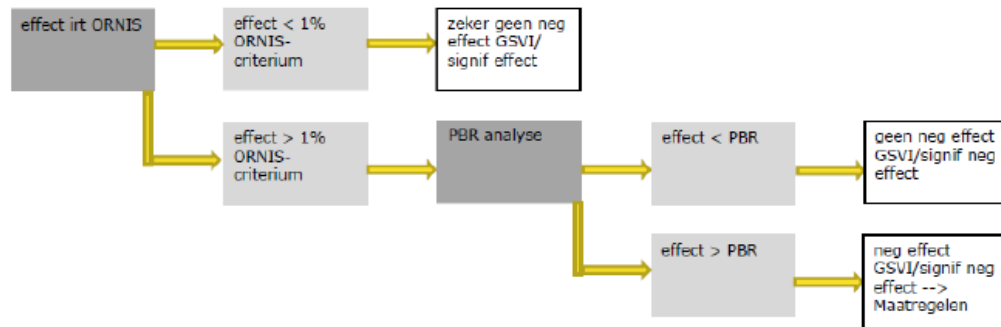
Vogels

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:



De Commissie voor de m.e.r. adviseert bij soorten waarvan de additionele sterfte onder de 1%-mortaliteitsnorm en/of de PBR uitkomt, maar de populaties niet vitaal zijn, ook na te gaan of het voornemen afbreuk kan doen aan de beoogde Gunstige Staat van Instandhouding (GSI). Bijlage 4 van dit MER gaat hier nader op in (specifiek bijlage 6 daarvan).

Wanneer een zodanige sterfte van kleine mantelmeeuwen of andere soorten uit een Natura 2000-gebied optreedt, zal naast de PBR ook worden getoetst aan de specifieke instandhoudingsdoelstellingen van de betreffende Natura 2000-gebieden.

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 & Saeftinghe, Waddenzee, Noordzeekustzone en Vlakte van Raan, welke instandhoudingsdoelstellingen hebben voor de grijze of gewone zeehond of bruinvis. Voor bruinvissen wordt tevens 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*). Het interim doel van ASCOBANS voor bruinvissen is om de populatie op minimaal 80% van de draagkracht te houden.

(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);

- de Agreement on the Conservation of Populations of European Bats (Eurobats), met als doel de bescherming van de in Europa voorkomende vleermuizen;
- de Agreement for the Conservation of Seals in the Wadden Sea (Wadden Sea Seals), met als doel door samenwerking een gunstige staat van instandhouding van de Gewone zeehond te bereiken en te behouden in de Noordzee.

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

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 eveneens gebruik worden gemaakt van het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) dat het Rijk heeft opgesteld conform het Nationaal Waterplan (2009-2015). In dit afwegingskader wordt ingegaan op de cumulatieve ecologische effecten van het realiseren van alle windparken conform de uitrol volgens de routekaart 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 update van 2016 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 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 wieken.

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*). Het interim doel voor bruinvissen is om de populatie op minimaal 80% van de draagkracht te houden.

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 (noord) zal het KEC het uitgangspunt vormen.

Vergunningen voor windparken op zee waarvoor geen subsidie is verleend, zijn vervallen bij de inwerkingtreding van de Wet windenergie op zee. Daarom hoeven deze niet in de cumulatie te worden meegenomen in de MER-en.

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 V en kavel VI worden windturbines met een totale maximale capaciteit van 760 MW gebouwd. Omdat kavel VI (innovatiekavel) middenin het windenergiegebied ligt en omringt is door percelen die bij kavel V horen, zullen de effecten van de verschillende kavels niet onderscheidend zijn. De bandbreedte van te plaatsen windturbines zal ook niet verschillen in het innovatiekavel ten opzichte van kavel V, waardoor er geen andere effecten van kavel VI te verwachten zijn. In dit hoofdstuk wordt derhalve verder geen onderscheid gemaakt in kavel V en VI. Het hoofdstuk beschouwt de effecten van windturbines in kavel V, waarbij het dus voor de effecten niet uitmaakt of een deel van kavel V voor het innovatiekavel (kavel VI) wordt gereserveerd of niet.

Voor de fundatie van offshore windturbines zijn verschillende type funderingen mogelijk. De meest toegepaste funderingen zijn: monopile, jacket, tripod, tripile, suction bucket en gravity based (zie voor toelichting Bijlage 1). 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:

- 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: geen erosiebescherming;
- Gravity based (1 paal per fundering): erosiebescherming = 3 maal de paaldiameter.

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.

Alternatief 1 (minste bodemberoering, best case): een 8 MW-turbine op een suction bucket fundering met een doorsnede van 17,5 meter. Erosiebescherming (stortstenen): geen.

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): drie maal de diameter van de voet.

Tabel 5.2 Totaal oppervlak fundering en erosiebescherming (hele windpark). Onderstaande afmetingen zijn indicatief bedoeld en kunnen projectspecifiek afwijken.

Type fundering	Oppervlakte fundering (m ²)*	Oppervlakte erosiebescherming (m ²)*	Totaal oppervlak (m ²)*
Jacket Ø 2,5 m (8 MW)	1.865	44.768	46.633
Jacket Ø 3,5 m (10 MW)	2.925	70.196	73.121
Monopile Ø 8,0 m (8 MW)	4.775	38.202	42.977
Monopile Ø 10,0 m (10 MW)	5.969	47.752	53.721
Tripod Ø 3,0 m (8 MW)	2.015	48.349	50.364
Tripod Ø 4,0 m (10 MW)	2.865	68.763	71.628
Suction bucket Ø 17,5 m (8 MW)	22.850	0	22.850
Suction bucket Ø 20,0 m (10 MW)	23.876	0	23.876
Gravity Based Fundatie Ø 35,0 m (8 MW)	91.401	731.206	82.2606
Gravity Based Fundatie Ø 40,0 m (10 MW)	95.504	764.035	859.540

*Weergegeven zijn de totaaloppervlaktes van een park met 95 x 8 MW turbines of 76 x 10 MW turbines.

De beoordelingscriteria worden in de volgende paragrafen besproken.

5.1.1 Golven

Bepalende factoren voor golven 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 deining veroorzaken. 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. Hierbij is de betreffende waterdiepte of golfbasis recht evenredig met de golflengte. De mate van opwoeling is vooral afhankelijk van de eigenschappen van het bodemmateriaal en van de grootte van de wrijvingskrachten op het bodemoppervlak. De opwoeling door golven maakt het mogelijk dat bodemmateriaal kan worden getransporteerd door stromingen die op zichzelf niet sterk genoeg zijn om het zand van de bodem los te maken.

5.1.2 Waterbeweging (waterstand en stroming)

De waterbeweging wordt bepaald door een samenspel van getij, wind en wateraanvoer door de rivieren. De getijbeweging is te onderscheiden in een verticaal getij (periodieke beweging van de waterstand) en een horizontaal getij (getij-gedreven stroming). Wind veroorzaakt veranderingen van de waterstand (stuwing), golven en stromingen. Wind is hiermee indirect de oorzaak van veel morfologische veranderingen die in het kustgebied plaatsvinden. De windopzet en de golf- en stromingskarakteristieken hangen nauw samen met het windklimaat (windrichting en windsnelheid). Het windklimaat kan veranderen als gevolg van veranderingen in klimatologische en meteorologische omstandigheden.

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. In de Noordzee komt een aantal bodemvormen voor, zoals geulen, (mega)ribbels, zandgolven en zandbanken. Deze veelal mobiele bodemvormen hebben grote invloed op bijvoorbeeld het sedimenttransport, de kustverdediging en de stabiliteit van kabels en leidingen, die ingegraven in of op de zeebodem liggen.

5.1.4 Bodemsamenstelling

De sedimentsamenstelling van de bodem speelt ook een belangrijke rol bij het optreden van verschillende processen. 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. Tenslotte bevatten sommige bodemlagen belangrijke archeologische waarden.

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, het storten van baggerspecie op zee en de opwerveling door natuurlijke processen en menselijk handelen. 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 de zomer; het groeiseizoen van de meeste organismen. Langs de Nederlandse kust wordt het slibtransport ook beïnvloed door de aanwezigheid van baggerstortlocaties (loswallen), zandwingebieden 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. In het algemeen kan het sedimenttransport worden opgedeeld in drie fasen, te weten het opwoelen van bodemmateriaal, de horizontale verplaatsing door het water en de resedimentatie.

5.1.7 Kustverdediging

De kustverdediging heeft met name te maken met de veiligheid tegen overstroming. Dit hangt enerzijds af van de hydrodynamische belasting en anderzijds van de sterkte en stabiliteit van de zeewering. De sterkte van de zachte delen van de zeewering (strand en duinen) is in hoge mate afhankelijk van de aanwezige hoeveelheid zand. De hoeveelheid zand fluctueert in ruimte en tijd en is afhankelijk van het gevoerde kustbeleid (thans: kustlijnhandhaving door middel van zandsuppleties zoals bij Petten en Ter Heijde (de zandmotor)). De natuurlijke verandering in de aanwezige hoeveelheid zand in een bepaald kustvak hangt met name af van de golven en het getij. Het criterium 'kustverdediging' wordt dus beïnvloed door de andere criteria.

5.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

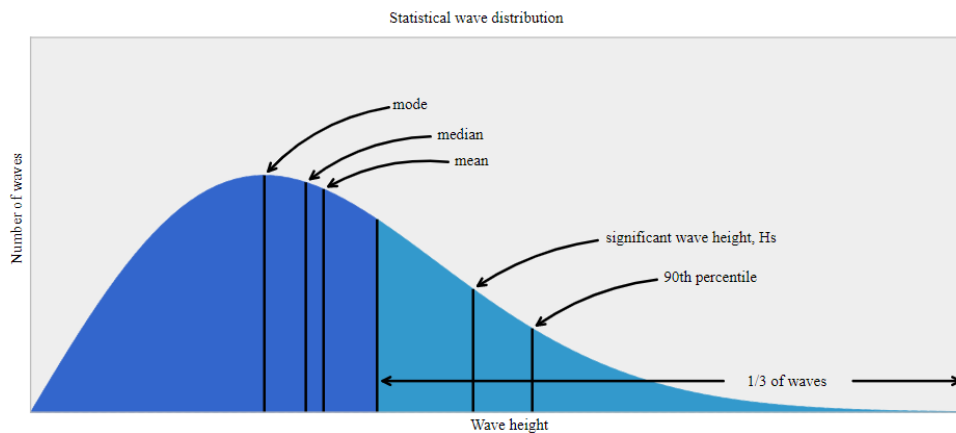
5.2.1 Huidige situatie

In het algemeen kan worden gesteld dat, gezien vanuit morfologische en hydrodynamische processen en gespiegeld aan de levensduur van de ingreep, in de omgeving van de locatie Hollandse Kust (noord) 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 tij 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, de zandsuppleties bij Petten en Egmond aan Zee 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 (volgens waarnemingen tot 7,3 meter) komen uit het noordwesten (Korevaar, 1990). 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, zie Figuur 5.1) 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).

Figuur 5.1 Aanduidingen van verschillende golfhoogtes in statistische golfhoogtedistributie



Bron: U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

Waterbeweging (waterstand en stroming)

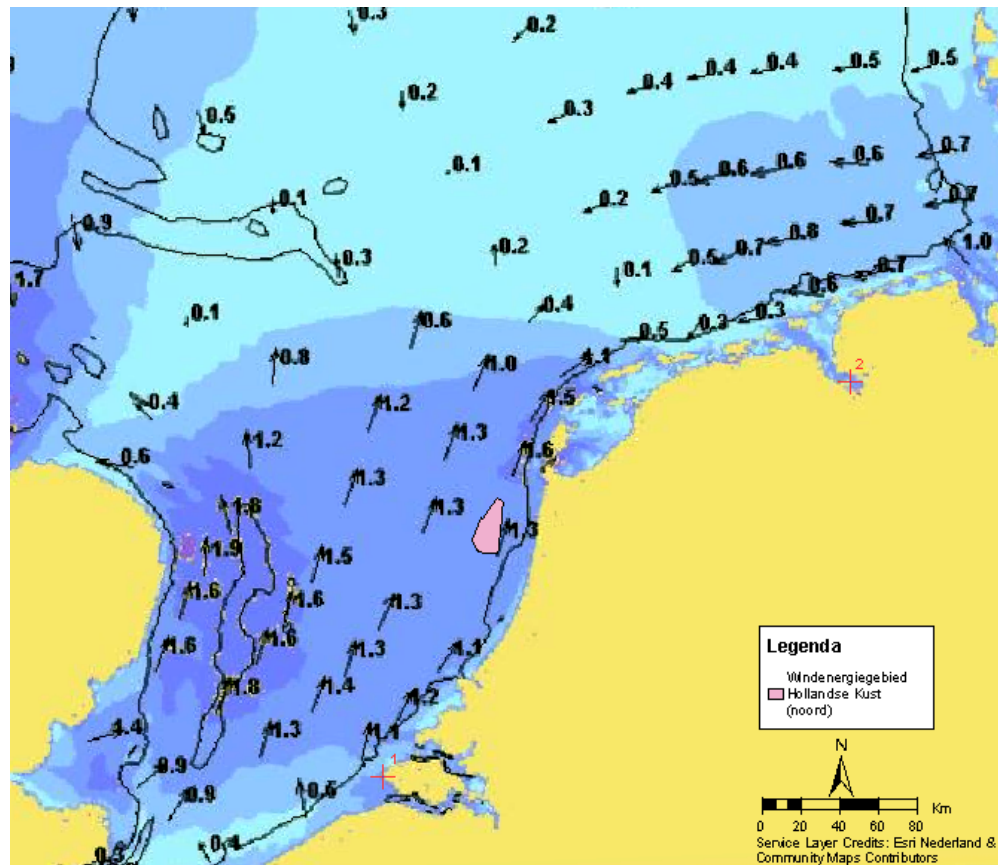
Het gemiddelde getijverschil langs de Hollandse kust neemt toe van noord (Den Helder: 1,4 meter) naar zuid (Scheveningen: 1,7 meter) en neemt af met toenemende afstand vanaf de kust. Nabij het windenergiegebied ligt deze waarde rond de 1,5 meter. Bij gemiddeld tij is ongeveer twee uur na hoogwater in de bovenste waterlaag een maximale getijstroom (circa tussen 1,1 en 1,3 knopen) in noordelijke richting aanwezig (zie Figuur 5.2)

Ook bij de bodem is sprake van deze asymmetrie in stromingssnelheid. Als gevolg hiervan en de overheersende zuidwestelijke wind loopt een reststroom van ongeveer 0,3 - 0,5 meter per seconde (Zuidelijke Noordzee Stroomatlas, 1999 Versie 3²⁴) langs de kust in noordelijke richting. Deze reststroom langs de kust is 15 – 30 kilometer breed en zorgt onder andere voor het transport van rivierwater vanuit Haringvliet en de Nieuwe Waterweg langs de kust naar noordelijk gelegen gebieden, zoals de Waddenzee. In Figuur 5.2 wordt dit weergegeven.

Gedetailleerde ADCP-metingen, verricht in 1992 in 20 meter diep water en 12 kilometer uit de kust bij Meetpost Noordwijk, wijzen op noordwaarts gerichte reststromingen langs de kust, die bij de bodem zeer klein zijn (< 0,01 meter per seconde tussen NAP -19 meter en NAP -11 meter en toenemen tot > 0,05 meter per seconde tussen NAP -11 meter en NAP -4 meter) (Roelvink et al., 2001). Factoren die leiden tot sterkere en minder uniforme reststromen, zijn een hoge afvoer van de Rijn en een noordwaarts gerichte wind. Zuidwaarts gerichte wind kan leiden tot een reststroom, die zich tijdelijk in zuidelijke richting beweegt. Ook op Meetpost Noordwijk zijn cross-shore reststromingen gemeten onshore gericht tussen NAP -19 meter en NAP -12 meter (max. 0,02 meter per seconde op NAP -18 meter) en offshore gericht tussen NAP -11 meter en NAP -4 meter (max. 0,03 meter per seconde op NAP -4 meter), behalve bij sterke landwaarts gerichte wind.

²⁴ Na publicatie zijn de zandmotor en de aanleg van Maasvlakte 2 en de zandwinputten die voor Maasvlakte 2 zijn gemaakt ook van belang: in de praktijk blijkt dat de stromingen langs de kust gewijzigd zijn zowel in richting als in sterkte. Er zijn echter geen goede data beschikbaar ten behoeve van dit MER.

Figuur 5.2 Waterbeweging (stroomsnelheid in knopen) bij gemiddeld tij, twee uur na hoogwater.
Bron: Zuidelijke Noordzee Stroomatlas, 1999.



Waterdiepte en bodemvormen

De zeebodem ter plaatse van het geplande windpark is continu aan verandering onderhevig. Deze verandering, die geheel valt binnen het dynamische evenwicht, wordt veroorzaakt door het optreden van verschillen in het zandtransport in de tijd en ruimte. Het gebied kan worden opgedeeld in:

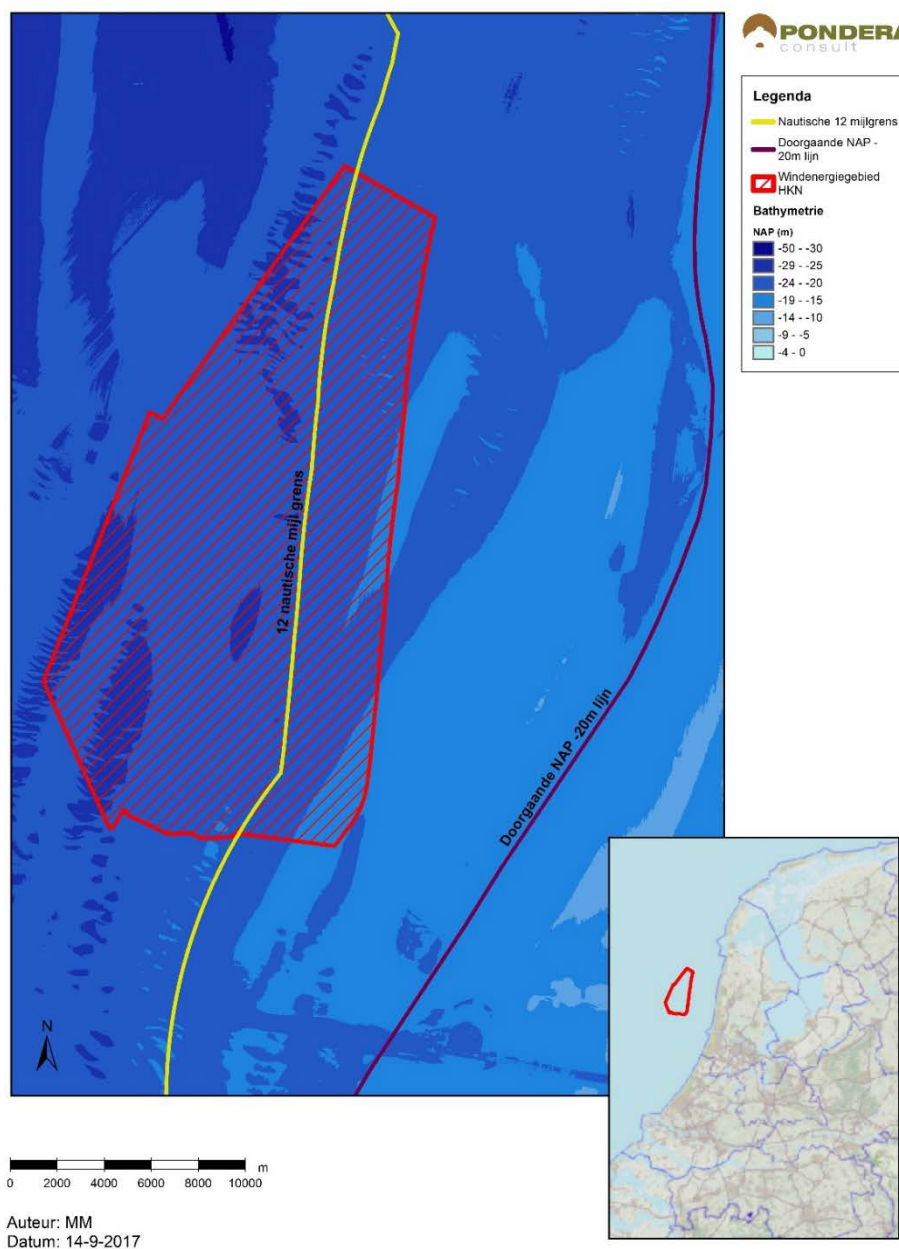
- De *eigenlijke zeebodem* of *shelf* (de vlakke zone zeewaarts vanaf ongeveer -20 meter Normaal Amsterdams Peil (NAP))
- De *vooroever* (de hellende zone tussen NAP -20 meter en NAP -8 meter)
- De *actieve zone* (de zone tussen NAP -8 meter tot NAP +3 meter)
- De *toegangseulen* tot de havens van Rotterdam en IJmuiden.

Het windenergiegebied is gelegen op de *eigenlijke zeebodem*; ofwel de *shelf*. In vergelijking met de vooroever en de actieve zone is de shelf tamelijk stabiel. Op de vlakke zeebodem zijn hellende zandbanken en steilere zandgolven aanwezig. De waterdiepte varieert van 20 tot 25 meter MSL (Mean Sea Level, vergelijkbaar met NAP) (Figuur 5.3). Het plangebied van het windenergiegebied ligt zo ver uit de kust (minimaal 18,5 kilometer, ofwel 10 nautische mijl) dat, afgezien van zandruggen en zandgolven, de zeebodem vrijwel vlak is (met een helling kleiner dan 1 : 1.000). Zandgolven zijn kleinschaliger maar ook mobieler dan de kilometers brede en tientallen kilometers lange zandbanken. De gemiddelde lange termijn verplaatsingssnelheid van

zandgolven voor de Nederlandse kust bedraagt 0 tot <10 meter per jaar. Lokaal zijn verplaatsingen van 10 meter in 3 maanden gemeten (Schüttenhelm, 2002).

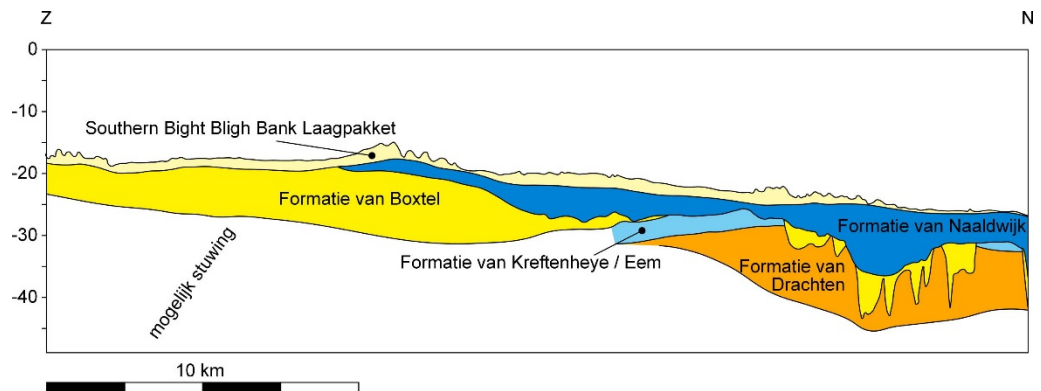
In het plangebied bevinden zich ook megaribbels. Deze bodemvormen hebben een golflengte van 5-15 meter en een amplitude van circa 0,5-1,5 meter. Megaribbels zijn dynamischer dan zandgolven en veranderen tijdens stormen vaak van vorm. De meest kleinschalige bodemvormen (ribbels) reageren het meest direct op de hydrodynamische processen. Daarnaast worden deze beïnvloed door de boomkorvisserij, aangezien hierdoor parallel aan de getijdestroom georiënteerde sleeppatronen achtergelaten worden.

Figuur 5.3 Bathymetrie Windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Bathymetrie laag van 2017



In Figuur 5.4 wordt een Zuid-Noord doorsnede van de bodemopbouw door het midden van de locatie van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) weergegeven. Het Bligh Bank Laagpakket omvat het schelphoudende zand dat actief over de zeebodem beweegt. De Formatie van Naaldwijk betreft veelal getijzand met klei-inschakelingen. Lokaal bevindt zich (in het zuiden) aan de basis mogelijk een kleilaag, eventueel op Basisveen. Dat is zeker niet het geval waar de getij-afzettingen zijn ingesneden. De Formatie van Boxtel bestaat deels uit door de wind afgezet zand en deels uit zand en leem dat in lokale beekdalén is afgezet tijdens de laatste IJstijd. Ook komen hier Grindsnoertjes voor. 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. De Eem Formatie is fijnkorreliger van aard en bevat naast kleig zand ook schelpen. De Formatie van Drachten is vergelijkbaar met de Formatie van Boxtel maar is in een eerdere IJstijd gevormd. Lokaal is er in deze formatie kans op stuwing.

Figuur 5.4 Dwarsdoorsnede van bodemopbouw door het midden van de locatie van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Bron: Rijkswaterstaat



Bodemsamenstelling

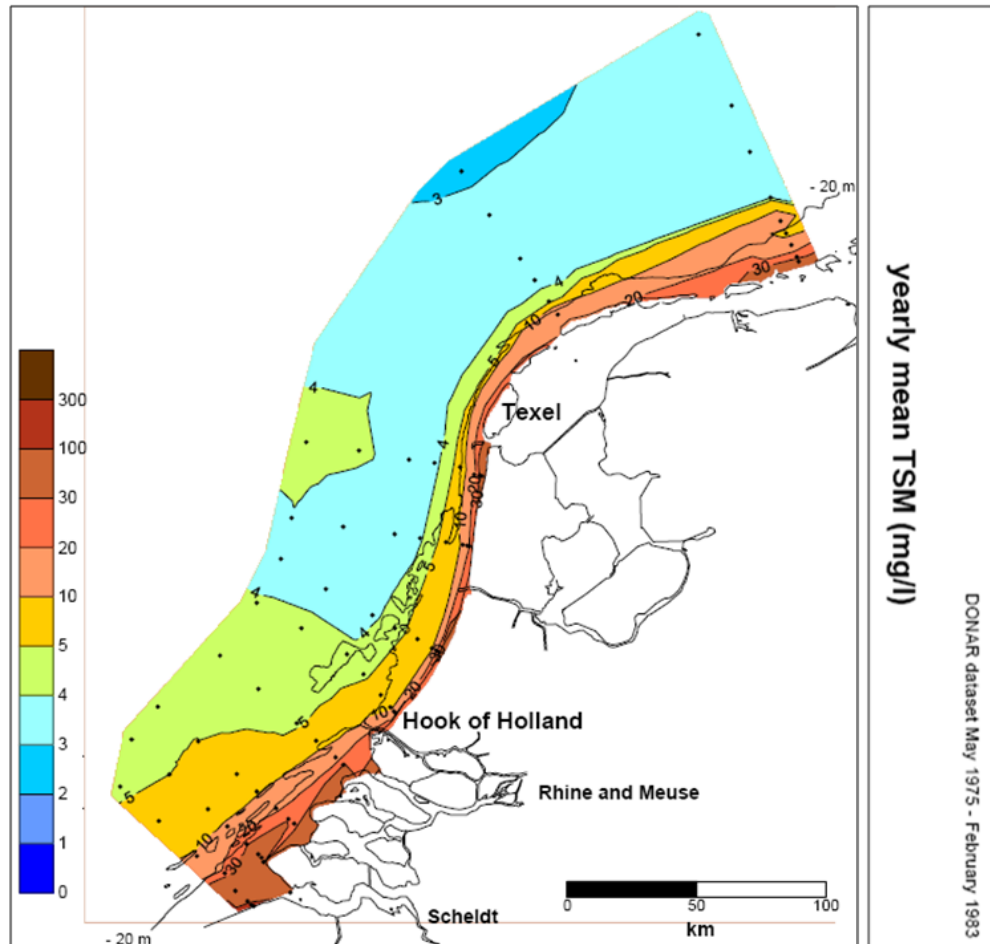
De gemiddelde korreldiameter van zeebodemsediment in de zuidelijke Noordzee vertoont een zekere samenhang met de waterdiepte en de stroomsnelheid. Diepere en verder noordwaarts gelegen gebieden zijn fijnkorreliger dan ondiepere gebieden voor de Hollandse kust (Niessen & Schüttenhelm, 1986). De zeebodem ter plaatse van het plangebied bestaat voornamelijk uit middelgrof zand (gemiddelde korrelgrootte (D50) van 250 - 500 μm) met een slibgehalte van <5%. Ook komt in het plangebied zand met een gemiddelde korrelgrootte van 125 – 250 μm voor. Het oppervlakte sediment bestaat uit zand, licht grindhoudend zand en grindhoudend zand. Het in dit zand aanwezige grind is van bioklastische oorsprong en bestaat uit schelpen en schelpfragmenten. De onderliggende lagen (tot een diepte van 10 meter) bestaan gedeeltelijk uit zand, maar boorgegevens wijzen op de lokale aanwezigheid van tenminste 5 meter dikke, geconsolideerde sliblagen (afgezet voor de laatste ijstijd beneden NAP -33 meter (Van Heteren, 2002)). De Pleistocene toplagen bevinden zich op een diepte van maximaal 25-30 meter. Ter plaatse van het plangebied komt de "Boxtel Formatie" voor. Deze formatie bestaat uit zeer fijn tot matig grof, zwak tot sterk siltig, kalkloos tot sterk kalkhoudend, lokaal zwak tot sterk grindhoudend zand. De kleur varieert van lichtgrijs tot geelbruin.

Troebelheid en waterkwaliteit

De troebelheid van het water wordt bepaald door het gehalte aan zwevend materiaal. Dit bestaat voor het grootste deel uit slib. 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 (zie hoofdstuk 10 voor de ligging van deze locaties en gebieden).

De jaargemiddelde troebelheid langs de Nederlandse kust neemt zeewaarts af van 30-50 mg/l op 2 kilometer tot 10 mg/l op 5 kilometer en 5 mg/l op 10-20 kilometer afstand van de kustlijn (Figuur 5.5). Ter hoogte van Hollandse Kust (noord) kavel V bedraagt de jaargemiddelde troebelheid 3-5 mg/l. In de zomermaanden, wanneer de weersomstandigheden rustiger zijn, is de gemiddelde troebelheid lager dan in de wintermaanden.

Figuur 5.5 Jaargemiddelde slibconcentratie (Total Suspended Matter, TSM) langs de Nederlandse kust voor de periode 1975-1983 (Suijlen & Duin, 2002)



De waterkwaliteit van de Noordzee wordt met name bepaald door de concentraties algen, gesuspendeerde delen (m.n. slib) en door eutrofiërende en verontreinigende stoffen. Het water in de kustzone is door de zwevende delen, vooral dicht bij de kust, veel troebeler dan het water op open zee. De zwevende delen in het water zijn van belang voor de binding en het transport van veel schadelijke stoffen. Verontreinigende stoffen zijn onder andere: zware metalen (o.a. cadmium, zink en kwik), anorganische verbindingen met chloor/broom, organische microverontreinigingen (aromatische koolwaterstoffen, dioxines, PCB etc.), weekmakers en vlamvertragers. Van bovengenoemde verontreinigende stoffen is bekend dat ze schadelijk zijn voor bodemdieren en zeezoogdieren. De grote rivieren in Nederland spelen ook een belangrijke rol in de waterkwaliteit van de Noordzee, omdat het rivierwater uiteindelijk in de Noordzee terecht komt. Tenslotte speelt ook aanvoer via de lucht een rol en treedt verontreiniging op door industriële activiteiten op zee (scheepvaart, platforms, munitiestort, etc.).

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. In het algemeen kan het sedimenttransport worden opgedeeld in drie fasen, te weten het opwoelen of eroderen van het bodemmateriaal, de horizontale verplaatsing door het water (bed transport van zand) en de sedimentatie (dynamisch proces van sedimentatie en erosie).

Voor de Noordzee is het van belang onderscheid te maken 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. Deze fractie wordt ook vaak aangeduid als zwevende stof.

In de richting langs de kust is de reststroming en dus 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). Uit directe metingen en uit satellietbeelden blijkt dat de slibconcentratie in de kusttrivier hoog is (90 – 100 mg/l), terwijl deze verder zeewaarts ca. 5 – 10 mg/l is (Suijlen & Duin, 2002).

Het zandtransport vindt voornamelijk plaats in de ondiepe kustzone vanwege de invloed van golven. De zone tot een waterdiepte van circa 8 meter is het meest belangrijk en wordt als actieve zone aangemerkt. Transporten door golf-geïnduceerde stromingen evenwijdig aan de kust zijn in deze zone dominant. De havenmonden van Rotterdam, Scheveningen en IJmuiden, verstoren het langstransport met als gevolg een afwisselend patroon langs de kust van erosie en aangroei.

De belangrijkste menselijke ingrepen die van invloed zijn op sedimenttransport zijn zandwinning, baggerstort, de aanleg van Maasvlakte 2, de Zandmotor, offshore windparken en de kustsuppletie bij Petten en Egmond aan Zee.

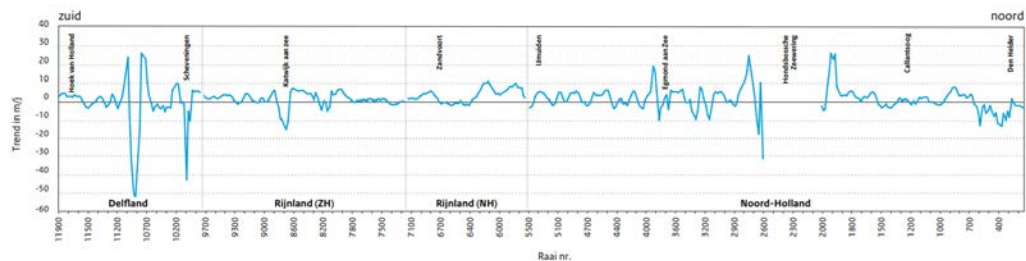
Kustverdediging

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 in dat geval zandsuppletie wordt uitgevoerd. De belangrijkste reden voor de noodzaak van zandsuppleties is de versnelde zeespiegelstijging. Van Malde (1996) toonde aan de hand van langjarige metingen aan, dat de zeespiegel tijdens de laatste eeuw 0,1 - 0,2 meter is gestegen. In de nabije toekomst wordt, vanwege de opwarming van de aarde, een verdere stijging van de zeespiegel verwacht. Niet overal langs de kust heeft de stijging van de zeespiegel dezelfde gevolgen. Het centrale deel van de Nederlandse kust, ter hoogte van het plangebied, progradeert enigszins. Daarentegen eroderen het zuidelijke en het noordelijke deel van de kust (Lorenz et al., 1991). Dit geldt overigens alleen voor duin en strand en niet voor de vooroever.

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 lange termijn 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. Dit blijkt onder andere uit de zogenaamde kustlijnkaarten (RWS, 2018). Deze kaarten tonen een grotendeels stabiel beeld voor de Hollandse kust. In Figuur 5.6 staat de uitkomst van de trendbepaling over een periode tien jaar voor Noord- en Zuid-Holland in de vorm van een doorlopende grafiek langs de Nederlandse kust. In deze figuur is de regelmatig wisselende trend te zien die tussen -5 en +5 m/jaar ligt. Een positieve waarde geeft aan dat de kust op die locatie in de afgelopen tien jaar verder zeewaarts is geschoven en een negatieve waarde verder landinwaarts, ten opzichte van de Basiskustlijn. Uit de figuur blijkt dat er een geringe verplaatsing van de kustlijn zeewaarts is geweest. Trendbreuken en grote waarden van de trend kunnen ook veroorzaakt worden door harde constructies als havendammen en zeedijken.

Figuur 5.6 Trendgegevens kustlijnverplaatsing over een periode van tien jaar, Zuid- en Noord-Holland (Kustlijnkaarten 2018, RWS).



Figuur 3.5: Trendgegevens: Hollandse kust

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 (noord) 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 funderingen 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 fundering is sprake van een open constructie,

waardoor golven slechts beperkt worden gehinderd. Bij een dergelijke constructie zal rondom de fundering dan ook nauwelijks sprake zijn van opstuwing en verlaging van de waterstand.

Bij funderingen waarbij sprake is van dichte constructie, zoals een monopile, tripile/tripod, suction bucket of gravity based, zal wel sprake zijn van een kleine verandering van het golfveld. In theorie veroorzaakt een dergelijke fundering door extra wrijving opstuwing aan de loefzijde en een verlaging van de waterstand aan de lijzijde van de fundering. Alleen zeer lokaal zal achter een dichte fundering een verlaging van de golfhoogte optreden (Hoffman et al. 1997; Chakrabari, 1987). Deze verandering treedt op tot een afstand van één tot twee maal de diameter van de fundering. Bij zowel de monopile, suction bucket als de gravity based fundering varieert de diameter ter hoogte van de zeespiegel van 6 tot 10 m. Dat betekent dat de afstand waarop beïnvloeding plaats vindt, varieert van 12 tot maximaal 20 meter. De toepassing van J-tubes langs de funderingen om de kabels over de bodem te geleiden kan een invloed hebben van 9-17% op de lokale golfsterkte (Segeren, 2011).

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.

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 nauwelijks wordt gehinderd.

Bij funderingen waarbij sprake is van dichte constructie, zoals een monopile, tripile/tripod, suction bucket of gravity based zal wel sprake zijn van een kleine verandering van de waterbeweging. De verandering van het stroombeeld zal alleen lokaal achter de funderingen (één tot twee keer de diameter van de monopile) optreden (Hoffman et al. 1997; Chakrabari, 1987). 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 lijzijde van de monopile. Deze veranderingen zijn echter zeer gering (maximaal 2%; Danish Hydraulic Institute, 1999). De effecten zijn daardoor alleen merkbaar in de directe omgeving van de funderingen. De funderingen hebben geen invloed op de gemiddelde stroomsnelheid binnen het windpark. Daarvoor is de diameter van de fundering te klein, de waterdiepte te groot, het aantal funderingen te klein en de onderlinge afstand tussen de windturbines te groot.

De effecten van een gravity base fundering op de waterbeweging zullen groter zijn doordat de gemiddelde diameter van het deel van de fundering dat zich onder water bevindt groter is (circa 20-25 m), maar ook hier is het effect op de stroomsnelheid verwaarloosbaar. De effecten zijn gezien de beperkte omvang en het lokale karakter, voor de alternatieven neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

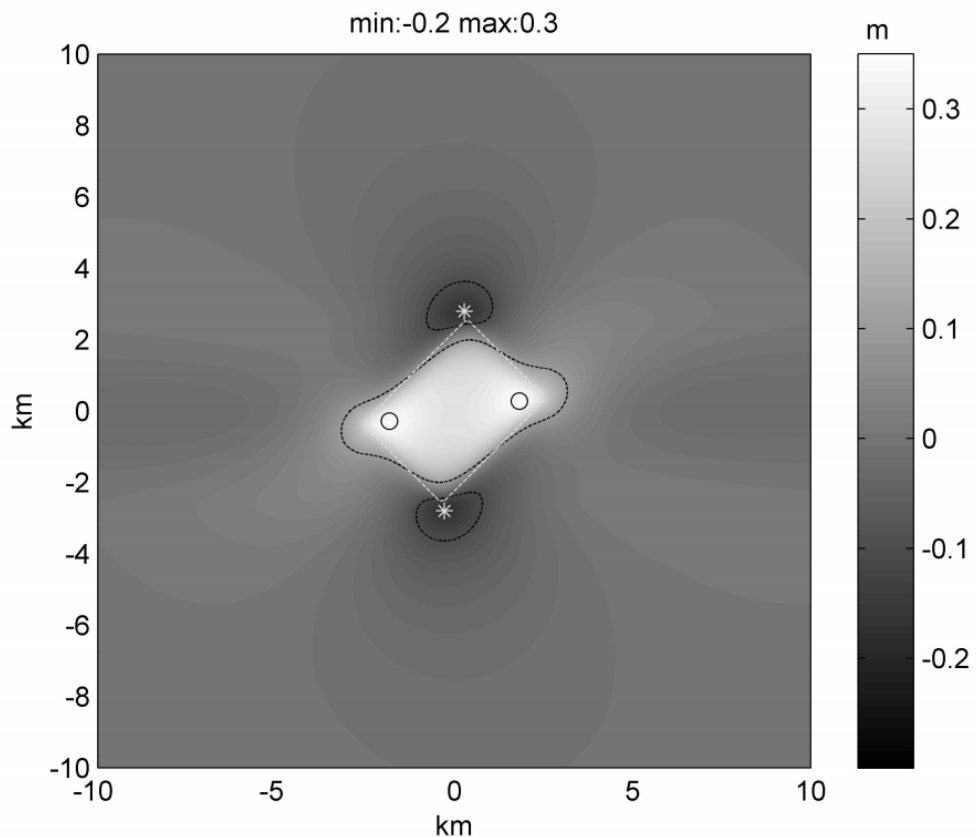
Waterdiepte en bodemvormen

De veranderingen in de bodemligging worden veroorzaakt door het sedimenttransport. Het sedimenttransport wordt onder andere beïnvloed door golven, getijstroming en de waterdiepte. Naarmate de waterdiepte afneemt worden de snelheden langs de bodem veelal groter,

waardoor transport van sediment toeneemt. In het plangebied bevinden zich zandbanken met een zuidwest-noordoost oriëntatie.

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 het windpark geringe en lokale effecten op de bodemvormen. In Figuur 5.7 wordt weergegeven welke invloed een fictief windpark heeft op de morfologische ontwikkeling op lange termijn. Het windpark in dit voorbeeld heeft een oppervlakte van 12 vierkante kilometer (vergelijkbaar met de gemiddelde grote van een kavel binnen kavel V), een onderlinge afstand tussen windturbines van 500 meter en elke turbine heeft een monopile als fundatie met een diameter van 4,5 meter. In het geplande windpark zullen de turbines verder uit elkaar staan en zullen de fundaties maximaal een diameter hebben van 3,5 meter. Daarom kan dit fictieve park worden gezien als een worst case situatie. Daarnaast zijn de funderingen gerealiseerd op 30 meter waterdiepte, in een zandbodem met gemiddelde korrelgrootte (200 μm). Zoals uit Figuur 5.7 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 25 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 20 centimeter (rondom de witte cirkels) en een lokale afname van de waterdiepte van 30 centimeter (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 (noord) is lager dan in het voorbeeld. De effecten van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) zijn op basis van het voorgaande naar verwachting vrijwel verwaarloosbaar. De alternatieven zijn ook voor dit criterium niet onderscheidend. De effecten worden neutraal (0) beoordeeld.

Figuur 5.7 Invloed van een windpark op de morfologische ontwikkeling na 100 jaar (Van der Veen, 2008) “Morphological development of a wind farm of 4 by 3 km after 100 years. Wind turbines spaced 500 m apart (dwt is 4.5 m). Other parameters: flow velocity 0.7(m/s), median grain size 200 (µm), water depth 30 (m) and an angle with respect to the flow of 45°. The white dashed line marks the outline of the wind farm. The black line denotes the area of influence (Ai_farm).”



Bodemsamenstelling

De samenstelling van de bodem binnen het plangebied van Hollandse Kust (noord) is vrij uniform. De bodem bestaat uit erodeerbaar sediment, voornamelijk middelgrof zand (125 – 250 µm en 250 - 500 µm). Door de aanleg van de erosiebescherming wordt nieuw materiaal in de vorm van stortsteen geïntroduceerd. Rondom de erosiebescherming kunnen er erosiekuilen ontstaan, maar dat heeft een zeer lokaal effect op de sedimentsamenstelling 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). 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 geen erosiekuilen ontstaan rond de funderingspalen. Een verhoging van de troebelheid wordt hiermee voorkomen. Rondom de erosiebescherming

kunnen lokaal wel erosiekuilen ontstaan, maar de mate van vertroebeling door deze erosiekuilen wordt zeer klein tot verwaarloosbaar geacht. 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.

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 geen erosiekuilen ontstaan rond de funderingspalen. Rondom de erosiebescherming kunnen er erosiekuilen ontstaan, maar ook dat heeft een zeer lokaal gering effect op het sedimenttransport (ACRB, 2013). De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Kustverdediging

De gevolgen van kavel V en VI 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 (minimaal circa 18,5 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 (Ø 30 – 40 m) en erosiebescherming (Ø 90 - 120 m) groter dan bij de andere funderingstypen (zie Tabel 5.2). Nadat de erosiebescherming is aangebracht zal een nieuw evenwicht ontstaan. De aanlegwijze van de fundatie (intrillen, heien, boren of suction) is niet wezenlijk onderscheidend voor de effecten. Bij de verwijdering van het windpark treden dezelfde soort effecten op, maar in geringere mate. Het ingraven van de parkbekabeling leidt tot verstoring van het bodemoppervlak (de effecten van de kabels die van het park naar land lopen worden in een separaat MER onderzocht). Het verstoorde oppervlak is afhankelijk van de totale lengte van de parkbekabeling en de breedte van de strook die wordt verstoord door het ingraven van de kabel. Afhankelijk van de ingraafdiepte en de gebruikte ingraaftechniek (ploegen, trenchen of een combinatie) zal de verstoorde breedte maximaal 10 meter zijn. 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 10 turbines van 7 MW op een streng worden aangesloten²⁵. Dit betekent dat er 70 MW per streng kan worden aangesloten wat neer komt op 8 turbines van 8 MW (alternatief 1) per streng of 7 turbines van 10 MW (alternatief 2) per streng. Voor alternatief 1 wordt daarom als uitgangspunt genomen dat in totaal 12 strengen nodig zijn en voor alternatief 2 in totaal 11 strengen. Wanneer deze uitgangspunten worden gehanteerd zal de totale lengte aan parkbekabeling (worst case) neerkomen op circa 160 tot 170 km is (beide alternatieven vallen binnen deze range). Het (tijdelijk) verstoorde oppervlak ligt daarmee tussen de 160 en 170 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 plaatsen en heien van de funderingspalen, het aanbrengen van de erosiebescherming en het aanleggen van de parkbekabeling de bodem worden omgewoeld. Dit heeft resuspensie (opwoeling) van sediment tot gevolg. Dit sediment zal voor een deel met de stroom worden meegevoerd en elders weer sedimenteren. Het effect is gering in relatie tot de natuurlijke dynamiek van de bodem. Na korte tijd zal een nieuw evenwicht ontstaan. De aanlegwijze van de fundatie (intrillen, heien, boren of suction) is niet wezenlijk onderscheidend voor de effecten.

²⁵ Tennet. 2015. 66 kV Systems for Offshore Wind Farms. Report No.: 113799-UKBR-R02, Rev 2. 05-03-2015

Door de aanleg van erosiebescherming wordt nieuw substraat in de vorm van stortsteen geïntroduceerd (zie Tabel 5.2). De erosiebescherming wordt uitsluitend zeer lokaal (rond de fundering) toegepast. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Troebelheid en waterkwaliteit

Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het plaatsen en heien van de funderingspalen, het aanbrengen van de erosiebescherming en het aanleggen van de parkbekabeling tijdelijk een verhoging van de troebelheid optreden. Gezien het lage slibgehalte van de bovenste 5 meter zeebodemsediment (< 5%) zal veel van het opgewoelde sediment snel weer bezinken. De aanlegwijze van de fundatie (intrillen, heien, boren of suction) is niet wezenlijk onderscheidend voor de effecten.

Bij het trenchen van de parkbekabeling zal tot op enkele tientallen meters afstand vertroebeling optreden. 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 echter ruimschoots binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek van de Noordzee. De troebelheid van zeewater is in normale situaties ongeveer 4-5 mg/liter (zie tevens Figuur 5.5), 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 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 18,5 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 Innovatiekavel

Zoals reeds in paragraaf 5.1 is aangegeven zullen effecten niet anders zijn dan in dit hoofdstuk beschreven indien een deel in kavel V voor innovaties wordt benut, namelijk in kavel VI. Dat heeft als reden dat de bandbreedte van de te plaatsen windturbines niet zal verschillen in het innovatiekavel ten opzichte van kavel V. Voor de effecten maakt het dus niet uit of een deel van kavel V voor het innovatiekavel (kavel VI) wordt gereserveerd of niet.

5.5 Effectbeoordeling

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik, de verwijdering en het onderhoud van het geplande windpark en de kabels zijn zeer beperkt van omvang. Daarnaast zijn de effecten tijdens de aanleg en verwijdering tijdelijk van aard. De veranderingen, voor zover deze optreden, zijn zeer gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied. Door de relatief geringe afmetingen van de funderingspalen, de relatief grote onderlinge afstand tussen de windturbines en het aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving van de funderingspalen en het parkbekabelingtracé en is van tijdelijke aard. 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	Alternatief 2
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

5.6 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 (noord) zullen nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en verwaarloosbare effecten optreden. Op het schaalniveau van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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 (noord) worden dan ook als neutraal beoordeeld.

Er zijn effecten van de aanleg van Maasvlakte 2, de Zandmotor voor de kust van Ter Heijde, de zandsuppletie bij Petten en Egmond aan Zee, zandwingebieden en loswallen op de morfologie en hydrologie. Echter is het niet exact bekend hoe groot die effecten precies zijn. Doordat het geplande windpark maar in zeer beperkte mate morfologische en hydrologische veranderingen teweegbrengt heeft dit geen consequenties voor de effectbeoordeling.

5.7 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.

5.8 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 van 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.

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 V en kavel VI worden windturbines met een totale maximale capaciteit van 760 MW gebouwd. Omdat kavel VI (innovatiekavel) middenin het windenergiegebied ligt en omringt is door percelen die bij kavel V horen, zullen de effecten van de verschillende kavels niet onderscheidend zijn. De bandbreedte van te plaatsen windturbines zal ook niet verschillen in het innovatiekavel ten opzichte van kavel V, waardoor er geen andere effecten van kavel VI te verwachten zijn. In dit hoofdstuk wordt derhalve verder geen onderscheid gemaakt in kavel V en VI. Het hoofdstuk beschouwt de effecten van windturbines in kavel V, waarbij het dus voor de effecten niet uitmaakt of een deel van kavel V voor het innovatiekavel (kavel VI) wordt gereserveerd of niet.

Ontwikkelaars kunnen in een later stadium bepalen welke turbines gebouwd gaan worden en in welke configuratie. 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 221 meter) en het verschil in aantal turbines (minimaal 76 en maximaal 95 turbines).

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

Alternatief	Turbine vermogen	Aantal turbines	Indicatief MW	Turbine tiplaaagte (m)	Ashoogte (m)	Rotordiameter (m)	Oppervlakte van kavel V (km ²)
1	8 MW	95	760	25	107	164	131
2	10 MW	76	760	30	140,5	221	131

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 ook een paragraaf specifiek aan tweebladige turbines besteed.

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 V 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	
<i>Aanleg windpark (constructiefase)</i>	
Verstoring aanleg fundering	Aantal verstoorde vogels
Verstoring door scheepvaart	Aantal verstoorde vogels

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
<i>Gebruik windpark (operationele fase)</i>	
<i>Lokaal verblijvende niet-broedvogels</i>	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers ²⁶
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines, onderhoud en habitatverandering door veranderd gebruik	Aantal verstoorde vogels
<i>Broedende (kolonie)vogels</i>	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers ²⁷
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud	Aantal verstoorde vogels
<i>Vogels op seizoenstrek</i>	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Aantal kilometers omvliegen
Habitatverlies	Aantal km ² van het foerageergebied
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud	Aantal verstoorde vogels
<i>Verwijdering windpark (verwijderingsfase)</i>	
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 ² van het foerageergebied
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud (tijdens zowel aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase)	Concentratie van vleermuizen

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).

^{26, 22} Binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat, 2015) is afgesproken om het effect van habitatverlies te kwantificeren door een sterfte van 10% aan te houden van de individuen die habitatverlies ondervinden.

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).
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 (noord) zou kunnen ingrijpen 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 (noord), zoals die ook gebruikt zijn in het Kader Ecologie en Cumulatie en aanvullende studies (Rijkswaterstaat 2016).

Daarvoor zijn de volgende bronnen gebruikt:

- Negen vliegtuigtellingen, die ook het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) doorkruisten, zijn uitgevoerd in 2010-2011 (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, 2017, 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 van het KEC (Rijkswaterstaat 2016) 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 km²) weergegeven voor de verschillende soorten en soortgroepen en de verschillende bronnen (vliegtuigtellingen (Poot et al, 2011) en vliegtuig- en scheepstellingen (MWTL/ESAS)).

In dit MER wordt verder aangenomen dat de dichtheden gepresenteerd voor windpark PAWP en OWEZ (Skov et al. 2015a) en in mindere mate voor Luchterduinen (Skov et al. 2015b; Skov et al. 2016; Skov et al. 2017), ook representatief zijn voor de dichtheden in windenergiegebied Hollandse Kust (noord).

Tabel 6.4 Gemiddelde dichtheden in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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
<i>duikers</i>						0,16	0,18	0,18	
<i>jan-van-gent</i>		0,50	0,25	0,16	0,08	0,16		0,08	
<i>dwergmeeuw</i>						0,15		0,42	3,06
<i>drieteenmeeuw</i>			0,00	0,03	0,33	0,19	0,13	0,16	
<i>grote meeuwen</i>	2,74	6,07	0,87	0,90	1,30	0,99	1,02	2,34	5,00
<i>grote stern</i>	0,10	0,08	0,67						2,12
<i>alk</i>						0,41	1,14	0,09	
<i>alkachtigen</i>		0,00	0,01	-0,01	0,43	0,68	1,75	0,45	0,24

Tabel 6.5 Geïnterpoleerde dichtheden van vogels in kavel V van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op basis van tweemaandelijks tellingen vanuit vliegtuigen (MWTL) en schepen (ESAS). Dichtheden zijn bepaald op basis van MWTL tellingen voor kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, zilvermeeuw (cf. 2^{de} iteratie KEC (van der Wal et al. 2015), jan-van-gent, noordse

stormvogel, drieteenmeeuw en stormmeeuw (cf. 1ste iteratie KEC (Leopold *et al.* 2015) en ESAS en MWTL tellingen voor de andere soorten (cf. Rijkswaterstaat 2015).

soort/soortgroep	feb	apr	jun	aug	okt	dec
aalscholver	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,6
alk	0,0	0,3	0,9	0,8	0,3	0,0
drieteenmeeuw	0,1	0,8	2,0	0,5	0,4	0,7
duikers	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0
dwergmeeuw	0,0	0,1	0,1	0,1	6,3	0,0
fuut	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
grouwe pijlstormvogel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
grote jager	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
grote mantelmeeuw	0,2	0,2	0,1	1,2	0,7	3,2
grote stern	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
jan van gent	1,1	0,8	0,3	1,2	0,7	0,5
kleine alk	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
kleine jager	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
kleine mantelmeeuw	5,7	6,4	3,0	1,8	0,3	0,0
kokmeeuw	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
kuifaalscholver	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
noordse stormvogel	0,3	0,0	0,1	0,4	0,5	0,2
papegaaiduiker	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
stormmeeuw	0,0	0,2	0,5	1,5	1,6	0,0
stormvogeltje	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
vaal stormvogeltje	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
visdief/noordse stern	0,5	0,0	0,5	0,0	0,7	0,0
zeekoet	0,4	9,1	10,7	3,7	1,2	0,0
zilvermeeuw	0,7	0,5	0,5	0,4	3,4	3,3
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 het 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 aanvaringslactoffers 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 V.

Soort	Kan de soort 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 V ligt buiten bereik van kolonies.	Nee
Aalscholvers	Ja, kolonies in Zuid- en Noord-Holland kunnen kavel V bereiken.	Ja
Noordse stormvogel	Ja, maar ze vliegen vrijwel uitsluitend vlak boven het wateroppervlak.	Nee
Drieteenmeeuw	Ja, maar erg incidenteel en reguliere vliegbewegingen zijn niet te verwachten.	Nee
Kokmeeuw	Ja, maar geen broedvogels uit beschermde Natura 2000-gebieden.	Nee
Stormmeeuw	Ja, maar kolonies hebben geen beschermde status.	Nee
Kleine mantelmeeuw	Ja, Natura 2000-kolonies in de Duinen en Lage Land Texel en Duinen Vlieland kunnen kavel V bereiken.	Ja
Zilvermeeuw	Ja, maar soort heeft een kustgebonden verspreiding en heeft naar verwachting geen regelmatige vluchten door het kavel en kolonies waarvan vogels kavel I in theorie kunnen bereiken zijn niet gelegen in gebieden die aangewezen zijn als Natura 2000-gebied.	Nee
Grote mantelmeeuw	Ja, maar het betreft zeer kleine aantallen uit gemengde meeuwenkolonies en kolonies waarvan vogels kavel V in theorie kunnen bereiken zijn niet gelegen in gebieden die aangewezen zijn als Natura 2000-gebied.	Nee
Dwergster	Nee, kavel V ligt buiten bereik van kolonies.	Nee
Noordse stern	Nee, kavel V ligt buiten bereik van kolonies.	Nee
Visdief	Nee, kavel V ligt buiten bereik van kolonies.	Nee
Grote stern	Ja, maar geen broedvogels uit beschermde Natura 2000-gebieden.	Nee
Zeekoet	Nee, kavel V ligt buiten bereik van kolonies.	Nee
Alk	Nee, kavel V ligt buiten bereik van 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 (noord).

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

Soort	Voorkomen*	Vliegrichting**	Vlieghoogte***
<i>zeevogels</i>			
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	∧
<i>kustvogels</i>			
roodkeelduiker	2	2	+/-
parelduiker	1	2	+/-
aalscholver	1	2/3	+
fuut	1	2	∧
zwarte zee-eend	2	2	+/-
grote zee-eend	2	2	+/-
eider	1	2	+/-
kokmeeuw	1	2	+
zilvermeeuw	1	2	+
stormmeeuw	1	2	+
grote stern	3	2	+
visdief	2	2	+
zwarte stern	1	2	+
steltlopers	1	2	-
bijv. rosse grutto, bonte strandloper, tureluur, zilverplevier			
<i>'land'vogels (zang- en watervogels)</i>			
kleine zwaan	1	3	+/-
rotgans	1	2/3	+/-
bergeend	1	2/3	+/-
kuifeend	1	2/3	+/-
topper	1	2/3	+/-
smient	1	2/3	+/-
kanoet	1	2/3	- / ∧
rosse grutto	1	2/3	- / ∧
tureluur	1	2/3	- / ∧
bonte strandloper	1	2/3	- / ∧
zilverplevier	1	2/3	- / ∧
kievit	1	2/3	- / ∧
watersnip	1	3	- / ∧

Soort	Voorkomen*	Vliegrichting**	Vlieghoogte***
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

Specifieke trekbanen met hogere trekdichtheden dan andere stukken zijn niet bekend uit het gebied. Naar verwachting vertonen alle zeevogels hier breedfront trek vanuit het Kanaal de Noordzee op en vice versa. Voor landvogels is in onderstaande tabel een schatting gegeven van de flux (aantal vogels dat passeert). Aangezien geen lokale fluxmetingen zijn gedaan zijn gegevens over de flux bij OWEZ de best mogelijke kwantitatieve schatting voor fluxen in windenergiegebied Hollandse Kust (noord), zie tabel 6.8.

Tabel 6.8 Schatting van de flux van niet-zeevogels per strekkende km die door windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op rotorhoogte trekken, op basis van radarfluxen en procentuele soortgroepverdeling vastgesteld met behulp van visuele waarnemingen door Krijgsveld et al. (2011) rond OWEZ. Hiervoor is uitgegaan van de rotorgroote van OWEZ en voor zangvogels twee rotorgroote varianten van Hollandse Kust (noord) (V1 = 107 m ashoogte en 164 m rotordiameter; V2 = 140,5 m ashoogte en 221 m rotordiameter).

Soortgroep	Fractie van totale flux op OWEZ	Aantalsschattingen per strekkende kilometer		
		OWEZ	Hollandse Kust (noord) V1	Hollandse Kust (noord) V2
ganzen en zwanen	0,07	~2.000	idem	idem
eenden	0,04	~400	idem	idem
reigers	0,01	~400	idem	idem
roofvogels en uilen	0,04	~200	idem	idem
steltlopers	0,03	~500	idem	idem
<i>zangvogels overdag</i>	0,15	~17.000	~25.000	~29.000
<i>zangvogels nacht</i>	1	~90.000	~134.000	~151.000
zangvogels totaal		~107.000	~159.000	~180.000

Vliegrichtingen

In het najaar vliegen trekvogels van het vaste land naar de Britse Eilanden in het westen, terwijl in het voorjaar de trekstroom de andere kant op gaat. Daarnaast vliegen grote aantallen trekvogels in het najaar naar het zuiden vanuit de noordelijke Noordzee en Scandinavië respectievelijk het Kanaal in of naar Zuid(west) Europa. In het voorjaar gaan deze de andere kant op. In bijlage 4 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 op de trekintensiteit van de meeste soorten. Van de soorten in deze groep is bekend dat ze in grote aantallen op lage hoogten vliegen (onder de 100 m, maar meestal veel lager), en daarmee zijn bij windturbines met hogere tiplaagtes in het algemeen minder aanvaringssslachtoffers te verwachten dan bij lagere tiplhoogtes. 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; 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 alleen 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 (noord) 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 (noord) tot de kust is uitgesloten dat er in het windenergiegebied foerageervluchten worden gemaakt.

Vleermuizen tijdens seizoenstrek

Lange-afstand 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 Nederland en Engeland in het voor- en najaar bewezen voor de ruige dwergvleermuis (Morris, 2014).

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 nog niet vaak gemeten bij windparken in de Noordzee. Echter, in sommige windparken in de Noordzee, zoals PAWP, werden meer dan 100 opnames van vleermuisroepjes gemaakt binnen een maand (ongepubliceerde gegevens IMARES/Field Company). In de Nederlandse windparken OWEZ en PAWP zijn met zekerheid ruige dwergvleermuizen en rosse vleermuizen waargenomen (Jonge Poerink *et al.* 2013). Deze parken liggen op een vergelijkbare afstand uit de kust als het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en daarom is het voorkomen van deze soorten in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) te verwachten. De meest recente metingen van IMARES/Field Company geven aan dat 95 % van de geregistreeerde vleermuisactiviteit in de Noordzee bestond uit ruige dwergvleermuizen en een paar procent uit rosse vleermuizen. Het resterende kleine deel bestond uit tweekleurige vleermuizen (*Vespertilio murinus*) 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. Als met dit fenomeen rekening wordt gehouden 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 (noord) slachtoffers van de ruige dwergvleermuis en de rosse vleermuis vallen en wordt daarom 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. Aanvaringslachtoffers 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.* (2016) is een schatting gemaakt van het aantal ruige dwergvleermuizen dat jaarlijks over de zuidelijke Noordzee trekt. Ze kwamen uit op 40.000 dieren (100 – 1.000.000). 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).

Tabel 6.9 Populatieschattingen en trends in mogelijke EU herkomstlanden van rosse vleermuizen in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (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. Samen met het gegeven dat de seizoensgebonden verplaatsing meestal niet meer dan 20 kilometer bedraagt (Dietz et al, 2007) 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 V 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 twebladige 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.

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 vermindering (Cryan et al. 2014). De reden voor deze aantrekking is nog niet met zekerheid vastgesteld, maar het 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 vormen van het lokale leefgebied van vleermuizen, is het aspect van habitatverlies ook niet aan de orde.

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

- 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 (noord) 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 (noord). Echter de uitkomsten vormen de best beschikbare indicatie van de mogelijke effecten van een windpark aldaar op de verschillende soort(groep)en.

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

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

De volgende effecten treden 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

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		in de regel wordt aangehouden als kritische waarde (Bruynzeel <i>et al.</i> 2009).
	Operationele fase	<p>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 <i>et al.</i> 2011, 2012).</p> <p>De huidige stand van kennis is dat voor het berekenen van aantallen aanvaringsslachtoffers gebruik wordt gemaakt van het <i>Extended Band Model</i> 2012 (Band 2012) waarbij vlieghoogtes worden bepaald met behulp van Johnston <i>et al.</i> (2014) en met behulp van GPS-gegevens indien bekend. In het algemeen blijkt uit deze modellen dat bij windturbines met hogere tiplaatges minder aanvaringsslachtoffers te verwachten zijn dan bij lagere tiplaatges.</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 <i>et al.</i> 2006, Krijgsveld <i>et al.</i> 2011, Masden <i>et al.</i> 2012, Krijgsveld 2014). Zie verder ook bijlage 4. In sommige studies werd aangetoond dat de tussenruimte tussen turbines van invloed was op de barrière-ervaring van soorten (Larsen & Guillaumette 2007, Krijgsveld <i>et al.</i> 2011) en ook dat bij een grotere tussenruimte het optreden van barrièrewerking minder kan zijn (Masden <i>et al.</i> 2012). Echter het onderzoek naar de gevolgen van barrièrewerking staat nog in de kinderschoenen. De omvang van het windpark bepaalt daarnaast natuurlijk ook de mate van barrièrewerking. De gevolgen van uitwijkgedrag kunnen leiden tot hogere energetische uitgaven voor individuele vogels. Voor lokale (broed)vogels bleek dat deze gevolgen het grootst zijn voor sterns door hun manier van vliegen en voedsel zoeken (Everaert & Stienen 2007) maar over het algemeen wordt aangenomen dat de energetische gevolgen van barrièrewerking relatief laag zijn (Masden 2010).</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 <i>et al.</i> 2009). Echter onbekend is wat de gevolgen van omvliegen zullen zijn in cumulatie met andere windparken. Informatie over uitwijking is wel van groot belang voor het berekenen van aantallen aanvaringsslachtoffers.</p>

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
	Verwijderings-fase	Over barrièrewerking tijdens de verwijderingsfase is momenteel niets bekend en er zijn ook geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat eventuele uitwijking van vliegpaden als gevolg van barrièrewerking tijdens de verwijderingsfase afneemt door het afnemende aantal nog te verwijderen turbines.
Habitat-verlies	Constructie-fase	<p>Over verstoring tijdens uitsluitend de aanlegfase van een windpark op zee zijn momenteel geen aparte publicaties van onderzoeken met kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat de verstoring groter is dan tijdens de operationele fase door het effect van toegenomen scheepsverkeer in het gebied dat een versturende werking heeft op vele soorten vogels (b.v. Rodgers & Schwickert 2002, Schwemmer et al. 2011). Het versturende effect van boten voor de constructie van het windpark voor zeevogels is echter wel tijdelijk en de duur van verstoring is soortspecifiek. Duikers en zee-eenden bijvoorbeeld blijven lang weg van hun originele zitplek nadat boten weer vertrokken zijn, meeuwen landen zeer snel weer op hun oorspronkelijke plek.</p> <p>Onderzoek naar habitatverlies tijdens de bouw van OWEZ heeft geen aanwijzingen opgeleverd voor significante verstoring (door heigeluid) van lokale zeevogels (Leopold & Camphuysen 2007).</p> <p>Onderzoek naar verstoring 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:</p> <p>Tijdens de operationele fase veroorzaakt de turbine geluid onderwater. 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 & de Jong 2014).</p> <p>De vogels die het sterkste vermijdingsgedrag vertonen zijn meestal soorten die zich relatief veel zwemmend over zee bewegen (in tegenstelling tot vliegend, zoals in het geval van meeuwen) en die onderwater duikend naar voedsel zoeken. Of deze verstoring het gevolg is van onderwatergeluid of veroorzaakt wordt door andere factoren is onbekend.</p> <p>Aanwezigheid turbines</p> <p>De meeste Noordzee-zeevogels waarvoor gegevens beschikbaar zijn, mijden in meer of mindere mate een windpark op zee.</p> <p>Er zijn indicaties dat de configuratie van een windpark van invloed kan zijn op de mate van habitatverlies van zeevogels (Krijgsveld 2014).</p> <p>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</p>

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		<p>in hogere dichtheden werden aangetroffen (Vanermen et al. 2014). Echter in veel gevallen was de steekproefgrootte (dekking en hoeveelheid surveys) de limiterende factor voor het aantonen van significante relaties. Wel werden enkele aanvullende trends duidelijk. Zo werd aantrekking geconstateerd voor verschillende soorten sterns, dwergmeeuw en drieteenmeeuw (Vanermen et al. 2013). 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 & Fox 2007). Dit kan te maken hebben met gewinning maar ook dat vogels de verbeterde voedselsituatie benutten (Skov pers. Comm.).</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 wordt op basis van de bevindingen van Bradbury 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 & Lengkeek 2009, 2011). Dit zou kunnen leiden tot aantrekking van vogels, als bijvoorbeeld vissen zich gaan ophouden rond de funderingspalen (conform de bevindingen van Winter <i>et al.</i> (2010) en Van Hal <i>et al.</i> 2012)), waardoor plaatselijk goede foerageermogelijkheden voor viseters ontstaan. Dit kan een toename van het aantal vliegbewegingen in het park veroorzaken waardoor aantallen aanvaringen mogelijk toe kunnen nemen.</p> <p>Indien de visserij uit het windpark geweerd wordt, zoals gebruikelijk is in Nederlandse windparken op zee, zal ter plaatse geen bijvangst overboord gezet worden waardoor minder aaseters in het gebied zullen</p>

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		voorkomen. Echter in de onmiddellijke of ruimere omgeving zal per saldo juist meer gevestigd worden omdat de visserij intensiteit in het gebied niet zal afnemen. Het lokaal sluiten van de visserij is in feite slechts een verplaatsing van de visserij naar elders. 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.
	Verwijderingsfase	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.

Tabel 6.12 Algemene effecten van windturbines op vleermuizen.

Fase van het windpark	Effecten
Constructiefase	Habitatverlies door de constructie van windparken is niet bekend bij vleermuizen. Vleermuisactiviteit lijkt niet lager te liggen in windparken dan daarbuiten (Jain et al. 2011), wat suggereert dat de aanwezigheid van windturbines niet tot verstoring of habitatverlies leidt. Er wordt juist verondersteld dat vleermuizen aangetrokken worden door windturbines in plaats van verstoord (Cryan & 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.
Operationele fase	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). 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. Vleermuisactiviteit op rotorhoogte is het hoogst tijdens rustige (windsnelheid lager dan 5 meter per seconde), warme en droge nachten in augustus en september.

Fase van het windpark	Effecten
	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 zelden gemeten op zee. De intensiteit van vleermuisactiviteit is nog zelden gemeten op locaties 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.
Verwijderingsfase	Vergelijkbaar met de aanlegfase treedt 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 kan mogelijk ook hier als een indirect positief effect beschouwd worden.

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 goede temporele planning 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 zorgen voor een groter negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie dan het 10 MW alternatief met het kleinste aantal turbines. Overigens zijn effecten van het 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 zijn 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 (noord) op vogels.

Effecten windpark	Alternatief 1 95 * 8 MW ø 164 m	Alternatief 2 76 * 10 MW ø 221 m
Aanlegfase		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Verwijderingsfase		
- aanleg 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 aanvaringssslachtoffers te berekenen (los van de indeling in lokaal verblijvende niet-broedvogels, broedende (kolonie) vogels en vogels tijdens seizoenstrek)²⁸. In bijlage 4 wordt de theorie achter dit model nader toegelicht en worden de verschillende rekenstappen verder behandeld. Aantallen aanvaringssslachtoffers onder zeevogels zijn berekend op basis van de geïnterpoleerde vogeldichtheden in kavel V van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op basis van tweemaandelijks tellingen vanuit vliegtuigen (MWTL) en schepen (ESAS) (cf. Rijkswaterstaat 2015). Deze tellingen zijn jaarrond uitgevoerd over een zeer lange periode en in de nabijheid van windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Het zijn de meest volledige reeks gegevens die over een lange periode zijn verzameld.

Jaarlijkse aantallen aanvaringssslachtoffers voor de twee alternatieven in kavel V 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 V voorkomen, zijn niet gepresenteerd. Voor ganzen/zwanen, eenden, roofvogels, uilen en zangvogels is een andere data bron aangehouden (OWEZ fluxen, Krijgsveld et al. 2011) 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 door Rijkswaterstaat (2015) en Leopold et al. (2015).

²⁸ Behalve voor de cumulatieve aantallen bij een aantal trekvogelsoorten in de tabel uit het KEC. Die getallen (behalve voor het geüpdate getal voor de kleine zwaan) zijn in het KEC niet met het Band model berekend.

Tabel 6.14 Maximaal aantal aanvaringslachtoffers dat jaarlijks verwacht wordt voor twee alternatieven van een windpark in kavel V in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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). *Aantal slachtoffers bij zangvogels is gebaseerd op maximale uitvoering van een 8 MW-turbine (198 m rotordiameter en 124 m ashoogte) in plaats van minimale uitvoering.

Soort	Alternatief 1 76 * 8 MW ø 164 m	Alternatief 2 76 * 10 MW ø 221 m
noordse stormvogel	0	0
jan-van-gent	7	0
eider	0	0
grote jager	0	0
stormmeeuw	8	4
kleine mantelmeeuw	290	203
zilvermeeuw	51	39
grote mantelmeeuw	47	22
dwergmeeuw	9	4
drieteenmeeuw	4	0
grote stern	0	0
alk	0	0
zeekoet	0	0
ganzen en zwanen	48	43
eenden	7	6
reigers	9	8
roofvogels en uilen	2	2
stelllopers	6	5
zangvogels	1.834	1.616
Totaal	2.361	1.983

6.5.4 Effecten tijdens gebruiksfase: lokaal verblijvende niet-broedvogels

Aanvaringen

In kavel V van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) kunnen bij alternatief 1 jaarlijks in totaal 416 zeevogels slachtoffer vallen en bij alternatief 2 in totaal 272 zeevogelslachtoffers (tabel 6.14). Bij grote mantelmeeuwen en zilvermeeuwen kunnen maximaal enkele tientallen slachtoffers per jaar vallen, maar onder kleine mantelmeeuwen meer dan 200 vogels/jaar bij allebei de alternatieven. Het gebruik van nieuwe parameterwaarden voor de kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw²⁹ resulteerde in een grotere fractie kleine mantelmeeuwen op

²⁹ Voor de kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw zijn op basis van data afkomstig van GPS-zenders aangebracht aan vogels in Nederlandse, Belgische en Engelse kolonies rondom de Nederlandse Noordzee expliciet voor het gebruik in aanvaringsmodellen nieuwe waarden bepaald voor vlieghoogte, vliegsnelheid, fractie tijd in vlucht en nachtelijke activiteit (Gyimesi et al. 2017a). Deze gegevens zijn verzameld in offshore gebieden en bevatten echte meetgegevens, in tegenstelling tot eerder gebruikte waarden die deels op

rotorhoogte en een veel kleinere fractie nachttactieve zilvermeeuwen. Als gevolg hiervan zijn de schattingen aanvaringslachtoffers voor kleine mantelmeeuwen relatief hoger in Hollandse Kust (noord) dan in eerdere windparkbeoordelingen werd aangenomen (Fijn et al. 2015b, 2015c, Gyimesi et al. 2016, 2017). Recent onderzoek heeft aangetoond dat GPS-gezenderde kleine mantelmeeuwen van de kolonies van Texel minder vaak en korter in bestaande Nederlandse, Belgische en Engelse windparken voorkomen dan in omliggende gebieden (Gyimesi et al. 2018), waardoor de uitwijkingswaardes mogelijk hoger uitvallen dan in de voorliggende berekeningen gehanteerd. De berekende uitwijkingsgetallen door Gyimesi et al. (2018) betroffen echter uitsluitend macro-uitwijking en konden geen uitsluitel bieden voor micro-uitwijking. Daarom zijn deze waardes niet betrokken in de voorliggende berekeningen, maar suggereren wel dat de hier gepresenteerde aantallen aanvaringslachtoffers een overschatting zijn.

Bij de jan-van-gent, stormmeeuw, dwergmeeuw en drieteenmeeuw zullen minder dan 10 slachtoffers per jaar vallen bij Alternatief 1. Bij Alternatief 2 zullen naast de grote meeuwensoorten uitsluitend bij stormmeeuwen en dwergmeeuwen enkele slachtoffers vallen. Bij andere soorten zullen geen jaarlijkse slachtoffers vallen.

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. In samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta (Bijlage in het KEC; Rijkswaterstaat 2016) over significantie met betrekking tot Natura 2000 doelstellingen, in combinatie met de grote afstand die er is tussen windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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 of de gunstige staat van instandhouding van de betreffende soorten door de voorspelde additionele sterfte in het geding kan komen.

Barrièrewerking

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

aannames gebaseerd waren (bijvoorbeeld nachtelijke activiteit en fractie tijd in vlucht). Omdat visuele waarnemers veelal op het water en de onderste luchtlagen geconcentreerd zijn, kan de fractie hoogvliegende vogels systematisch onderschat worden. Ondanks dat GPS-zenders ook een meetfout kunnen hebben, is dat geen biased fout zoals de hoogtemetingen van visuele waarnemers. Daarom wordt het aangenomen dat ook snelheid- en hoogtemetingen van GPS-zenders een verbetering zijn ten opzichte van eerdere schattingen (Gyimesi et al. 2017a).

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, 2016) 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 131 km² voor kavel V.

Soort	gem. jaarlijkse dichtheid (#/km ²)	berekende sterfte door habitatverlies
noordse stormvogel	0,27	4
jan-van-gent	0,77	10
eider	0,00	0
zwarte zee-eend	0,08	1
grote jager	0,05	1
kleine jager	0,00	0
kokmeeuw	0,02	0
stormmeeuw	0,64	8
kleine mantelmeeuw	2,87	38
zilvermeeuw	1,47	19
grote mantelmeeuw	0,92	12
dwergmeeuw	1,09	14
drieteenmeeuw	0,76	10
grote stern	0,10	1
alk	0,41	5
zeekoet	4,19	55

De effecten van habitatverlies worden als negatief beoordeeld (-) en voor beide alternatieven gelijk, omdat het ruimtebeslag 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 bezien vanuit de ecologie.

In samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta over significantie (Bijlage in KEC, Rijkswaterstaat 2016), zijn significant negatieve effecten in het kader van Natura 2000-doelstellingen als gevolg van habitatverlies op lokale, niet-broedende zeevogels 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 V op lokaal verblijvende vogels.

Effecten windpark	Alternatief 1 95 * 8 MW ø 164 m	Alternatief 2 76 * 10 MW ø 221 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 (noord) 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 (noord) alleen door broedende kleine mantelmeeuwen en aalscholvers bereikt kan worden uit kolonies die binnen Natura 2000-gebieden liggen en waarvoor in deze gebieden instandhoudingsdoelstellingen voor deze soorten als broedvogel zijn geformuleerd. Voor beide soorten worden hieronder de effecten beoordeeld.

Aalscholvers komen in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) met de hoogste dichtheden buiten het broedseizoen voor (tabel 2.5 en 2.6 in bijlage 4) en er vallen zodoende geen aanvaringslachtoffers tijdens de broedperiode (maart – juni; zie tabellen 4.3 en 4.4 in bijlage 4). Daarom worden significante effecten op broedpopulaties van aalscholvers in het Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettemerduinen uitgesloten.

Zoals eerder al beschreven, worden de effecten van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op broedende kleine mantelmeeuwen uitsluitend op de kolonies in de Nederlandse Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel en Duinen Vlieland behandeld. Windenergiegebied Hollandse Kust (noord) ligt niet binnen de foerageerrange van andere kolonies in Natura 2000-gebieden.

Uit de slachtofferberekeningen (§4.2 in bijlage 4) blijkt dat bij Alternatief 1 tijdens het broedseizoen (mei – juli) 115 individuen (Alternatief 1) en 81 individuen (Alternatief 2) per jaar slachtoffer worden (tabellen 4.3 en 4.4 in bijlage 4). 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 Hollandse Kust (noord) $115 \cdot 0,6 = 69$ (Alternatief 1) en 49 (Alternatief 2)

slachtoffers broedende adulten zijn te verwachten. Daarnaast is het zo dat niet al deze slachtoffers afkomstig zijn uit de beschermde kolonies van de Duinen en Lage Land Texel en Duinen Vlieland.

Binnen de gemiddelde foerageer afstand van kleine mantelmeeuwen (80 km, figuur 2.10 in bijlage 4) broeden in verschillende kolonies in totaal circa 94.000 individuen (Scharringa et al. 2010; Boele et al. 2014; 2016; 2017; Lensink et al. 2015) die tijdens foerageervluchten in theorie tot in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) komen. Meer dan de helft hiervan komt niet uit Natura 2000-kolonies (zie figuur 2.10 in bijlage 4), 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 de kolonie in het Natura 2000-gebied Duinen Vlieland bijna twee keer zo ver ligt als de kolonie in het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel. Om hiervoor te corrigeren, zijn het aandeel vogels van alle kolonies waarvan kleine mantelmeeuwen Hollandse Kust (noord) kunnen bereiken gewogen op basis van de afstand tussen de kolonie en het windenergiegebied. Zo tellen bijvoorbeeld de aantallen van Texel bijna twee keer zo zwaar mee als de aantallen van Vlieland.

Volgens de laatst beschikbare telling was het aantal broedparen op Texel 18.401 in 2012 en sindsdien zijn de aantallen min of meer stabiel gebleven (Boele et al. 2014; 2016), oftewel 36.802 broedvogel individuen. Op basis van de laatst beschikbare vijf jaren was het gemiddeld aantal broedparen op Vlieland 3.917 (bron: sovon.nl), oftewel 7.834 broedvogel individuen. Als worstcase scenario is aangenomen dat al deze vogels op zee foerageertochten maken en in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) terecht kunnen komen. Deze aantallen vormen respectievelijk 39% en 8% van de 94.000 broedende kleine mantelmeeuwen die Hollandse Kust (noord) in theorie kunnen bereiken.

Als naast de koloniegrootte ook de afstand tussen het windenergiegebied en de kolonie meegewogen wordt, zal naar schatting een hoger percentage van Texel komen en een lager percentage van Vlieland: respectievelijk 50% en 6%. Op basis van deze percentages is bepaald hoeveel broedende adult kleine mantelmeeuw van de Texelse en Vlielandse kolonie in Hollandse Kust (noord) slachtoffer worden: $69 \cdot 0,5 = 35$ vogels bij Alternatief 1 en $49 \cdot 0,5 = 25$ vogels bij Alternatief 2 uit Texel en $69 \cdot 0,08 = 4$ vogels bij Alternatief 1 en $49 \cdot 0,08 = 3$ vogels bij Alternatief 2 uit Vlieland (tabel 4.8). Daarom worden beide alternatieven van Hollandse Kust (noord) 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 (jaarlijkse overleving: 0,91 (Camphuysen & Gronert 2012)) op een huidige populatie van 18.401 broedparen in het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel en 3.917 in Duinen Vlieland. 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 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte verwacht als gevolg van aanvaringen met windturbines in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) bij Alternatief 1 en 0,7% bij Alternatief 2. Voor de kolonie kleine mantelmeeuwen van het Natura 2000-gebied Duinen Vlieland wordt maximaal 0,6% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte verwacht als gevolg van aanvaringen met windturbines in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) bij Alternatief 1 en 0,4% bij Alternatief 2. Significant negatieve effecten van aanvaringen met windturbines van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op de broedpopulaties van kleine mantelmeeuw in het Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel en Duinen Vlieland zijn daarom met zekerheid uit te sluiten.

Tabel 6.17 Het aantal aanvaringsslachtoffers in twee alternatieven van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) van kleine mantelmeeuwen volgens berekeningen met het Extended Band Model (Band 2012). Aanvaringsslachtoffers 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 en Duinen Vlieland te komen.

Kolonie	Indicatief aantal broedpaar		
Nederlandse kust	ca. 94.000		

Kolonie	instandhoudingsdoel (bp)	1% mortaliteit	Huidige aantal broedpaar
Duinen en Lage Land Texel	14.000	3.349	18.401 (2012)
Duinen Vlieland	2.500	713	3.917 (2012 – 2016)

	HK (noord)	Alternatief 1	Alternatief 2
Totaal aantal slachtoffers tijdens broedseizoen (broeders en floaters)		115	81
Aantal broedende adulten als slachtoffer (60% van totaal)		69	49
Aantal slachtoffers uit kolonie op Texel (50% van totaal)		35	25
Aantal slachtoffers uit kolonie op Vlieland (6% van totaal)		4	3

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 (noord) kunnen ervaren als barrière tijdens vluchten tussen foerageer- en broedgebieden. Hierdoor zouden ze extra afstanden moeten vliegen. Echter de meest nabij gelegen kolonies van meeuwen en sterns liggen op een dusdanige afstand dat windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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

Aalscholvers worden door offshore windparken juist aangetrokken (Leopold et al. 2011; Leopold et al. 2013b; Skov et al. 2015a; Skov et al. 2015b; Skov et al. 2016), er kan dus geen sprake zijn van habitatverlies.

Ook 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. Hollandse Kust (noord) is echter op dermate grote afstand van de kolonie op Vlieland (60 km) dat het aan de rand van de gebruikelijke foerageerrange van de daar broedende kleine mantelmeeuwen ligt. Bovendien foerageren kleine mantelmeeuwen van deze kolonie voornamelijk ten noorden van Vlieland en niet in de richting van Hollandse Kust (noord) (Ens et al. 2009). Daarom kan gesteld worden dat het aandeel foerageergebied binnen het windpark een dermate klein oppervlak beslaat van de kleine mantelmeeuwen van Vlieland dat het effect van habitatverlies voor deze vogels verwaarloosbaar is. De kolonie op Texel ligt veel dichterbij en het is bekend dat kleine mantelmeeuwen uit deze kolonie veel gebruik maken van het gebied van Hollandse Kust (noord) 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 is de dichtheid van kleine mantelmeeuwen in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) in de broedperiode (mei-juli: 5 vogels/km², zie tabel 2.5 in bijlage 4) gebruikt als input. Verder hebben we aangenomen dat 60% van deze vogels broedende adulte betreft, waarvan 100% op zee foerageert (zie §4.4.1 in bijlage 4 voor onderbouwing), oftewel 3 vogels/km². Ook nemen we aan dat 50% van de kleine mantelmeeuwen in Hollandse Kust (noord) afkomstig van de Texelse kolonie is. In een windpark van Hollandse Kust (noord) met

een oppervlakte van 131,5 km² zou dit gemiddeld 200 kleine mantelmeeuwen betekenen, waarvan volgens de gehanteerde aanname 10% zal sterven als gevolg van habitatverlies (Rijkswaterstaat 2015), oftewel 20 kleine mantelmeeuwen. Daarom worden beide alternatieven van Hollandse Kust (noord) voor habitatverlies als negatief (-) beoordeeld.

20 slachtoffers in Hollandse Kust (noord) als gevolg van habitatverlies uit de kolonie kleine mantelmeeuwen van het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel betekent 0,6% 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 windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen in nabijgelegen Natura 2000-gebieden uitgesloten (zie ook bijlage 6 'Soortenbescherming Wet natuurbescherming' bij dit 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 (noord) 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 windmolenpark in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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 V op kolonievogels.

Effecten windpark	alternatief 1	alternatief 2
	95 * 8 MW ø 164 m	76 * 10 MW ø 221 m
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-

Aalscholvers komen in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) met de hoogste dichtheden buiten het broedseizoen voor en vallen zodoende geen aanvaringslachtoffers tijdens de broedperiode (maart – juni). Verder worden aalscholvers door offshore windparken aangetrokken, er is dus geen sprake van habitatverlies. Daarom worden significante effecten op de broedpopulatie van aalscholvers in het Natura 2000-gebied Zwanenwater & Pettemerduinen met zekerheid uitgesloten.

De effecten van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op broedende kleine mantelmeeuwen worden uitsluitend getoetst op de kolonies in de Nederlandse Natura 2000-gebieden 'Duinen Vlieland' en 'Duinen en Lage Land Texel'. Voor de kolonie kleine mantelmeeuwen van het Natura 2000-gebied Duinen Vlieland wordt maximaal 0,6% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte verwacht in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) bij Alternatief 1 en 0,4% bij Alternatief 2. Significante negatieve effecten van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op de broedpopulatie van kleine mantelmeeuwen in het Natura 2000-gebied Duinen Vlieland zijn daarom met zekerheid uit te sluiten.

De maximale aantallen slachtoffers in Hollandse Kust (noord) onder kleine mantelmeeuwen uit de kolonie in het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel betreffen 55 slachtoffer per jaar bij Alternatief 1 en 45 slachtoffer per jaar bij Alternatief 2. Dit is gebaseerd op het berekende aantal aanvaringslachtoffers en slachtoffers als gevolg van habitatverlies. Deze slachtofferaantallen betekenen 1,6% van de natuurlijke mortaliteit van kleine mantelmeeuwen in de kolonie van Duinen en Lage Land Texel bij Alternatief 1 en 1,3% 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 significante 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, leidt tot slechts een zeer beperkte afname in de populatiegrootte 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. Significante negatieve effecten van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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 (noord). 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 aanvaringslachtoffers 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 (noord). Veruit de meeste hiervan zijn zangvogels (honderden tot meer dan duizend) gevolgd door enkele tientallen ganzen en zwanen. Verder zullen nog enkele eenden, reigers, roofvogels, uilen en steltlopers jaarlijks slachtoffer worden. Alternatief 1 (8 MW turbine minimale uitvoeringsgrootte van 164 m rotordiameter en 107 m ashoogte) is gekozen als worst-case scenario voor zeevogels, omdat het aantal aanvaringslachtoffers het grootste is bij een lagere ashoogte. Zangvogels op seizoenstrek vliegen in het algemeen hoger dan lokale zeevogels en zouden meer slachtoffers vallen bij een alternatief met een hogere ashoogte. Daarom bestaat het worst-case alternatief voor zangvogels van 8 MW met een maximale uitvoering (198 m rotordiameter en 124 m ashoogte). Bij dit alternatief zullen onder zangvogels 1.906 slachtoffers vallen door aanvaring met een windturbine (tabel 6.14).

Alternatief 1 met de meeste turbines wordt als negatief beoordeeld (-). Alternatief 2 met de minste turbines wordt volgens het gebruikte beoordelingssysteem ook als negatief beoordeeld (-), de effecten zijn echter wel substantieel kleiner dan bij Alternatief 1. In samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta over significantie in het kader van Natura 2000 doelstellingen (Bijlage in KEC, Rijkswaterstaat 2016), zijn door de combinatie van de ongewisse herkomst van trekvogels in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en de relatief lage aantallen slachtoffers ten opzichte van bronpopulaties, significant negatieve effecten op Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen als gevolg van aanvaringen op trekvogels uit te sluiten. In de Passende Beoordeling (bijlage 8) wordt hier verder op ingegaan.

Het doden van trekvogels als gevolg van de exploitatie van een windpark (aanvaringen) kan wel door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 3.1 van de Wet natuurbescherming. In bijlage 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 V is het uitgesloten dat voor trekvogels die door kavel V 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 vliegp pad tegenkomen.

Uit de studie van Masden (2009) blijkt dat de energetische gevolgen voor trekvogels verwaarloosbaar klein zijn. Ook voor de locatie van kavel V 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 V 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 V op vogels tijdens seizoenstrek.

Effecten windpark	Alternatief 1 95 * 8 MW ø 164 m	Alternatief 2 76 * 10 MW ø 221 m
<i>Trekvogels</i>		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-

Effecten windpark	Alternatief 1 95 * 8 MW ø 164 m	Alternatief 2 76 * 10 MW ø 221 m
- 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. Verder is er geen duidelijk effect van verschil in ashoogte van de turbines gevonden in een grote studie in Duitsland, waarbij alle windparken volgens hetzelfde protocol werden onderzocht (Niermann *et al.* 2011). Ook vonden Barclay *et al.* (2007) en Rydell *et al.* (2010a) geen verband tussen het aantal slachtoffers en de onderste rotortiphoogte.

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. Op basis hiervan worden in kavel V maximaal 95 slachtoffers per jaar verwacht bij alternatief 1 en 76 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 91 slachtoffers per jaar bij Alternatief 1 en 73 slachtoffers per jaar bij Alternatief 2. Voor de rosse vleermuis worden de schattingen 2 slachtoffers per jaar en voor de tweekleurige vleermuis 1 slachtoffer bij allebei de alternatieven. 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 waarschijnlijk dat de windturbines zijn gebruikt als tijdelijke verblijfplaats gedurende de dag. Dit kan de overlevingskansen van vleermuizen verhogen. Op basis hiervan 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 V op vleermuizen.

Effecten windpark	alternatief 1	alternatief 2
	95 * 8 MW ø 164 m	76 * 10 MW ø 221 m
- 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 die het windpark op rotorhoogte passeert, de soortspecifieke aanvaringskansen, en de windparkconfiguratie. Als alle andere parameters ongewijzigd blijven, alleen het aantal turbinebladen wordt verlaagd van drie naar twee, kunnen de vogels met een blad minder in aanvaring komen. De aanvaringskans neemt lineair met het aantal turbinebladen met een derde af, en daardoor wordt ook het aantal aanvaringssslachtoffers een derde minder bij tweebladige turbines ten opzichte van driebladige turbines. Voor vleermuizen verandert er niks, omdat hier het aantal slachtoffers niet met het Bandmodel wordt bepaald, maar een aantal per turbine wordt berekend.

Als voorbeeld wordt hieronder het aantal aanvaringslachtoffers 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 V bij twee alternatieven, voor representatieve soorten voor de verschillende groepen (lokale zeevogels, kolonievogels, trekvogels).

Windturbine	Vogelsoort	Alternatief 1 95 * 8 MW ø 164 m	Alternatief 2 76 * 10 MW ø 221 m
Driebladige	kleine mantelmeeuw	290	203
	jan-van-gent	7	0
	zangvogels	1.906	1.680
Tweebladige	kleine mantelmeeuw	193	135
	jan-van-gent	5	0
	zangvogels	1.223	1.077

6.6 Innovatiekavel

Zoals reeds in paragraaf 6.2 is aangegeven zullen effecten niet anders zijn dan in dit hoofdstuk beschreven indien een deel in kavel V voor innovaties wordt benut, namelijk in kavel VI. Dat heeft als reden dat de bandbreedte van te plaatsen windturbines niet zal verschillen in het innovatiekavel ten opzichte van kavel V. Voor de effecten maakt het dus niet uit of een deel van kavel V voor het innovatiekavel (kavel VI) wordt gereserveerd of niet.

6.7 Conclusie

Samenvattend is alternatief 2 (76 x 10 MW-turbines) het meest milieuvriendelijke alternatief bezien vanuit vogels en vleermuizen, voornamelijk door het geringere aantal aanvaringslachtoffers dan bij het andere alternatief. De complete effectbeoordeling is samengevat in tabel 6.22.

Tabel 6.22 Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.

Effecten windpark	Alternatief 1 95 * 8 MW ø 164 m	Alternatief 2 76 * 10 MW ø 221 m
Aanlegfase vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Gebruiksfase vogels		
<i>Lokale zeevogels</i>		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-

Effecten windpark	Alternatief 1 95 * 8 MW ø 164 m	Alternatief 2 76 * 10 MW ø 221 m
- indirecte effecten	0/-	0/-
<i>Kolonievogels</i>		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
<i>Trekvogels</i>		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
<i>Verwijderingsfase vogels</i>		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
<i>Vleermuizen</i>		
- aanvaringen	--/-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	+/-	+/-
OVERALL BEOORDELING	--	-

6.8 Cumulatie

6.8.1 Inleiding

De effecten van een windpark in kavel V in windenergiegebied Hollandse Kust (noord), 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 het Energieakkoord heeft de Nederlandse overheid bepaald dat in 2023 windparken op zee met een capaciteit van 4.450 MW moet zijn geïnstalleerd. Om dit te behalen is in 2015 afgesproken om een totaal van 3.450 MW aan wind op zee te plannen in 10 nieuwe parken op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). Daarnaast zijn er ook in de omliggende 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 het KEC (Rijkswaterstaat, 2016).

In bijlage 4 wordt in hoofdstuk 6 ingegaan op cumulatieve effecten en daarin wordt beargumenteerd dat de volgende effecten in cumulatie zijn te verwachten:

- Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015) hebben primair gekeken naar sterfte door aanvaringen (directe mortaliteit van vogels en vleermuizen) en habitatverlies (indirecte mortaliteit van vogels) door bestaande, in aanbouw zijnde, vergunde en geplande windparken in de zuidelijke Noordzee.
- Daarnaast is ook sterfte door habitatverlies door scheepvaart meegenomen.
- Barrièrewerking als potentieel derde effect wordt in de Nederlandse situatie als verwaarloosbaar veronderstelt (zie ook Rijkswaterstaat (2015). Overige activiteiten worden als bestaand gebruik beschouwd en zijn niet verder in de analyse meegenomen (zie ook Rijkswaterstaat (2015).

In het Kader Ecologie en Cumulatie hebben Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015) 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 (noord). 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. Ten opzichte van de berekeningen van Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015) is in dit MER gerekend met grotere turbines (8 en 10 MW in plaats van 3 MW) en het totale vermogen voor kavel V is ook verhoogd naar 760 MW. Ook is in de tussentijd een realistischer scenario berekend voor buitenlandse windparken, en de vermogens van de windturbines van de Borssele kavels zijn geüpdatet naar de laatste inzichten (Gyimesi & Fijn, 2015b). Deze nieuwe inzichten zijn nu bij de berekeningen voor soorten in de tabellen hierna ook verwerkt.

Deze effecten worden vervolgens afgewogen met de *Potential Biological Removal* (PBR) van een bepaalde soort. Dit is het aantal vogels dat door sterfte uit een populatie kan worden weggenomen zonder dat de populatie in gevaar komt. Berekend zijn zowel de cumulatieve slachtoffers in de zuidelijke Noordzee afgezet tegen de PBR van de populatie van de zuidelijke Noordzee (cf. Rijkswaterstaat, 2015, Leopold *et al.* 2015, Van der Wal *et al.* 2015) als de cumulatieve slachtoffers in de Nederlandse Noordzee (NCP) afgezet tegen de PBR van de Nederlandse populatie. Dit laatste kan de Nederlandse broedpopulatie zijn (bijvoorbeeld in het geval van kleine mantelmeeuw) of de overwinterende Nederlandse Noordzee populatie (bijvoorbeeld in het geval van de dwergmeeuw, dwergstern, grote jager en zilvermeeuw de data afkomstig van Netwerk Ecologische Monitoring 2015).

6.8.2 Vogels

Lokaal verblijvende vogels

Enkele tientallen tot duizenden slachtoffers van verschillende soorten zeevogels zullen vallen als gevolg van cumulatie van de windturbines in de zuidelijke Noordzee waaronder een windpark in kavel V in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (Rijkswaterstaat, 2015,

Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015)). In tabel 6.23 zijn de aantallen gegeven voor de populatie van de zuidelijke Noordzee afgezet tegen de PBR voor deze populatie, in tabel 6.24 zijn de aantallen gegeven voor de populatie van de Nederlandse Noordzee afgezet tegen de PBR voor de populatie van de Nederlandse Noordzee.

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 en dit rapport), ook uitgedrukt als fractie van PBR van de zuidelijke Noordzee populatie voor zeevogels (cf. Rijkswaterstaat 2015), voor vogelsoorten waarvan in Hollandse Kust (noord) 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 V Hollandse Kust (noord) door aanvaringen en habitatverlies	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen	Cumulatief # slachtoffers door habitatverlies	PBR	Fractie sterfte tov PBR
kleine mantelmeeuw	328	20.163	246	7.560	2,70
grote mantelmeeuw	59	3.157	99	4.144	0,79
zilvermeeuw	70	2.412	43	4.184	0,59
jan-van-gent	17	1.109	105	5.245	0,23
drieteenmeeuw	14	2.801	731	16.473	0,21
zeekoet	55	13	3.464	26.641	0,12
alk	1	11	3	120	0,11
eider	5	29	550	7.129	0,08
stormmeeuw	0	1736	40	22.082	0,08
dwergmeeuw	16	1.043	66	22.534	0,05
grote stern	23	157	18	3.971	0,04

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. 2016 en dit rapport), ook uitgedrukt als fractie van PBR van de Nederlandse populatie voor zeevogels (cf. Rijkswaterstaat 2015), voor vogelsoorten waarvan in Hollandse Kust (noord) slachtoffers vallen (de maximale slachtofferaantallen bij Alternatief 1 (tabel 4.2 en 4.6) zijn in de eerste kolom ter vergelijking weergegeven) en de fractie van PBR boven de 0,01 ligt.

Soort	Slachtoffers kavel V 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
kleine mantelmeeuw	328	2.695	26	2.802 ¹	0,97
zilvermeeuw	70	528	10	720 ²	0,75
grote mantelmeeuw	59	336	5	813 ¹	0,42
jan-van-gent	17	175	7	527 ¹	0,34
stormmeeuw	16	179	12	1.305 ¹	0,15
drieteenmeeuw	14	306	26	3.048 ¹	0,11
grote jager	1	0	1	67 ¹	0,01
dwergmeeuw	23	54	7	1.269 ¹	0,05
eider	0	42	2	2.715 ³	0,02
zwarte zee-eend	1	3	21	3.034 ³	0,01
grote stern	1	14	3	1.298 ¹	0,01
zeekoet	55	1	136	9.494 ¹	0,01
alk	5	2	25	1.943 ¹	0,01

PBR waarden op basis van populatieschattingen in:

¹ Poot et al. 2013a

² Netwerk Ecologische Monitoring 2015

³ BirdLife International 2004

In de KEC documenten (Rijkswaterstaat 2016) 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, zilvermeeuwen 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 in de berekeningen realistische windturbintypes worden gebruikt voor de bestaande en geplande windparken in de zuidelijke Noordzee, blijft alleen het aantal slachtoffers bij de kleine mantelmeeuw boven de PBR-norm liggen (Gyimesi & Fijn 2015b). Toetsen we de aantallen slachtoffers als gevolg van Nederlandse parken aan de Nederlandse PBR-norm dan blijven de gecumuleerde aantallen slachtoffers onder of op de PBR-norm van de grote meeuwensoorten. Op basis van dit gegeven kan met zekerheid worden gezegd dat deze populaties veerkrachtig genoeg zijn om de additionele sterfte in de huidige bekende windparken op te vangen en dat de gunstige staat van instandhouding van zeevogelsoorten niet in het geding komt.

Broedende kolonievogels

Van de broedvogels binnen Natura 2000-gebieden hebben alleen kleine mantelmeeuwen uit Duinen en Lage Land Texel en Duinen Vlieland Hollandse Kust (noord) binnen bereik. Voor de

kleine mantelmeeuwen uit het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel speelt cumulatie van kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Voor de kleine mantelmeeuwen uit Duinen Vlieland liggen geen andere windgebieden in bereik dan Hollandse Kust (noord) en daarom is cumulatie hier niet aan de orde.

De maximale aantallen slachtoffers in Hollandse Kust (noord) onder kleine mantelmeeuwen uit de kolonie in het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel betreffen 55 slachtoffer per jaar bij Alternatief 1 en 45 slachtoffer per jaar bij Alternatief 2. Het aantal kleine mantelmeeuwen dat Hollandse Kust (zuid) passeert tijdens foerageervluchten is te verwaarlozen (Gyimesi et al. 2016, Gyimesi et al. 2018). Op basis van deze metingen zijn slachtoffers in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) vanuit de kolonie op Texel niet te verwachten (Collier et al. 2015, Gyimesi et al. 2016) en de cumulatieve aantallen slachtoffers betreffen uitsluitend de slachtoffers die in Hollandse Kust (noord) vallen. Deze aantallen slachtoffers betreffen 1,6% van de natuurlijk mortaliteit.

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, leidt tot slechts een zeer beperkte afname in de populatiegrootte 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 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 kavel V in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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 (b.v. Masden et al. 2009).

In opdracht van Rijkswaterstaat (2015) is met behulp van het *Extended Band Model* bepaald dat voor alle soorten de cumulatieve aantallen aanvaringsslachtoffers onder de PBR van de internationale populatie blijven. Deze slachtoffers worden allemaal ondervangen door dichtheidsafhankelijkheid in onder andere reproductie en populatieniveaus dalen daarmee niet als gevolg van deze additionele mortaliteit. Voor 7 soorten is de voorspelde mortaliteit hoger dan 5% van de PBR (tabel 6.25).

Met name in het geval van de 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 met name bij de berekeningen van aantallen aanvaringslachtoffers bij trekvogels is uitgegaan van een conservatieve benadering (onder andere 50% van de flux op rotorhoogte). Voor de kleine zwaan zijn recentelijk 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. Op basis van deze berekeningen zouden de slachtofferaantallen ook lager, op 23 aanvaringslachtoffers uitkomen, wat een 0,18 fractie van de PBR betekent.

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).

Soort	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen	1% mortaliteitsnorm	Fractie van PBR
wulp	517	148	0,57
zwarte stern	21	6	0,50
kleine zwaan	359	48	0,20
drieteenstrandloper	23	27	0,18
spreeuw	16.387	26.678	0,12
kanoet	623	372	0,10
grutto	365	203	0,06

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 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. In Nederland overwintert jaarlijks 48 – 82% van de flyway populatie die ongeveer 18.000 vogels bedraagt (Nagy et al. 2012). Op basis van het geschatte maximum in de winter/doortrek in de laatst beschikbare vijf jaar periode (2009 – 2014) komen Nederland 7.600-11.000 kleine zwanen voor (bron: SOVON). Daardoor is in de afgelopen periode de fractie kleine zwanen van de flyway populatie in Nederland aan de lage

kant. Dit 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. 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 69 vogels. 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 9% van de PBR zoals berekend voor de in Nederland overwinterende kleine zwanen.

Conclusie

Enkele tientallen tot duizenden slachtoffers van verschillende soorten trekvogels zullen vallen als gevolg van cumulatie met een windpark in kavel V in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (Rijkswaterstaat, 2015, Gyimesi & Fijn 2015a). Het is aannemelijk dat de cumulatieve sterfte onder trekvogels als gevolg aanvaringen met alle (toekomstige) windturbines in de zuidelijke Noordzee voor alle soorten binnen de 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.

6.8.3 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, rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis zijn de drie 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 ruige dwergvleermuis en tweekleurige vleermuis is de informatie aangaande de grootte van bronpopulaties dermate ontoereikend dat een realistische inschatting van effecten niet goed mogelijk is.

In het KEC zijn berekeningen gedaan om de PBR waarde voor een aantal soorten te bepalen (Rijkswaterstaat, 2016). De eerste berekeningen laten zien dat in een worst case scenario in cumulatie met alle ontwikkelingen van windparken op de Noordzee zoals in het KEC beschouwd, de voorlopig berekende PBR waarde voor de ruige dwergvleermuis (*Nathusius' Pipistrelles*) wordt overschreden, terwijl dit niet het geval is voor de rosse vleermuis (*Noctule*). 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 sommige vleermuispopulaties zullen optreden.

6.9 Mitigerende maatregelen

De volgende mitigerende maatregelen zijn te nemen om effecten te verzachten of teniet te doen, onderverdeeld naar de fase van een windpark.

6.9.1 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.

6.9.2 Operationele fase

Uit dit hoofdstuk blijkt dat alternatief 2 de minste impact op vogels en vleermuizen heeft. Effecten van een windpark in kavel V 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, indien dezelfde optimale rotorsnelheid en rotordiameter wordt gehanteerd. Tweebladige turbines hebben daarom de voorkeur als er gestreefd wordt om de aantallen aanvaringslachtoffers te minimaliseren, echter zijn tweebladige turbines slechts beperkt beschikbaar.

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 boven uit 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 verstorende werking 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 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 een nadere fijnstelling aan de hand van verschillende inrichtingsalternatieven 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 aanvaringsslachtoffers 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. 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, echter aan diverse maatregelen zoals verlichting kleven weer andere nadelen zoals met betrekking tot aantrekkings.

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). Blauw licht werkt nauwelijks verstorend 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 kavel V 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 tegenwoordig op land geëxperimenteerd met een stilstandvoorziening 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. Deze techniek wordt in enkele bestaande vergunningen al voorgeschreven, echter staat nog in de kinderschoenen en wordt vooralsnog uitsluitend in testprojecten toegepast. Door Krijgsveld et al. 2015 is wel 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 aanvaringslachtoffers kan opleveren.

De hoogste vleermuisactiviteit wordt tijdens lage windsnelheden (< 6 m/s) gemeten. Om aanvaringen van trekkende vleermuizen met windturbines te verminderen is het verhogen van de startwindsnelheid (de laagste windsnelheid waarbij de rotorbladen van een turbine beginnen te draaien) de beste mitigatietechniek. Gedurende vrijloop kunnen de rotoren nog altijd snel draaien. Door de hoek van de bladen te veranderen ('pitching') kan de snelheid beïnvloed worden die de bladen tijdens vrijloop hebben. Samenvattend komt de mitigatie erop neer dat bladen beneden een bepaalde windsnelheid niet sneller mogen draaien dan 1 rpm. Het is aangetoond dat deze veranderingen de vleermuissterfte met 44 - 93% kunnen verminderen (Baerwald et al. 2009).

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 detectie-systeem 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). 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 aanbrengen van reflectors en lasers, maar ook akoestische waarschuwingssignalen.

6.9.3 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.

6.10 Leemten in kennis en informatie

Er zijn leemtes in kennis over aanvaringsrisico's, barrièrewerking en verstoring als gevolg van windparken op zee (zowel overdag als 's nachts). Met name soortspecifieke kennis ontbreekt. Validatie van modellen om aanvaringslachtoffers te voorspellen op zee ontbreekt. Ook over verstoringsgevoeligheden en verstoringsafstanden 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 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, dus wat het effect is 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 95 turbines van 8 MW, die worden geheid met een hei-energie van 1.000 kJ (hierna te noemen: alternatief 1) en een alternatief met 76 turbines van 10 MW, die elk worden geheid met 3.000 kJ (hierna te noemen: alternatief 2).

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. Al deze funderingen zijn te installeren met een hei-energie binnen de bandbreedte van 1.000 kJ tot 3.000 kJ.

In deze effectbeschrijving is ervan uitgegaan dat kavel V van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) uit 95 windturbines van 8 MW of uit 76 windturbines van 10 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 uur¹ duren. Dit betekent dat er in het bouwseizoen maximaal zo'n 190 uur wordt geheid voor alternatief 1 en 152 uur voor alternatief 2. 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 per dag één turbinefundering wordt geheid. Zo kunnen de heiwerkzaamheden onder gunstige omstandigheden in circa 14 weken (alternatief 1) of in circa 11 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 28 weken (alternatief 1) of 22 weken 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	95x8 MW-turbines Hei-energie: 1000 kJ 1 turbinelocatie per dag	76x10 MW-turbines Hei-energie: 3000 kJ 1 turbinelocatie per dag

¹ Er kan van worden uitgegaan dat bij gebruik van tripod- of jacket-funderingen met een maximale energie van 1.000 kJ zal worden geheid. Per fundering neemt de totale duur van het heien echter toe, omdat per fundering 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.

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 'ingezoomed' 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).

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.

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 7.1 Beoordelingskader onderwaterleven.

Aspect	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Onderwaterleven	<i>Bodemdieren en vissen</i> Aanleg - geluid/trillingen - Bodemberoering Gebruik - geluid/trillingen - Bodemberoering - Aanwezigheid harde structuren - Verbod bodemberoerende visserij in windpark Verwijdering - Idem aanleg	<i>Bodemdieren</i> Bodemberoerende werkzaamheden Habitatverlies <i>Vissen</i> Geluid/trillingen Bodemberoerende werkzaamheden Habitatverlies
	<i>Zeezoogdieren</i> Aanleg Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen Fysieke aantasting Gebruik Verstoring door geluid en trillingen turbines Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud) Verwijdering Idem aanleg	Verstoord oppervlak (km ²) Aantal verstoorde dieren Tijdsduur van de verstoring Aantal aangetaste dieren

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). De soorten hebben uiteenlopende groottes en levensstrategieën zoals 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 redelijk 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 en Oestergronden (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 verstorend 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 windenergiegebied Hollandse Kust (noord) bevindt zich in deze relatief soortenarme kustzone.

In de kustzone wordt de bodem voor het grootste gedeelte gedomineerd door zand en is onderhevig aan 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. Hier bevindt zich ook 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. Terwijl in de jaren negentig nog rijke *Spisula subtruncata* schelpdierbanken in de kustzone voorkwamen, is tegenwoordig de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus* / *Ensis americanus*) een van de dominante soorten en zijn de *Spisulabanken* voor het grootste gedeelte verdwenen (Hal *et al.* 2012). 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 µm 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 bodemdiergemeenschappen in deze zone wordt gekarakteriseerd door een relatief hoge dichtheid en biomassa aan kreeftachtigen, maar verder zeewaarts wordt de bodemdiergemeenschap steeds meer gedomineerd door wormen. Schelpdieren komen hier veel minder voor dan in de kustzone.

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/m² circa drie maal 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). Het aantal soortgemeenschappen van in- en epifauna in de nabije kustzone is vastgesteld op 4. Deze worden beïnvloed door sediment en eigenschappen en hydrografische eigenschappen zoals bodemschuifspanning (De Jong *et al.* 2015).

Soortengemeenschap van het plangebied

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 het plangebied. Benthos in het plangebied zelf is onder andere gemonitord in het kader van WOT schelpdierbemonstering (bodemschaafgegevens van WMR 2004-2016) en van monitoringonderzoek voor PAWP (Vanagt *et al.* 2013, Leewis and Klink 2017). Ook zijn er gegevens beschikbaar van het omliggende gebied, zoals het nabij gelegen OWEZ en gegevens verzameld in het kader van Benthos data in Sole Net Surveys (SNS). Op basis van habitatovereenkomsten is de benthos gemeenschap in het plangebied vergelijkbaar met de gemeenschappen zoals die beschreven zijn in deze surveys.

Benthos in plangebied op basis van WOT schelpdierbemonstering: Bodemschaaf gegevens WMR 2004-2016

Op basis van de bodemschaaf gegevens van Wageningen Marine Research uit de periode 2004 t/m 2016 binnen het plangebied (Beschikbaar via Open Data; Informatiehuis Marien, Tabel 7.3) 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 fuikhoren (*Nassarius reticulatus*), halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) en gewone zwemkrab (*Liocarcinus holsatus*) veel voor. Een aantal soorten, zoals gewone otterschelp *Lutraria 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)

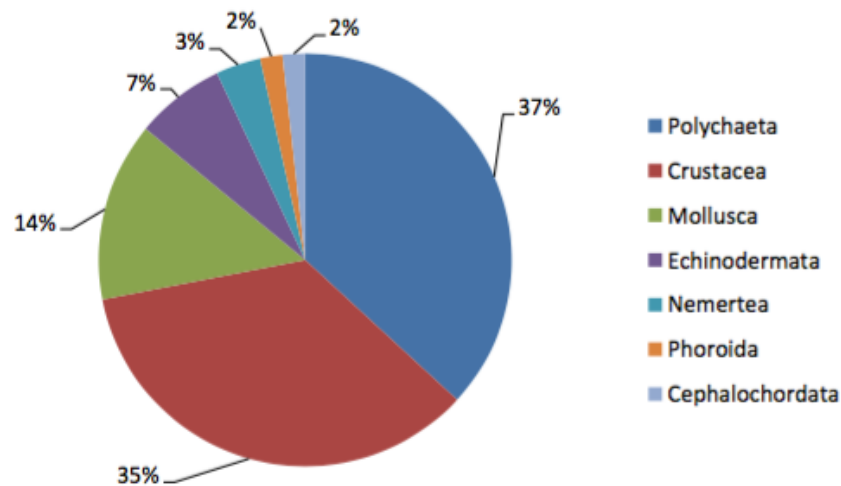
	Aantal jaar	Gem aantal (n/m2)	Biomassa (g/m2)
<i>Ensis sp</i>	13	698,6	6052,2
<i>Donax vittatus</i>	12	1579,8	2691,1
<i>Asterias rubens</i>	9	0,1	2046,3
<i>Ophiura ophiura</i>	10	616,7	1679,3
<i>Chamelea striatula</i>	12	137,3	1442,9
<i>Macra stultorum</i>	2	0,2	986,4

<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 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
<i>Abra alba</i>	1	0,1	0
<i>Ebalia tumefacta</i>	1	0,1	0
<i>Diogenes pugilator</i>	5	0,1	
<i>Pagurus bernhardus</i>	12	0,1	

Benthos in het plangebied: Prinses Amaliawindpark (PAWP)

Uit de gegevens van PAWP komt naar voren dat de korrelgrootte in het windpark gemiddelde 277 μm (± 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).

Figuur 7.1 Verdeling soortenrijkdom: verdeling van aangetroffen benthos

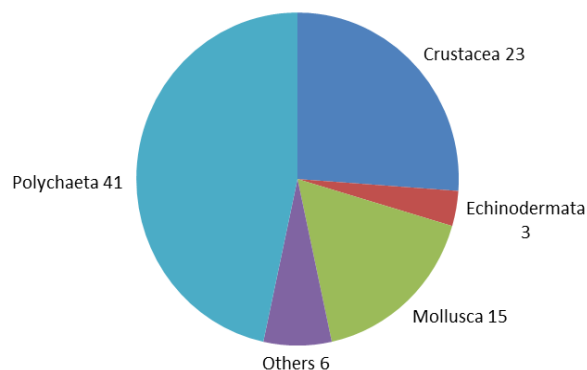


Benthos in de nabijheid van het plangebied; offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ)

De uitgebreide monitoring van de benthos in het relatief dichtbij gelegen offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ) dat in 2006 is gebouwd is, hoewel buiten het plangebied, vanwege de geringe afstand 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 2.21).

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 (*Tellinomya ferruginosa*), strandschelp (*Spisula spp.*), rechtsgestreepte platschelp (*Fabulina fabula*) en zaagje (*Donnax vittatus*) die in relatief lage dichtheden voorkwamen en één stekelhuidige (zeeklit (*Echinocardium cordatum*)).

Figuur 7.2 Verdeling van aangetroffen benthos soorten



Benthos in de nabijheid van 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

Het benthos in het plangebied wordt gedomineerd door polychaete wormen, enkele soorten schelpdieren (met name mesheften, maar ook strandschelpen, zaagjes), en zeeklit. Op de bodem zijn gewone zeester, gewone zwemkrab, gewone slangster en gewone garnaal algemeen.

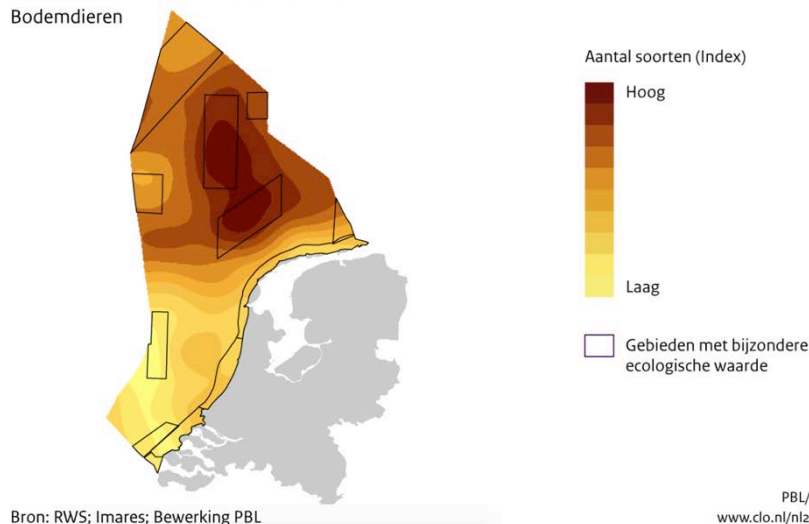
In het plangebied komen geen voor Nederland relevante soorten voor die beschermd zijn krachtens de OSPAR lijst van bedreigde en/of afnemende soorten (Bos *et al.* 2016) zoals Noordkromp (*Artica islandica*), purperslak (*Nucella lapillus*) en platte oester (*Ostrea edulis*). Wel is er één platte oester gevonden in het PAWP (Vanagt *et al.* 2014) en meerdere platte oesters nabij 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 onder het gebied 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 (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). 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 bodemgebonden levenswijze (bijv. platvissen en grondels). Voor de verspreiding van bodemgebondenvissen geldt dat de hoogste aantallen gevonden worden in diep water, aan de rand van de oceaan en over bodems met grof sediment. Niet bodemgebonden vissen zijn talrijker langs de kust en in het noordelijke deel van het continentaal plat (Herman *et al.*, 2015). Daarnaast zijn de trekvissen in grotere dichtheden aanwezig nabij de riviermondingen.

Soortengemeenschap van het plangebied

Er zijn in het kader van de monitoring van OWEZ en PAWP specifieke onderzoeken naar de visgemeenschap *binnen* het plangebied uitgevoerd. Ook zijn er data van visbemonsteringen uit de omgeving beschikbaar, waar informatie aan ontleend kan worden.

Vissen in 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 in het plangebied 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 limanda*, en schol *Pleuronectes platessa* (OWEZ data Wageningen Marine Research via Informatiehuis Marien, Tabel 7.4).

Bodemvissen in het plangebied: Prinses Amaliawindpark (PAWP)

De visbemonstering in 2013 in PAWP, *binnen* het plangebied 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 2.12).

Vissen in de nabijheid van het plangebied: offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ)

In de periode 2003 – 2011 zijn verschillende vismonitoringen uitgevoerd in het relatief dichtbij gelegen offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ) dat in 2006 is gebouwd en net buiten het plangebied 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 2.13). In OWEZ is tussen seizoenen en jaren echter een zeer dynamische visgemeenschap (zowel nabij de bodem 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 2.18), mede doordat bodemsubstraat vrij zandig en eenvormig is, wat voornamelijk platvis faciliteert (Tabel 7.4; 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 (OWEZ data Wageningen Marine Research via Informatiehuis Marien)

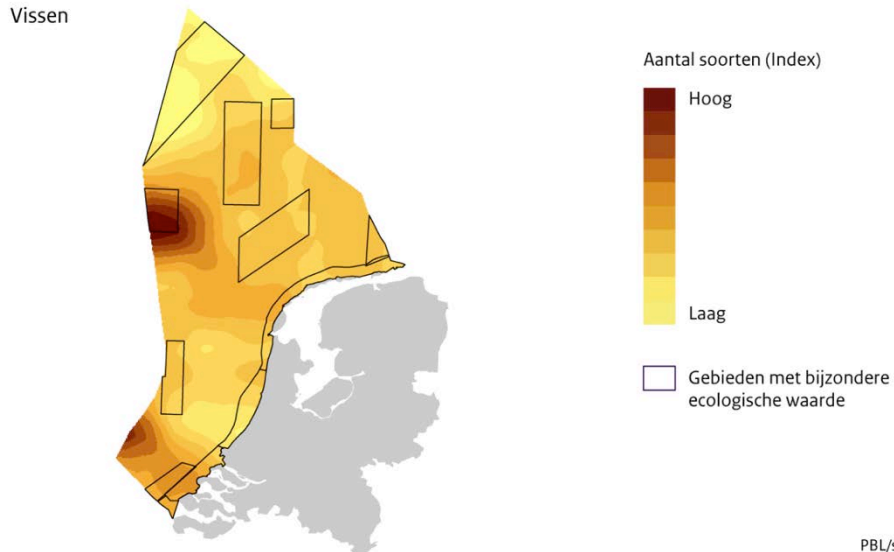
Soort	Nederlandse naam	Aantal
<i>Echiichthys vipera</i>	Kleine pieterman	128
<i>Callionymus lyra</i>	Pitvis	116
<i>Arnoglossus laterna</i>	Schurftvis	80
<i>Buglossidium luteum</i>	Dwergtong	61
<i>Limanda limanda</i>	Schar	57
<i>Pleuronectes platessa</i>	Schol	57
<i>Merlangius merlangus</i>	Wijting	46
<i>Pomatoschistus lozanoi</i>	Lozano's grondel	38
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Dikkopje	38
<i>Callionymus reticulatus</i>	Raster pitvis	24
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprot	22
<i>Clupea harengus</i>	Haring	20
<i>Ammodytes</i>	Zandspiering	14
<i>Platichthys flesus</i>	Bot	14
<i>Solea 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 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 liparis</i>	Slakdolf	2

Tabel 7.5 Bodemvissoorten in Prinses Amaliawindpark (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
Hamasmannetje	Hooknose	Agonus cataphractus	49
Horsmakreel	Horsmackerel	Trachurus trachurus	49
Smelt	Greater sandeel	Hyperoplus 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	Sandeeel	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	Seascorpion	Taurulus bubalis	3
Snotolf	Lumpsucker	Cyclopterus lumpus	3
Griet	Brill	Scophthalmus rhombus	2
Rasterpitvis	Reticulated dragonet	Callionymus reticulatus	2
Haring	Hering	Clupea harengus	1
Kleine zeenaald	Lesser pipefish	Syngnathus rostellatus	1

Figuur 7.4 Diversiteit aan vis in de Noordzee (bron: CBS et al. 2012).



Bron: RWS; Imares; Bewerking PBL

PBL/sep12
www.clo.nl/nl215901

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			NSWPEL			NSWGILL				
			T0	T1	T5	T0	T1	T5	T0	T1	T5		
			S	W	S	W	S	Sp	Au	Sp	Sp	S	
1	Pitvis	Common dragonet	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Haring	Clupea harengus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	Schar	Limanda limanda	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	Wijting	Merlangius merlangus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	Schol	Pleuronectes platessa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	Ammodytes	Ammodytes sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	Smelt	Hyperoplus lanceolatus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	Zeedonderpad	Myoxocephalus scorpius	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	Sprot	Sprattus sprattus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	Dvergtong	Solenette	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	Kleine pieterman	Lesser weever	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	Bot	Flounder	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	Tong	Sole	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	Horsmakreel	Horse mackerel	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	Schurftvis	Scadfish	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	Kabeljauw	Cod	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	Grondel	Goby species	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18	Harnasmannetje	Hooknose	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19	Makreel	Mackerel	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20	Griet	Brill	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
21	Steenbolk	Bib	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
22	Grauwe poon	Grey gurnard	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
23	Tarbot	Turbot	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
24	Syngnathus	Pipefish species	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
25	Vijfdradige meun	Fivebeard rockling	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
26	Mul	Striped red mullet	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
27	Rode poon	Tub gurnard	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
28	Glasgrondel	Transparent goby	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
29	Rasterpitvis	Reticulated dragonet	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
30	Ansjovis	Anchovy	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
31	Tongschar	Lemon sole	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
32	Pelser	Pilchard	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
33	Dwergbolk	Pour cod	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
34	Fint	Twaite shad	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
35	Snotolf	Lumpsucker	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
36	Driedoornige stekelbaars	Stickleback	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
37	Slakdolf	Sea-snail	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
38	Geep	Garfish	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
39	Adderzeenaald	Snake pipefish	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
40	Groene zeedonderpad	Sea scorpion	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
41	Eift *	Allis shad *	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
42	Zeebaars	Sea bass	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
43	Vierdradige meun	Four-bearded rockling	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
44	Rivierprik	Lamprey	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
45	Spiering	Smelt	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
46	Botervis	Butterfish	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
47	Stekelroq	Roker	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
48	Kleine kooimaanvis *	Rig-scale sand-smelt *	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
49	Trekkervis	Grey triggerfish	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
50	Gevlekte pitvis *	Spotted dragonet *	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
51	Kliplipvis	Goldsinny wrasse	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
52	Zwarte grondel	Black goby	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
53	Heilbot	Halibut	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
54	Lichtend sproutie	Pearl side	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
55	Blauwe wijting	Blue whiting	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
56	Gevlekte gladde haai	Starry smoothhound	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
57	Zalm	Salmon	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

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 om zeehonden en bruinvissen. Andere soorten zeezoogdieren trekken zelden en onregelmatig door de Nederlandse wateren (zie bijvoorbeeld: Geelhoed SCV & T. van Polanen Petel, 2011), omdat hun habitat elders is gelegen. Dit geldt voor de witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*), 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 (noord) op deze soorten mogelijk zijn. Deze soorten worden daarom niet verder behandeld.

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).

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). Bescherming van de soort en realisatie van de doelstelling wordt bereikt door de uitvoering van het Bruinvisbeschermingsplan (Camphuysen, C.J. & M.L. Siemensma, 2011).

Bruinvis

Habitat

Van de walvisachtigen (Cetacea) is de bruinvis (*Phocoena phocoena*) de enige soort die regelmatig 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, Read 1997). Ze zijn het talrijkst in relatief ondiepe kustwateren en zij foerageren vaak op de zeebodem. Ze eten verschillende soorten pelagische en demersale vis, maar ook inktvis, schaaldieren en borstelwormen (Camphuysen & Siemensma, 2011). De bruinvis leeft incidenteel in groepen van meer dan 100 dieren, maar meestal in losse verbanden. Onderzoek (Jansen, 2013) heeft uitgewezen dat verreweg het grootste aandeel van het dieet van bruinvissen uit pelagische en schoolvormende vissoorten bestaat.

Verspreiding en aantallen

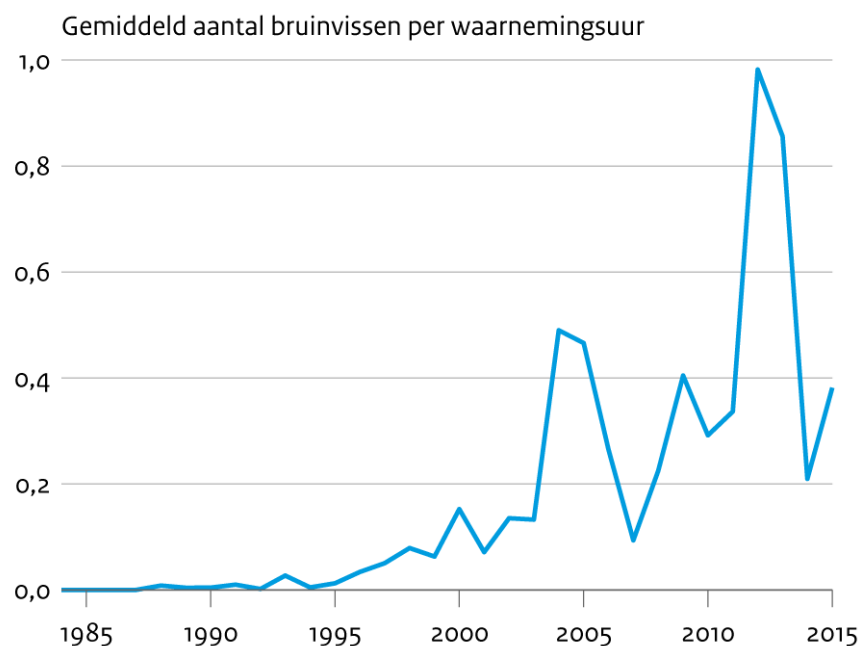
Bruinvissen zijn lastig te tellen op zee. Systematisch verzamelde gegevens over aantallen en verspreiding in Nederlandse wateren zijn schaars. Ook gegevens over aantallen en verspreiding op grotere schaal zijn vrij beperkt. De wereldpopulatie van de bruinvis wordt geschat op ongeveer 700.000 exemplaren (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. 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).

In de eerste helft van de vorige eeuw was de bruinvis algemeen voorkomend in de Nederlandse kustzone, vanaf circa 1940 werd deze soort een zeldzame en onregelmatige verschijning. Sinds 1986 houdt de bruinvis zich vrij algemeen voor onze kust op. Vermoed wordt dat bij deze verschuiving (en dus geen absolute toename) voedselgebrek in het noordelijke deel van de Noordzee een rol speelt. Recentere studies laten deze toename nog duidelijker zien (Camphuysen 2004, Leopold & Camphuysen 2006).

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 7.4). 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.

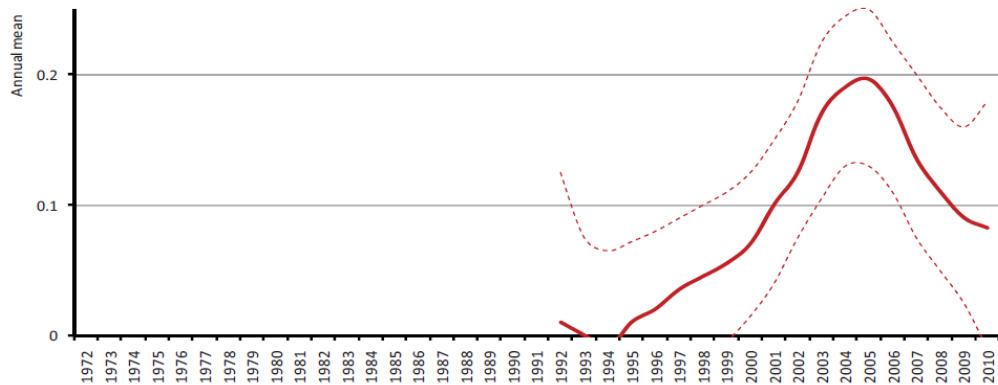
Figuur 7.4 Waarnemingen langs de kust (Compendium voor de Leefomgeving, 2018)



Bron: 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).

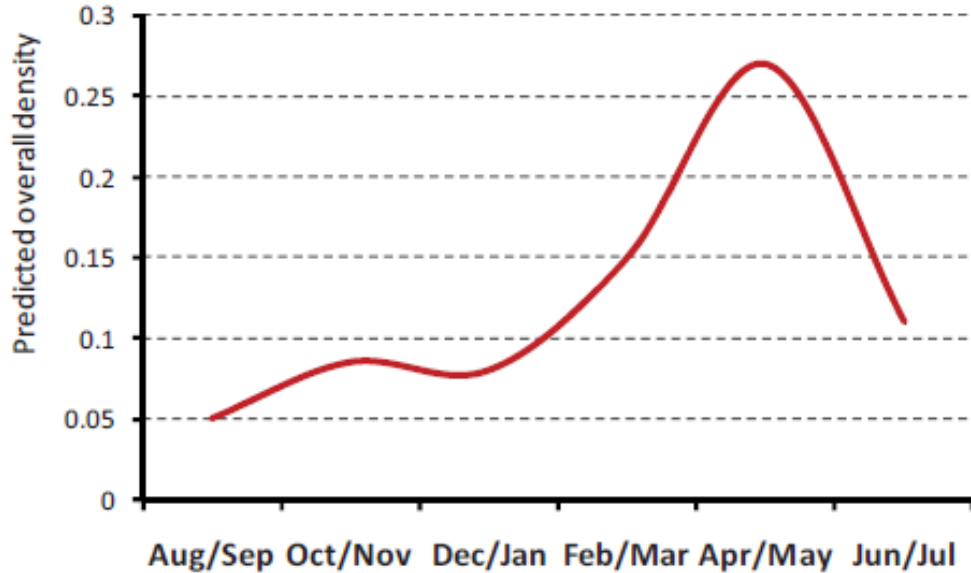
Figuur 7.5 Trends in annual mean abundance (95% CV) of Harbour Porpoises found during bi-monthly aerial seabird surveys, 1992-2010 (no data prior to 1992); redrawn from Arts 2010.



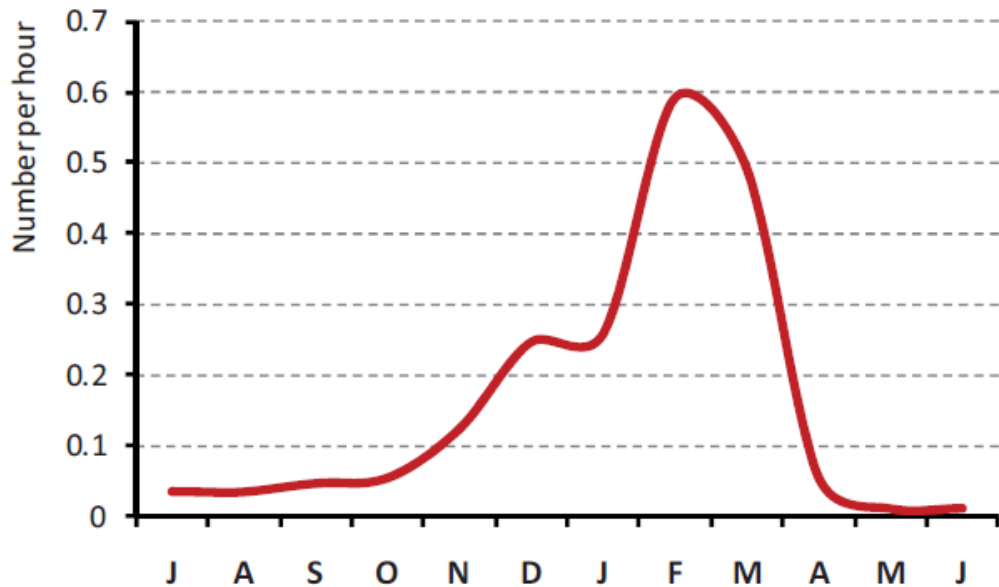
Seizoensvariatie

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 7.6 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 7.7 geeft de fluctuaties over de seizoenen weer uitgedrukt in waargenomen dieren per uur observatie vanaf de kust (gebied Scheveningen – Huisduinen, periode 1990-2010).

Figuur 7.6 Seasonal pattern in abundance Harbour Porpoises during seabird surveys, 1990-2010; redrawn from Arts 2010.



Figuur 7.7 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 7.8) 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/km² 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).

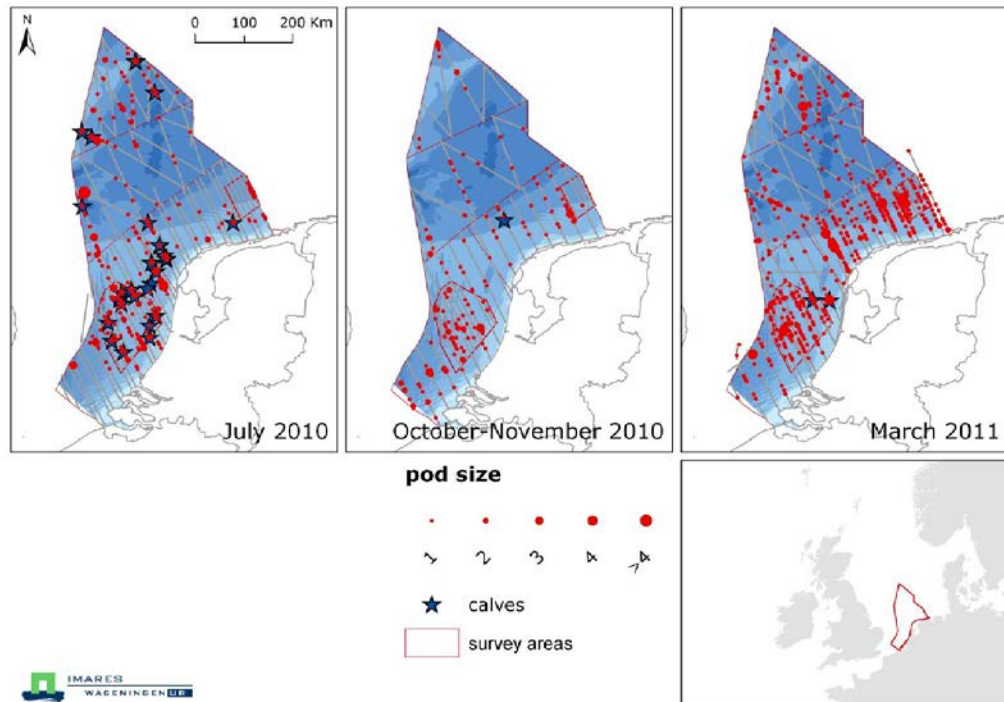
In maart 2011 werden in grote delen van het NCP hoge dichtheden gevonden, behalve bij Zeeland en de nabije kustzone van Noord- en Zuid-Holland. In juli werden hoge dichtheden gevonden rond de Bruine Bank, Botney Cut/Doggersbank en de Borkumse stenen. In oktober zijn de bruinvissen gelijkmatiger verspreid (Geelhoed et al. 2011).

In Geelhoed et al. (2011) worden studies van 2008-2011 met elkaar vergeleken, waarbij op een zelfde 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.

Bruinvissen in plangebied

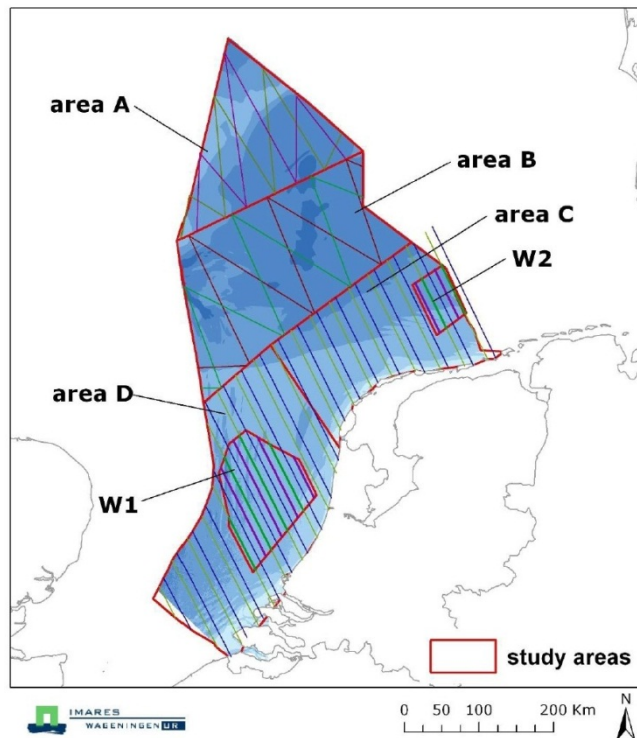
Het plangebied ligt in het gebied waar in oktober relatief lagere dichtheden voorkomen. De volgende figuur geeft een overzicht van de waargenomen bruinvissen tijdens vliegtuigtellingen in 2010 en 2011 (figuur 6 uit Geelhoed et al. 2011).

Figuur 7.8 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 7.6 geeft een samenvatting van de geschatte dichtheden en aantallen in het deelgebied waar het plangebied binnenvaalt. Het plangebied betreft gebied 'D', zoals weergegeven in figuur 7.9 en de gemiddelden voor het hele NCP.

Figuur 7.9 Deelgebieden Bruinvistellingen (Geelhoed, 2011).



Tabel 7.6 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).

Periode	Dichtheid (aantal dieren/km ²) D (gebied incl. plangebied)	Dichtheid (aantal dieren/km ²) 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)

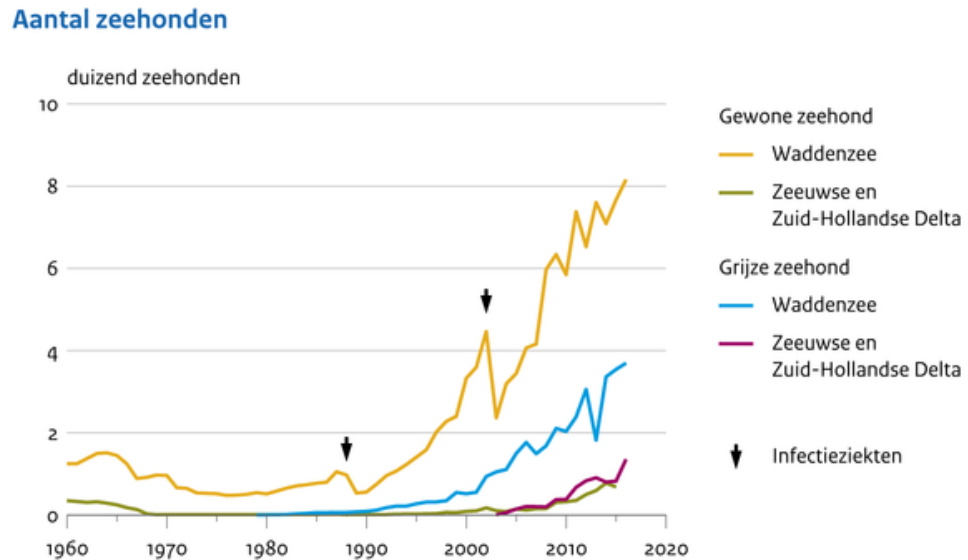
Zeehond

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 7.10 geeft de aantallen zeehonden weer in de Waddenzee en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta.

Figuur 7.10 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, d.d. 10 april 2018).



Bron: Wageningen Marine Research; Delta Projectmanagement in opdracht van RWS/Provincie Zeeland

WUR/okt17
www.clo.nl/123114

Het Waddengebied is het belangrijkste gebied voor gewone en grijze zeehonden in Nederland. 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).

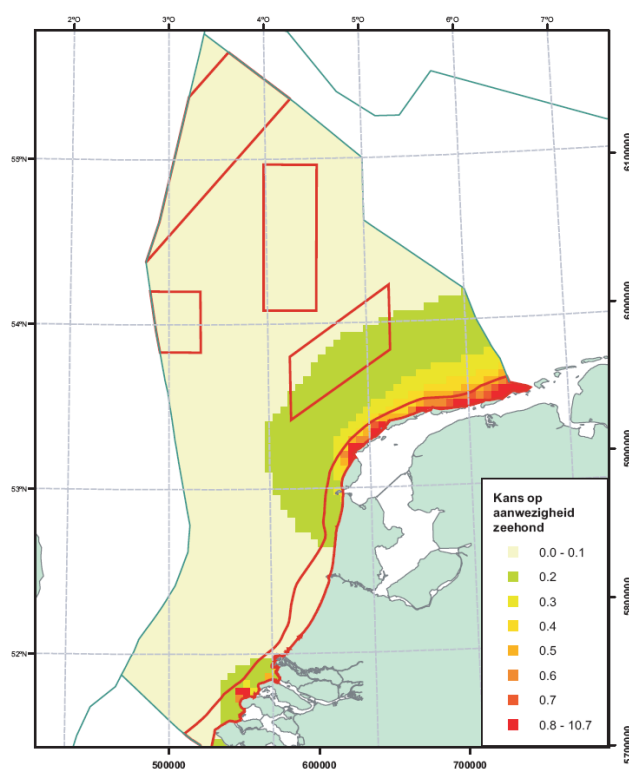
Historisch gezien was het Deltagebied ook een belangrijk gebied voor zeehonden. Ongeveer één derde van alle gewone zeehonden kwamen daar voor. Echter, na eeuwen van intensieve jacht waren ze er vrijwel verdwenen. Vrij recent zijn de aantallen zeehonden in het Deltagebied weer toegenomen. Vergeleken met 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.

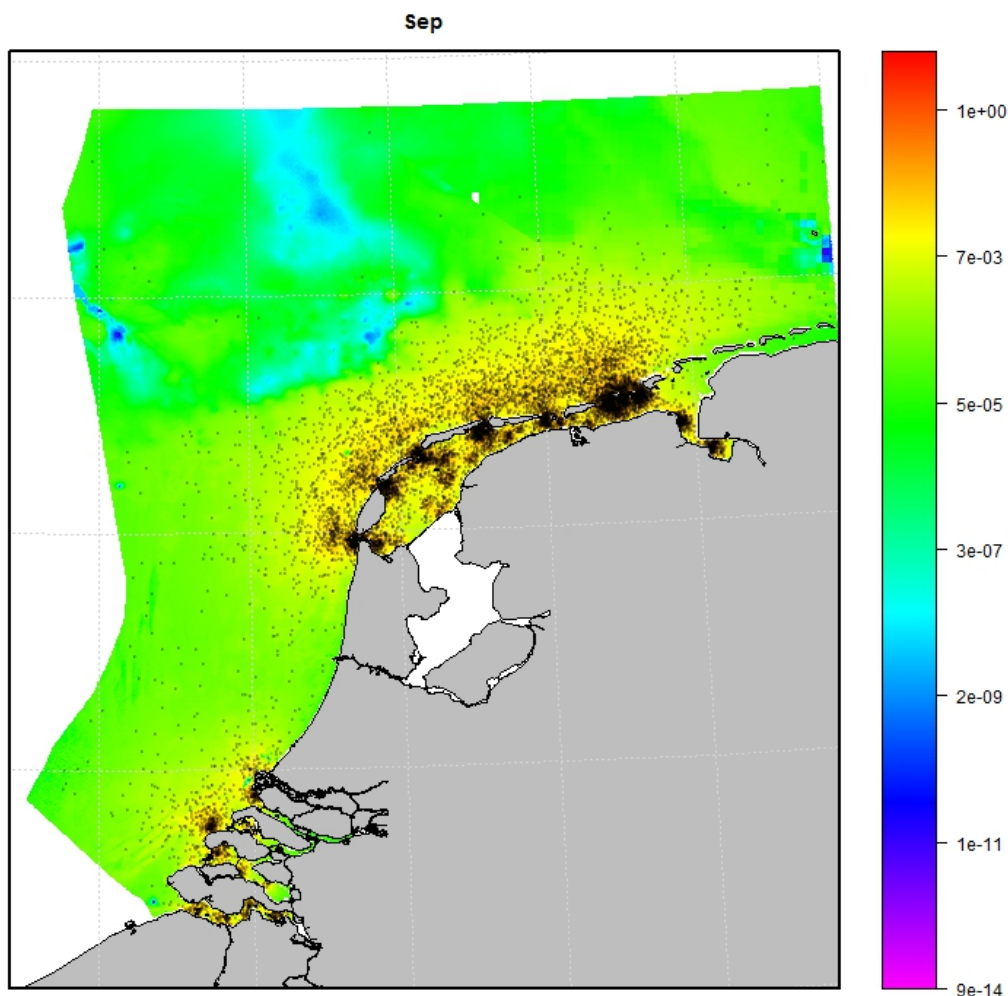
Gewone zeehond

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, waaronder veel soorten platvis. Om jongen te werpen (mei-juli), om te verharen (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 7.11 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 7.12 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 7.11 Berekende kans op aanwezigheid van zeehonden, gebaseerd op zwemgedrag van 7 gezenderde zeehonden (Lindeboom et al, 2005).



Figuur 7.12 Gemodelleerde voorspelling van zeehondendichtheid op basis van verschillende omgevingskenmerken in combinatie met zenderdata voor de maand september (Aarts, 2016).



Vooraf 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

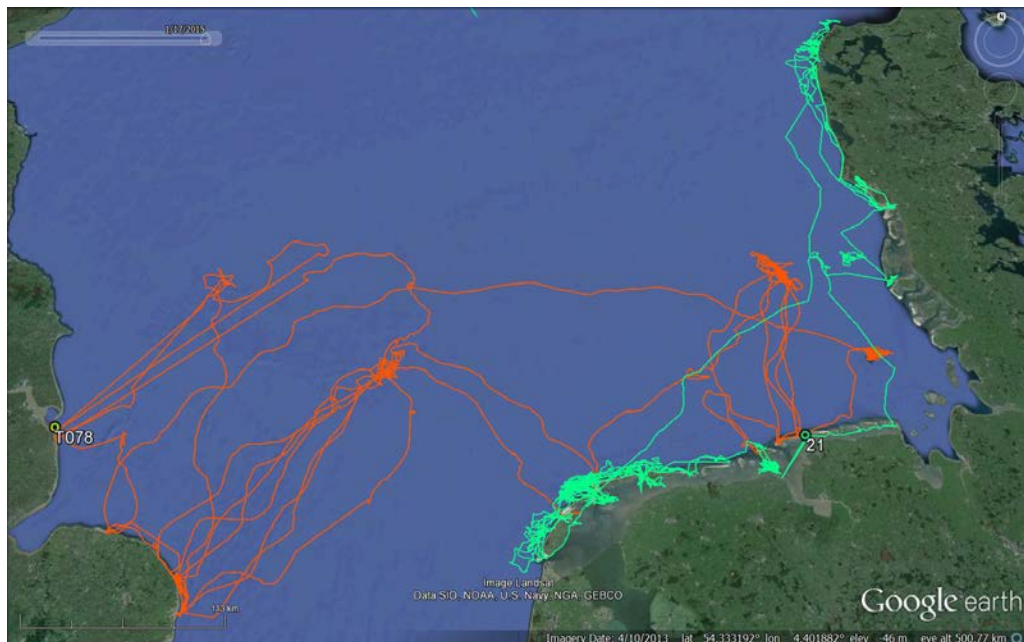
De dieren maken regelmatig gebruik van droogvallende platen. Meestal verblijven ze echter in de kustzee waar ze foerageren op vis. Op grond van analyse van uitwerpselen is gevonden dat grijze zeehonden in de kustzone met name verschillende demersale vissoorten eten, met name tong in de lente en bot in 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. Grijs 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 7.13 Voorbeeld van een zwemroute van een grijze zeehond (rood) en een gewone zeehond (groen). (www.wur.nl, d.d. 29 maart 2016).



Natura 2000-gebieden en instandhoudingsdoelstellingen

In Tabel 7.7 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 & Saeftinghe 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 7.7 Zeezoogdieren en Natura 2000-gebieden met bijbehorende instandhoudingsdoelen en de 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 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
	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

Soort	Natura 2000-gebied	Instandhoudingsdoel	Staat van instandhouding
	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

Bij het niet installeren van windturbines in de kavel mag verondersteld worden dat de waarde voor mariene zoogdieren van de site nagenoeg hetzelfde zal blijven. Behalve 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 (2010) 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 België, zullen de autonome ontwikkeling beïnvloeden. Zie voor meer informatie onder '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

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 park (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 verhogingen van de turbiditeit 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 macrofaunaeigenschappen in OWEZ met referentiegebieden leiden tot de conclusie dat er geen korte termijn effecten zijn van de aanwezigheid van het windmolenpark op de lokale benthische fauna samenstelling in de zanderige gebieden tussen de monopiles (Daan *et al.* 2009, Leeuwis & Klink 2017)

Operationele fase

Effecten van geluid en/of trillingen

De geluidsniveaus van een operationeel windpark zijn relatief laag vergeleken met de geluidspulsen zoals die geproduceerd worden tijdens heiwerkzaamheden in de constructiefase van het park. Omdat uit de benthos monitoring van OWEZ 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 benthos gemeenschappen verwaarloosbaar zijn.

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 (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 Prinses Amaliapark 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 mosdierdijtjes. 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 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 bodemdiergemeenschappen 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). De structuren fungeren als een kunstmatige rif en voegt naast een grote toename aan biodiversiteit, vooral biomassa toe aan het voorheen uitsluitend zacht substraat.

De monopiles herbergen hierbij mogelijk ook 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.

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.* 2017), dan wel via een toename in verticale menging van de water kolom (Carpenter *et al.* 2016, Floeter *et al.* 2017). Deze studies zijn niet een op een toepasbaar op het plangebied Hollandse Kust (noord) en effecten op het pelagisch ecosysteem zijn zowel positief als negatief.

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 parkbekabeling veroorzaakt (elektrische en magnetische) velden. Kabels van windmolens elektromagnetische velden (EMF) creëren en geïnduceerde elektrisch velden (iEF) (door bewegingen van organisme door een EMF). 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). Additionele (veld)studies dienen hier meer uitsluitend over te geven, onder andere door met veldmetingen gemiddelde waarden van EMF te valideren.

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).

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), evenals een toename in biomassa en biodiversiteit (van Denderen *et al.* 2014; Reiss *et al.* 2009, Eigaard *et al.* 2016). 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 natuurlijke verstoringen van de zeebodem. Gebieden die van nature weinig verstoord worden zullen meer baat hebben bij de afwezigheid van bodemberoerende visserij. 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). In PAWP werd 6 jaar na de afsluiting van het windpark voor visserij geen veranderingen in de benthos gemeenschap vastgesteld (Lock *et al.* 2014). Er was eveneens geen verandering waarneembaar vergeleken met een referentiegebied buiten het park 10 jaar na constructie (Leeuwis & Klink 2017).

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

Het aanleggen van een windpark op zee kan op verschillende wijze invloed hebben op de lokale visgemeenschap. 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.
- Effect van de aanwezigheid van harde structuren.
- Effect van verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten in windparken.

Constructiefase

Effecten van geluid

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 zwemblaas 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 ichtyoplankton 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 modelleringstudies 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. De resultaten kunnen daardoor als representatief worden beschouwd voor een groot deel van de visgemeenschap in het plangebied. 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 recent 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 μPa^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 inmiddels 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 μPa^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 haardelijke blootstelling aan dergelijke zeer luide geluidspulsen tot verminderde fitness van jonge zeebaars leidt (Debusschere *et al.* 2016).

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 μPa^2s voor vis van 31 cm en 141 dB re 1 μPa^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.

Er zijn ook aanwijzingen dat chronische blootstelling aan geluid bij kabeljauw (*Gadus morhua*) tot een substantiële reductie van het aantal levensvatbare embryo's kan leiden (Sierra-Flores *et al.* 2015). Dit is de conclusie van experimenten waarin kabeljauwen met een gemiddelde lengte van ca. 60 cm over een periode van ca. 2,5 maanden werden blootgesteld aan herhaalde, 10 s durende *sweeps* van 100 – 1000 Hz. De dieren werden per dag zesmaal gedurende een uur blootgesteld aan de *sweeps*. Dit type blootstelling is echter niet te vergelijken met blootstelling aan heigeluid dat een heel ander karakter heeft (ca. 3.500 heiklappen van 0,1 s) en korter duurt (max. 2 uur per fundering).

In Popper *et al.* (2014) en Andersson *et al.* (2017) 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) maakt 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 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$, 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 hei-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.

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 km²). De tijdelijkheid van de geluidsverstoring mede in aanmerking genomen is het niet aannemelijk dat de visgemeenschap van de Noordzee negatief wordt beïnvloed. Dit betekent ook dat een negatieve invloed op de beschikbaarheid van voedsel voor dieren hoger in de voedselketen (vogels en zeezoogdieren) is uit te sluiten.

Tabel 7.8 Drempelwaarden voor het optreden van effecten bij vissen, na cumulatieve blootstelling aan impulsgeluid (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ SEL_{CUM}) (uit Popper *et al.* 2014).

Visgroep	Sterfte en onherstelbare schade	Herstelbare schade	TTS*
Geen zwemblaas	> 219	> 216	>> 186
Open zwemblaas	210	203	> 186
Gesloten zwemblaas	207	203	186

* 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 predatieriscio 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 Amaliawindpark (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 zeker geen significant 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).

Hoewel niet eenduidig is vast te stellen of geluid – of andere factoren hieraan onderhevig zijn, is verstoring ten gevolge van geluidseffecten van de windturbines voor deze soorten niet uit te sluiten. Geluid en trillingen van turbine generatoren en elektromagnetische velden van bekabeling 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 (noord) worden 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.

Effect van straling

De parkbekabeling veroorzaakt elektrische en magnetische (EMF) 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 windmolens creëren magnetische velden (MF) en geïnduceerde elektrisch velden (iEF) (door bewegingen van organisme door een EMF). Het elektrische veld (EF) wordt door de kabelbescherming tegengehouden en is dus niet waarneembaar voor Noordzee soorten.
- 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 EMF en iEF, geïnduceerd door windmolens, op Noordzee fauna zijn vooralsnog onduidelijk. Studies naar de effecten van EMF's en iEF's werken namelijk vaak met afwijkende veldsterktes dan te verwachten zijn bij windmolenkabels.

- Het EMF van een windmolen 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 significant schadelijk biologisch effect op mariene organismen van EMF's te suggereren (Emma, 2016; Snoek *et al.* 2016; Bochert & Zettler, 2006). Als vissen of invertebrata een verandering van het magnetisch veld vermijden of zich juist hierdoor aangetrokken worden, dan zouden de kabels een mogelijke barrière/ verzamelplaats kunnen vormen. Vooralsnog is onduidelijk of de huidige velden dit effect teweegbrengen. Additionele (veld)studies dienen hier meer uitsluitsel over te geven, onder andere door met veldmetingen gemodelleerde waarden van EMF te valideren. Wel kan vastgesteld worden dat, (1) door het relatief beperkte areaal van een windpark ten opzichten van het totale NCP en (2) het feit dat de straling enkel in de directe nabijheid van de kabel waarneembaar is, het effectgebied beperkt is.

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).

Effect van de aanwezigheid van harde structuren

De windturbine staan op monopiles die harde structuren op de zeebodem vormen. Harde structuren op de zeebodem zoals scheepswrakken 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.

Deze 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 (lengtes 25-35 cm) en jonge kabeljauw (lengtes 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. 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). Specifieke leeftijdsgroepen van kabeljauw en steenbolk worden per seizoen aangetrokken tot de monopiles van het Belgische windpark, waar ze zich voeden en ook groeien (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 niet profiteren van de aanwezigheid van de monopiles van de windturbines. 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 de aanwezigheid van de monopile als harde structuur of andere factoren zoals geluidsproductie door de windturbines hieraan onderhevig zijn.

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, harnasmannetjes, pitvissen en grondels.

Het effect van het verbod op visserij op de ontwikkeling van visbestanden is onderzocht voor het OWEZ. Na oplevering van het OWEZ 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).

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 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 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 de deze vis-faciliterende functies van windturbines vervallen en daarmee zeer waarschijnlijk een negatief effect hebben op de vispopulatie zoals die zich ontwikkeld heeft in het windpark tijdens de operationele fase.

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 geluidsborn 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.

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 7.9 geeft een overzicht van de criteria die bij het bepalen van de effecten op bruinvissen en zeehonden van belang zijn met de bijbehorende waarden.

Tabel 7.9 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	$SEL_{\text{CUM}} > 179\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$	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	$SEL_{\text{CUM},w} > 186\text{dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$	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).

De effecten van het hei-geluid tijdens de aanleg van het windpark zijn berekend aan de hand van de met AQUARIUS² gegenereerde onderwatergeluidkaarten (zie bijlage 5). In deze berekeningen is er van uitgegaan dat de geluidsenergie van een enkele (maximale) heiklap maatgevend is voor gedragsverandering. Vervolgens is per soort bepaald op welke afstand van de hei-locatie de drempelwaarden voor gedragsrespons worden overschreden. Bij het berekenen van het aantal dieren door hei-geluid beïnvloede dieren is ervan uitgegaan dat dit alle dieren betreft die aanwezig zijn binnen de contour waarde drempelwaarde voor verstoring/mijding in de onderste helft van de waterkolom wordt overschreden (*worst-case*). Met de lagere geluidsniveaus nabij het wateroppervlak wordt bij de schatting van effectafstanden geen rekening gehouden, in de veronderstelling dat zeezoogdieren in hun normale (foerageer)gedrag worden verstoord als ze niet van de hele waterkolom gebruik kunnen maken. Daarnaast is ervan uitgegaan dat verstoring voor alle dieren die zich bij aanvang van de geluidsproductie binnen deze contour bevinden even lang duurt.

Daarnaast is berekend welke (cumulatieve) geluidbelasting tijdens het heien van één paal kan ontstaan en waaraan bruinvissen en zeehonden die zich in de nabijheid van de hei-locatie bevinden en vervolgens met een bepaalde snelheid wegzwemmen, kunnen worden blootgesteld. De totale geluidsbelasting die het dier door de cumulatieve energie van alle heiklappen voor één fundering daarbij ondervindt (SEL_{CUM}), is vergeleken met de drempelwaarde voor PTS bij deze dieren.

Effecten op populatieniveau

Voor de bepaling van de effecten van heigeluid op de populaties van zeezoogdieren is voor de 'ronde 3' windparken, waaronder het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) valt, voortgeborduurd op de aanpak die begin 2013 is ontwikkeld. In feite is de toen ontwikkelde, op enkele onderdelen getalsmatige aangepaste, redeneerlijn aangevuld met een 'populatiemodule' waarmee cumulatieve effecten van impulsief geluid beter kunnen worden gekwantificeerd. 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 en dat wordt voorkomen dat permanente effecten op het gehoor optreden (PTS).

Voor bruinvissen is ervoor gekozen gebruik te maken van het Interim PCoD model van SMRU Marine (Harwood et al. 2013). De benaderingswijze die aan dit model ten grondslag ligt, wordt internationaal gebruikt (NRC, 2005; New et al. 2014) wat betekent dat niet alleen de werkwijze, maar ook de verkregen uitkomsten internationaal vergelijkbaar zijn. Bovendien is het Interim PCoD model het enige, op dit moment operationele instrument om effecten op populaties te kwantificeren. In het Interim PCoD model wordt een kwantitatieve relatie gelegd tussen gedragsverandering en factoren als overlevingskans en reproductiesucces (*vital rates*). De relatie is afgeleid door het raadplegen van deskundigen volgens een formeel *expert elicitation* proces, aangezien voor veel soorten meetgegevens voor het draaien van een 'full' PCoD model cf. New et al. (2014) ontbreken. Daarbij zijn diverse technieken toegepast om de meningen van experts onafhankelijk te wegen en een numeriek schatting van de onzekerheid in de relatie te

² Het AQUARIUS-model is in 2016 gevalideerd met behulp van resultaten van metingen verricht bij de aanleg van de windparken Gemini en Luchterduinen. Deze validatie wordt nader toegelicht in paragraaf 2.1 van bijlage 5.

kunnen geven (zie Heinis & de Jong (2015) voor een algemene beschrijving en Harwood et al. 2014 voor details).

Onder regie van de Werkgroep Onderwatergeluid is de gevoeligheid van het Interim PCoD model voor variaties in diverse factoren onderzocht. Voor de resultaten daarvan wordt verwezen naar Heinis & de Jong (2015). De uitkomsten laten zien dat er een verband bestaat tussen het aantal bruinvisverstoringsdagen en de reductie van de bruinvispopulatie op de Noordzee. De volgende benaderingsformule geeft het verband weer als van een 95% zekerheid wordt uitgegaan (= 5% kans dat de berekende populatiereductie groter is):

$$\text{Populatiereductie} = \left(\left(\frac{1}{11,03 * ppdd} \right)^3 + \left(\frac{1}{0,8 * vulpop} \right)^3 \right)^{\frac{1}{3}}$$

De populatiereductie is uitgedrukt in het aantal individuen, bvdd is het aantal bruinvisverstoringsdagen en vulpop is het aantal individuen in de *vulnerable subpopulation*, i.e. dat deel van de populatie waarvan wordt verondersteld dat het in het door heigeluid gebied kan voorkomen. Voor de Nederlandse en Belgische parken is uitgegaan van het aantal bruinvissen in deelgebied D uit Figuur 7.9 (ca. 30.000 dieren, zie ook Heinis e.a. 2015).

Het totale aantal bruinvisverstoringsdagen is berekend door het aantal mogelijk verstoorde dieren per dag te vermenigvuldigen met het aantal verstoringsdagen. In principe wordt er in het PCoD model van uitgegaan dat elke (impuls)dag waarop wordt geheid (ongeacht de heiduur) als één verstoringsdag telt. Dit is een pragmatische keuze. Uit de nu bekende informatie over de duur van de verstoring komt namelijk nog geen eenduidig beeld naar voren. 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 et al. (2011, 2014) gerapporteerde resultaten van vliegtuigtellingen.

Voor zeehonden zijn eventuele cumulatieve effecten van impulsief geluid op de populatie nog niet gekwantificeerd, vooral als gevolg van de beperkte tijd die voor de werkzaamheden van de Werkgroep Onderwatergeluid in 2014 beschikbaar was. 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 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 Interim PCoD model is dat 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 et al. 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 echter niet op korte termijn beschikbaar. Voor zeehonden is daarom uitgegaan van de in 2013 ontwikkelde, op onderdelen iets aangepaste (zie Heinis & de Jong, 2015) en in eerdere effectbeschrijvingen gebruikte redeneerlijn voor het bepalen van effecten op populaties. Er is daarbij gebruik gemaakt van een nieuwe kaart met absolute dichtheden (op basis van Aarts, 2016) en deze kaart heeft de basis gevormd voor de effectberekeningen.

Effecten van aanleg op bruinvissen

Onlangs is door de Nederlandse overheid het 'Kader Ecologie en Cumulatie' gepubliceerd (KEC) en dit kader heeft in 2016 een update gehad. Het bestaat uit een algemene Methodebeschrijving (deelrapport A) en drie Bijlagerapporten (Beschrijving en beoordeling van cumulatieve effecten bij uitvoering van de Routekaart Windenergie op Zee, Imares onderzoek Cumulatieve effecten Vogels en Vleermuizen, TNO/HWE-onderzoek Cumulatieve effecten zeezoogdieren). Het KEC reikt een methode aan om voor relevante soortgroepen de cumulatieve effecten van windenergie op zee te bepalen en te beoordelen. De effecten worden getoetst aan de biogeografische populatie, zodat een beeld wordt verkregen van het effect op de staat van instandhouding van de betreffende soorten. Eventueel te constateren significante gevolgen op populatieniveau van de Nederlandse Noordzee zijn naar rato om te slaan naar de betreffende Natura 2000-gebieden.

Uit onderzoek blijkt dat van de groep zeezoogdieren in de context van de zuidelijke Noordzee de bruinvispopulatie het meest gevoelig is voor verstoring door het aan windparken gerelateerde onderwatergeluid. Dit komt vooral doordat de dichtheid van deze soort op de locaties waar activiteiten zijn gepland ten opzichte van de andere relevante soorten (m.n. zeehonden) het hoogst zijn. Daarnaast reageren individuele bruinvissen gevoeliger op onderwatergeluid dan zeehonden. Om deze redenen wordt verondersteld dat wanneer de bruinvis voldoende beschermd wordt, er ook voldoende bescherming wordt geboden aan de overige soorten zeezoogdieren en is de methode vooral gericht op het bepalen van effecten op de bruinvispopulatie.

Voor het kunnen toetsen van de gevolgen van onderwatergeluid is met name de vraag relevant of hiermee de staat van instandhouding van bruinvissen in het geding komt. Recente berekeningen (Scheidat *et al.* 2013) laten zien dat volgens de methode van PBR de acceptabele grens voor het NCP ligt op 272 dieren/jaar voor alle activiteiten. Dit is echter de directe sterfte en hierin is geen rekening gehouden met het mogelijke effect van verminderde reproductie. Daarom wordt voor acceptabele grenzen aan effecten op zeezoogdieren vooral gekeken naar het ASCOBANS-verdrag (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas). Het interim doel van ASCOBANS voor bruinvissen is om de populatie op minimaal 80% van de draagkracht te houden. Wat deze populatieomvang is, is niet nader gedefinieerd. Daarom wordt vooralsnog uitgegaan van de omvang van de huidige populatie, die op het Nederlandse deel van de Noordzee volgens Scheidat en gebaseerd op Geelhoed e.a. (2011 en 2014) in de periode 2010 t/m 2014 uit gemiddeld 51.000 dieren bestond.

Uitgangspunt bij de toetsing van de effecten op de bruinvispopulatie is dat met grote zekerheid (95%) moet kunnen worden vastgesteld dat de huidige bruinvispopulatie als gevolg van de

aanleg van de 10 offshore windparken van het Energieakkoord met niet meer dan 5% afneemt. Dit betekent dat de berekende populatieafname per windpark van 380 MW niet meer dan 255 dieren mag bedragen ($0,05 \times 51.000/10$). De totale reductie komt daarmee neer op 2.550 dieren, die als gevolg van de aanleg van het Energieakkoord (windenergie op zee) maximaal over een periode van 5 jaar mag optreden.

Berekeningen

In principe wordt er in het (interim)PCoD model van uitgegaan dat elke (impuls)dag waarop wordt geheid (ongeacht de heiduur) als één verstoringdag telt. 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 et al. (2011, 2014) gerapporteerde resultaten van vliegtuigtellingen. Het aantal beïnvloede bruinvissen is per paalpositie berekend door het gemiddelde oppervlak van het verstoorde gebied te vermenigvuldigen met de gemiddelde bruinvisdichtheid voor de tijd van het jaar waarin de verstoring plaatsvindt. De gemiddelde oppervlakte bestaat uit het gemiddelde oppervlakte van het beïnvloed gebied bij twee windcondities.

Uit de berekeningen van HWE, gebaseerd op calculaties van TNO, blijkt dat als gevolg van de hogere gemiddelde dichtheid van bruinvissen in het voorjaar het aantal -door hei-geluid-afname van de populatie bruinvissen het grootst is (zie tabel 7.11 en tabel 7.12). Afhankelijk van de locatie waar wordt geheid, kan in het voorjaar respectievelijk een afname plaatsvinden van 1.143 - 2.072 (alternatief 1) en 1.592 – 2.978 (alternatief 2). In het najaar is de gemiddelde dichtheid van bruinvissen het laagst. Dan kan de populatieafname respectievelijk 387– 730 (alternatief 1) of 540 -1.010 (alternatief 2) bruinvissen beslaan.

PTS

Voor het bepalen van de mogelijke cumulatieve effecten van het heien van een gehele fundering op het gehoor van bruinvissen is voor het gehele kavel één *worst case* situatie doorgerekend. Het betreft de situatie dat een fundering op de maximale voorkomende waterdiepte van 27 m wordt geheid en dat deze diepte constant is in het gehele gebied waarbinnen PTS kan optreden.

Uit de berekeningen blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie 3.000 kJ (zonder geluidsnorm) bij gemiddelde wind (6,5 m/s) in de buurt van de bodem bevinden binnen een straal van ongeveer 1,5 km PTS kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 2,8 kilometer. In het voorjaar, als de bruinvisdichtheid het hoogst is, gaat het gemiddeld genomen om 16 dieren. Als met een lagere hei-energie van 1000kJ wordt geheid, zijn de afstanden waarbinnen bruinvissen PTS kunnen oplopen veel kleiner; respectievelijk 0,7 kilometer bij gemiddelde wind en 1,1 kilometer onder windstille omstandigheden. Gemiddeld genomen bevinden zich in het voorjaar 3 bruinvissen binnen deze contour. Uitgegaan kan worden van een kleinere PTS-afstand indien op ondieper water wordt geheid.

Populatie

In tabel 7.11 en tabel 7.12 zijn de resultaten van de berekeningen van de gevolgen van veranderingen in het gedrag door hei-geluid voor de omvang van de bruinvisspopulatie voor

alternatief 1 en 2 opgenomen. Het betreft schattingen van de mogelijke gevolgen van heien voor de aanleg van kavel V. In deze tabellen zijn weergegeven de effecten van heien op een paalpositie met de in het kavel aanwezige minimale waterdiepte, meest nabij de kust gelegen (positie 2 op ca. 16 meter diepte), een paalpositie ver uit de kust, meer in het midden en dieper gelegen (positie 4, op circa 25 meter diepte). De paalpositie 3 is op een diepte van 27 meter gelegen, maar geeft niet de worst-case effecten ten aanzien van bruinvissen. Paalpositie 2 geeft de meest gunstige (min.) resultaten, paalpositie 4 de meest ongunstige (max.).

Tabel 7.11 Gevolgen van heien voor de aanleg van alternatief 1 (95 funderingen met 1.000kJ hei-energie). Rode arcering: overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname van 510 dieren; donkergroen: geen overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname.

Alternatief 1 (95 turbines)	Jan – mei		Jun – aug		Sep - dec	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km ²)	929	1.685	929	1.685	929	1.685
Bruinvissen binnen contour (n)	1.091	1.978	604	1.095	370	671
Dierversoringsdagen x 10 ³	10	19	6	10	4	64
Populatiereductie NCP	1.143	2.072	633	1.148	387	703

Tabel 7.12 Gevolgen van heien voor de aanleg van alternatief 2 (76 funderingen met 3.000kJ hei-energie). Rode arcering: overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname van 510 dieren; donkergroen: geen overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname.

Alternatief 2 (76 turbines)	Jan – mei		Jun – aug		Sep - dec	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km ²)	1.618	3.028	1.618	3.028	1.618	3.028
Bruinvissen binnen contour (n)	1.900	3.555	1.052	1.968	644	1.205
Dierversoringsdagen x 10 ³	14	27	8	15	5	9
Populatiereductie NCP	1.592	2.978	882	1.650	540	1.010

De berekende reductie van de bruinvispopulatie op het NCP is het grootst als voor alternatief 2 in het voorjaar op de positie met het maximale effect wordt geheid; de reductie bedraagt dan 2.978 dieren. Voor alternatief 1 is dit 2.072 dieren. Dit komt overeen met een afname van de populatie op het NCP met 4,1% (alternatief 1) en 5,8% (alternatief 2). voor de totale Noordzeepopulatie is dit voor alternatief 1 0,9% en voor alternatief 2 is dit 1,3%.

In effecten op de bruinvispopulatie verschillen de twee onderzochte alternatieven: ondanks dat voor alternatief 2 19 funderingen minder worden geheid dan voor alternatief 1, zijn de effecten gemiddeld genomen 40% groter. Dit is het gevolg van het feit dat voor alternatief 2 is uitgegaan van een driemaal zo grote hei-energie dan voor alternatief 1. In de praktijk zal het verschil in hei-energie tussen deze twee alternatieven waarschijnlijk kleiner zijn. Ter vergelijking: als voor alternatief 1 wordt uitgegaan van een hei-energie van 2.000 kJ i.p.v. 1.000 kJ, zijn de effecten op de bruinvispopulatie van alternatief 2 gemiddeld genomen 2% kleiner dan de effecten van alternatief 1.

In het gedeelte van de Noordzee waar het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) ligt, is de heilocatie een relatief grote bepalende factor voor de omvang van het uiteindelijke effect: op

paalpositie 4 is het effect zo'n 85% groter dan op paalpositie 2. Dit is vooral een gevolg van verschillen in waterdiepte tussen de verschillende locaties.

Verder is het seizoen waarin wordt geheid van belang: in het najaar is de populatiereductie het kleinst (maximaal 703 dieren voor alternatief 1 en 1.010 dieren voor alternatief 2), omdat de bruinvisdichtheid dan relatief laag is; in het voorjaar zijn de maximale effecten ongeveer driemaal zo groot.

Tenslotte is te zien dat de maximaal toelaatbare populatiereductie van 510 dieren in vrijwel alle gevallen wordt overschreden. Alleen wanneer in het najaar wordt geheid volgens alternatief 1 en alle turbines op hei-locatie 2 worden aangelegd, zal de afname met 387 onder de maximaal toelaatbare populatiereductie blijven.

Effecten van aanleg op zeehonden

Zeehonden reageren minder gevoelig op onderwatergeluid dan bruinvissen (Heinis et al, 2015), waardoor de effecten op zeehonden van een geringe omvang zullen zijn dan op bruinvissen. Voor het schatten van het aantal, bij aanvang van de hei-activiteit verstoorde zeehonden op het NCP is het verspreidingsmodel van Aarts (2016) gebruikt. De resultaten van de berekening zijn opgenomen in tabellen 7.13 en 7.14.

PTS

Voor het bepalen van de mogelijke cumulatieve effecten van het heien van een gehele fundering op het gehoor van zeehonden is voor alle kavels één *worst case* situatie doorgerekend. Het betreft de situatie dat een fundering op de maximale, in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) voorkomende diepte van 27 m wordt geheid en dat deze diepte constant is in het gehele gebied waarbinnen PTS kan optreden.

Zeehonden reageren minder gevoelig op onderwatergeluid dan bruinvissen en kunnen sneller zwemmen, wat zich vertaalt in kleinere effectafstanden. Uit de berekeningen blijkt dat het gebied waarbinnen bij zeehonden de gehoordrempel permanent wordt verhoogd (PTS) door het heien voor de aanleg van het windpark, zonder dat een geluidsnorm wordt toegepast, al verwaarloosbaar klein is (maximaal 0,5 km²). Het is vrijwel uitgesloten dat zich bij aanvang van de heiwerkzaamheden een zeehond binnen deze contour bevindt (in de periode januari – april max. 0,04 zeehond bij heien onder windstille omstandigheden).

Populatie

Uit de berekeningen van HWE, gebaseerd op calculaties van TNO, blijkt dat bij de constructie van kavel V bij gemiddelde windsnelheden voor zeehonden 529 – 698 km² verstoord gebied kan ontstaan als de hei-energie 1.000 kJ bedraagt en dat dit 1.005 – 1.371 km² is als met een energie van 3.000 kJ wordt geheid.

Net als voor bruinvissen zijn voor zeehonden in eerste instantie berekeningen uitgevoerd voor een situatie waarin zonder geluidsbepurende maatregelen wordt geheid. De resultaten van de berekening van de effecten van niet-gemitigeerd heigeluid op zeehonden bij het heien van funderingen van windturbines in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) voor twee alternatieve opstellingen zijn opgenomen in Tabellen 7.13 en 7.14. De aantallen zijn afgezet tegen de totale Nederlandse populatie van 12.416 dieren (Aarts e.a. 2016). Maximaal gaat het

om 135 zeehonden die het beïnvloedingsgebied tijdens het heien van een fundering zullen mijden (alternatief 1) of om 272 zeehonden (alternatief 2). Ten opzichte van de totale Nederlandse populatie van gewone zeehonden gaat het respectievelijk om 1% (alternatief 1) of om 2% (alternatief 2) van de populatie die in de periodes dat wordt geheid in het door heigeluid beïnvloede gebied kan worden verstoord. De effecten zijn het kleinst in de periode mei – juli als de zeehonden 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 1 kleiner dan dat van alternatief 2. Dit is af te lezen aan het aantal dierverstoringsdagen van de twee alternatieven, dat 48 – 61% groter is door de constructie van alternatief 2.

In Tabel 7.13 en Tabel 7.14 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 (de resultaten voor de zes paalposities zijn daarbij gemiddeld). 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 Resultaten berekening gevolgen van heien t.b.v. de aanleg kavel V voor gewone zeehonden (alternatief 1, 95 funderingen, 1.000 kJ).

Alternatief 1 (95 turbines)	Jan – apr		Mei – jul		Sep – dec	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Zeehonden binnen contour (n)	25	135	10	56	13	92
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,2	1	0,1	0,4	0,1	0,7
Dierverstoringsdagen	2.339	12.847	909	5.293	1.226	8.772
Totaal aantal zeehonden verstoord	76 – 7.194		30 – 2.891		54 – 5.140	
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,6 – 58		0,3 – 23		0,4 - 41	

Tabel 7.14 Resultaten berekening gevolgen van heien t.b.v. de aanleg kavel V voor gewone zeehonden (alternatief 2, 76 funderingen, 3.000 kJ).

Alternatief 2 (76 turbines)	Jan – apr		Mei – jul		Sep – dec	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Zeehonden binnen contour (n)	47	272	18	114	24	169
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,4	2	0,1	0,9	0,2	1
Dierverstoringsdagen	3.542	20.710	1.348	8.638	1.838	12.870
Totaal aantal zeehonden verstoord	151 – 11.458		61 – 4.654		91 – 6.910	
Aandeel Nederlandse populatie (%)	1 – 92		0,5 – 37		0,7 – 56	

De effecten van het heien in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op zeehonden zijn niet als verwaarloosbaar te bestempelen. Bij het heien op bepaalde locaties in dit gebied kan in de periode januari – april in beide alternatieven steeds meer dan 1% van de totale Nederlandse populatie tijdelijk (= ca. 2 uur) worden verstoord. De gepresenteerde bandbreedte van effecten is dermate groot dat het niet is uit te sluiten dat een substantieel deel van de populatie in de constructiefase meerdere malen door heigeluid zal worden verstoord. De effecten van alternatief 2 zijn bijna tweemaal zo groot al die van alternatief 1. Het is echter aannemelijk dat deze verschillen in de praktijk minder groot zullen zijn, maar ook dat de effecten van alternatief 1 waarschijnlijk groter zullen zijn.

In de voor gewone zeehonden cruciale periode van de geboorte en het zogen van de jongen (mei – juli) zijn de effecten aanmerkelijk kleiner.

De minimale afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust is dermate groot dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd.

Voor zeehonden is voor de Nederlandse situatie nog geen model beschikbaar voor het bepalen van de effecten van verstoring op de populatie en heeft onderzoek met gezenderde zeehonden tijdens de constructie van windparken op het NCP nog niet tot duidelijke uitspraken geleid. Op grond van de resultaten van een studie met gezenderde zeehonden concludeerden Russel et al. (2016) echter dat de constructie van het, in de monding van de Wash gelegen windpark Lincs niet tot effecten op de populatieontwikkeling leidde. Tijdens het heien werd tot op ca. 25 km mijdingsgedrag (= significante gedragsverandering/verstoring) waargenomen, maar over de gehele constructiefase bezien week het gebruik van het gebied niet af van de referentie. Russel et al. schatten dat in totaal 440 individuele zeehonden (= 13% van de populatie van de Wash) mijdingsgedrag door het heien hebben vertoond. De resultaten van de studie van Russel et al. zijn echter niet 1 op 1 toepasbaar op de Nederlandse situatie, omdat ondanks dat door het heien de uitgang/toegang tot de ligplaatsen deels werd geblokkeerd en de locatie van het windpark van minder groot belang was als foerageergebied. Vooral voor de meest noordelijke heilocaties in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) geldt dat de verstoringscontouren overlappen met gebieden die door zeehonden regelmatig worden bezocht. De conclusie is daarom dat effecten van heigeluid in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op de conditie van een niet te verwaarlozen aandeel van de populatie van gewone zeehonden in de Noordzeekustzoen en de Waddenzee niet zijn uit te sluiten. Dit betekent dat effecten op de (groei van de) populatie ook niet zijn uit te sluiten.

Grijze zeehond

Voor grijze zeehonden konden geen aparte berekeningen worden gemaakt. De (groeierende) 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 maximaal 30 (alternatief 1) of 61 (alternatief 2) grijze zeehonden tijdens het heien worden verdreven. De verwachting is echter dat de werkelijke aantallen lager zijn, omdat buiten 20 km van de kust dichtheden Grijze zeehonden zeer laag zijn (lager dan gewone zeehonden) (Aarts e.a. 2013).

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; Teilmann e.a., 2006)³. 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 μ T waarnemen (Kirschvink 1990). Veranderingen in het magnetische veld kunnen tot oriëntatie problemen leiden, waardoor migratie verstoord kan worden (Tricas & Gill, 2011).

Een recent overzicht gemaakt voor de Europese Commissie (Thomson 2015) geeft duidelijk aan dat er over het effect en de drempelwaarden van elektromagnetische velden eigenlijk alleen nog maar kennisleemtes bestaan. Daar het in dit geval een parkbekabeling betreft van maximaal 66kV, kan verondersteld 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).

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.

³ 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 (Teilmann & Carstensen, 2012). De achterliggende oorzaken hiervoor zijn niet geheel duidelijk.

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 (noord). In tabel 7.15 wordt een samenvatting gegeven van de effectbeoordeling. Echter geen van de soorten die hier behandeld worden heeft instandhoudingsdoelstellingen in Natura 2000-gebieden. Effecten in het kader van de gebiedsbescherming in de Wet natuurbescherming zijn daarmee uitgesloten. Effecten in het kader van de soortenbescherming worden weergegeven in bijlage 7.

Tabel 7.15 Effectbeoordeling van effecten van de twee windparkalternatieven in kavel V van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op bodemdieren.

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	95 * 8 MW	76 *10 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 beïnvloed 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 gevolgen 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 bodem soorten zoals zwaardschede robuust zijn tegen deze verstoring. Schelpdieren in dit deel van de Noordzee zijn waarschijnlijk relatief bestand tegen tijdelijke periodes van plotselinge vertroebeling omdat dit van nature ook regelmatig voorkomt in de Noordzee (bijv. tijdens herfst- en winterstormen). 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). 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. Deze nieuwe bodemgemeenschap zal voor een deel uit inheemse soorten bestaan. Sommige soorten komen nu al voor in het plangebied, ander soorten zijn typerend voor hard substraat.

Een ander deel van de nieuwe substraatgemeenschap zal echter uit exotische soorten bestaan. Exotische 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 is er sprake 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 er vanuit gegaan dat er tijdens de operationele fase van het park geen negatieve effecten zullen optreden op het benthos. De effecten worden dan ook als licht positief beoordeeld (+/0).

Effecten van verwijdering

Tijdens de verwijderingsfase worden de windturbines en bestortingen verwijderd. Naar verwachting zal zich een biodiverse harde substraatgemeenschap op deze structuren hebben ontwikkeld. Deze gemeenschap 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 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).

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 de windparkontwikkeling in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord). In tabel 7.16 wordt een samenvatting gegeven van effectbeoordeling. Echter geen van de vissoorten die hier behandeld worden heeft instandhoudingsdoelstellingen in nabijgelegen Natura 2000-gebieden die in de invloedssfeer van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) liggen. Effecten in het kader van de gebiedsbescherming in de Wet natuurbescherming zijn daarmee uitgesloten. Effecten in het kader van de soortenbescherming worden weergegeven in bijlage 7

Tabel 7.16 Effectbeoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windparkalternatieven in kavel V van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op vissen.

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	95 * 8 MW	76 * 10 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 kleiner is. En daarmee het beïnvloedde 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). 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 beïnvloed 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 sterk bodemgebonden 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 habitattypen 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 bevestigen 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 naar de aanleg van PAWP (Van Hal 2013; 2014).

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 windturbines en bestortingen verwijderd. Naar verwachting zal dit harde substraat zich tijdens de operationele fase van het park als habitatype hebben ontwikkeld voor vissen. Soorten die het habitatype als schuilplaats en/of leefgebied gebruiken (soorten met een bodemgebonden levenswijze) kunnen hierbij direct geschaad en/of vernietigd worden. 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 heilactiviteiten voor zowel bruinvissen als zeehonden. Tijdens het heien kunnen meerdere dieren verstoord worden, door zich binnen de geluidscontour 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 negatieve score (-) voor beide alternatieven ten aanzien van het verstoord oppervlak. Wat betreft het aantal verstoorde dieren scoort alternatief 1 gunstiger (-) dan alternatief 2 (--). Ten aanzien van de dierverstoringsdagen, het

aantal aangetaste dieren en de populatiereductie op de Noordzee worden beide alternatieven als zeer negatief beoordeeld (--).

Voor wat betreft zeehonden scoren beide alternatieven negatief (-) ten aanzien van het verstoord oppervlak. Ten aanzien van het aantal verstoorde zeehonden scoren beide alternatieven negatief (-). Het effect op het Nederlandse populatieniveau is in beide alternatieven als zeer negatief beoordeeld (--), aangezien de bandbreedte van het percentage beïnvloede zeehonden van de Nederlandse populatie van 0,6% tot 58% (alternatief 1) dan wel van 1% tot 92% (alternatief 2) reikt. Voor wat betreft het aantal dierverstoringsdagen scoren zowel alternatief 1 als alternatief 2 negatief (-). Het aantal verstoorde dieren en de doorwerking hiervan op de populatie van de Noordzee zijn voor beide alternatieven niet uit te sluiten en worden daarom als zeer negatief (-) 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.

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 7.17 Effectbeoordeling onderwaterleven.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
Effecten bij aanleg, gebruik en verwijdering op:	<i>Bodemdieren</i>		
Biodiversiteit	Bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
Recruitment	Habitatverlies	0	0
Dichtheden/biomassa			
Bijzondere soorten	<i>Vissen</i>		
	Geluid/trillingen	0/-	0/-

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
	Bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
	Habitatverlies	0	0
<i>Zeezoogdieren</i>			
Aanleg	Verstoord oppervlak (km ²)	-	-
Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	Aantal verstoorde dieren	-	--
	Dierverstoringsdagen	--	--
	Aantal aangetaste dieren	--	--
	Populatie-effecten (Noordzee)	--	--
Fysieke aantasting			
<i>Gebruik</i>			
Verstoring door geluid en trillingen turbines	Verstoord oppervlak (km ²)	0	0
Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)	Aantal verstoorde dieren	0	0
	Verstoord oppervlak (km ²)	0	0
	Aantal verstoorde dieren	0	0
<i>Verwijdering</i>			
Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	Verstoord oppervlak (km ²)	0/-	0/-
	Aantal verstoorde dieren	0/-	0/-

7.5.5 Innovatiekavel

De effecten zullen niet anders zijn dan in dit hoofdstuk beschreven indien een deel in kavel V voor innovaties wordt benut, namelijk in kavel VI. Dit heeft als reden dat de bandbreedte van te plaatsen windturbines niet zal verschillen in de innovatiekavel ten opzichte van kavel V. Voor de effecten maakt het dus niet uit of een deel van kavel V voor het innovatiekavel (kavel VI) wordt gereserveerd of niet.

7.6 Mitigerende maatregelen

7.6.1 Bodemdieren en vissen

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 8MW-turbines of door funderingen die niet hoeven te worden geheid. Alleen de eerste maatregel is combineerbaar met de beperking van de effecten van het ruimtebeslag (door beïnvloed gebied).

7.6.2 Zeezoogdieren

Er zijn verschillende mogelijkheden om de negatieve effecten van onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op zee op zeezoogdieren te beperken. Uit de analyses is gebleken dat het aantal dierverstoringsdagen maatgevend is voor de omvang van het effect op de populatie. Daarbij is ervan uitgegaan dat permanente effecten op het gehoor (PTS: *permament threshold shift*) worden voorkomen door het inzetten van zogenaamde 'Acoustic Deterrent Devices', 'soft start' procedures en een lagere heil-energie.

Het aantal dierverstoringsdagen wordt berekend door het aantal door het onderwatergeluid verstoorde dieren te vermenigvuldigen met het aantal impulsdagen. Het aantal verstoorde dieren wordt berekend uit de vermenigvuldiging van het oppervlak door geluid verstoord gebied te met de lokale zeezoogdierdichtheid. Effecten kunnen dus worden beperkt door:

4. De oppervlakte door geluid verstoord gebied te beperken en/of
5. Het aantal impulsdagen (= het aantal funderingen) te beperken en/of
6. De heiwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren.

Ad 1. Het oppervlak verstoord gebied kan worden beperkt door:

- In plangebieden met sterk variabele waterdiepten voor de funderingen locaties met een relatief gering waterdiepte te kiezen (in Hollandse Kust (noord) is er echter weinig variatie in waterdiepte);
- Met lagere energie te heien;
- Niet heien tijdens windstilte; het verstoord oppervlak is dan ongeveer tweemaal zo groot als bij gemiddelde wind;
- De propagatie van heigeluid te beperken door het toepassen van geluiddemping. In tabel 7.23 worden de tot op heden bekende mogelijkheden schematisch weergegeven. Tevens wordt aangegeven welke ontwikkelingsstatus deze mogelijkheden hebben, aangezien niet alle maatregelen reeds commercieel toepasbaar zijn.

Tabel 7.23 geluidsreducerende maatregelen voor de effecten van heien bron BfN, 2013).

	Mitigerende maatregel	Geluidsreductie	Ontwikkelingsstatus*
Bellengordijn	Groot bellenscherm (big bubble curtain)	FINO 3: 12 dB (SEL), 14 dB (peak) (GRIEßMANN et al. 2010), OWF Borkum West II: 11-15 dB (SEL), 8-13 dB (peak) (BELLMANN 2012) • Double big bubble curtain (twee halve cirkels): 17 dB (SEL), 21 dB (peak) (HEPPER 2012)	Bewezen techniek, ruimte voor optimalisatie. De Duitse norm (160 dB op 750m) kan met deze maatregelen worden gehaald (onder bepaalde voorwaarden).
	Klein bellenscherm (little bubble curtain) in verschillende variaties	Layered ring system (OWF alpha ventus): 12 dB (SEL), 14 dB (peak) (GRIEßMANN 2009); OWF Baltic II: 15 dB (SEL) (SCHULTZ-VON GLAHN 2011) resp. 11-13 dB (SEL) (ZERBST & RUSTEMEIER 2011) Confined little bubble curtain (ESRa): 4-5 dB (SEL) (Wilke et al. 2012) Little bubble curtain with vertical hoses (SBC): 14 dB (SEL), 20 dB (peak) (STEINHAGEN 2012)	Pilot-fase met full-scale test is doorlopen.
Behuizingen ter isolatie	IHC Noise Mitigation System	ESRa project: 5-8 dB (SEL) (WILKE et al. 2012) 2) FLOW-project: OWF Nordsee Ost: 9 dB (SEL), Ijmuiden: 11 dB (SEL) OWF Riffgat: 17 dB (SEL) (GERKE & BELLMANN 2012)	Pilot-fase is afgerond. Eerste toepassing bij OWF Riffgat. 160dB norm kan gehaald worden met kleine, dan wel gemiddelde monopiles in ondiepe wateren.
	BEKA-Shells	ESRa project: 6-8 dB (SEL) (Wilke et al. 2012)	Pilot-fase afgerond
Cofferdam (kistdam)	Cofferdam (droogwerken)	Aarhus Bight: 23 dB (SEL), 17 dB (peak) (THOMSEN 2012)	Pilot-fase afgerond. Eerste toepassing in commercieel project is gepland.
	Paal-in-pijp (Pile-in-Pipe) heien	Model: 27 dB (SEL) (FRÜHLING et al. 2011)	Betreft een gevalideerd concept
Overige maatregelen	Hydrogeluidsdempers (Hydro Sound Dampers (HSD) / 'encapsulated bubbles')	ESRa project: 4-14 dB (SEL) (WILKE et al. 2012) Feasibility study US: in singular third octave bands up to 18 dB (LEE et al. 2012)	Bevindt zich in de pilot-fase. Wordt toegepast bij project OWF London Array.

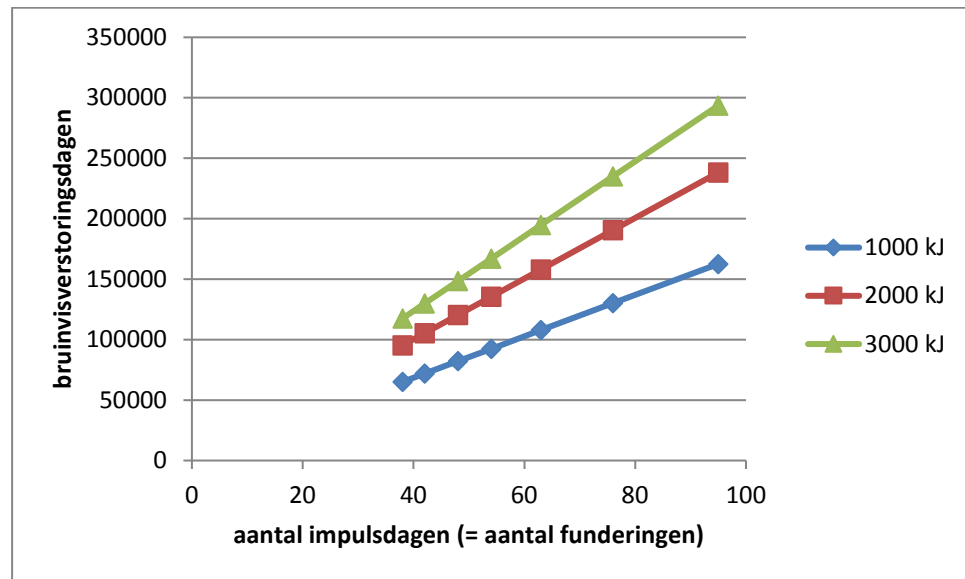
	Mitigerende maatregel	Geluidsreductie	Ontwikkelingsstatus*
	Verlengen van de pulse	<p>Model: 4 dB (SEL), 9 dB (peak) (ELMER et al. 2007a)</p> <p>Schall 3: Model of MENCK test pile: 5 dB (SEL), 7 dB (peak). Model of FINO 3 pile: 11 dB (SEL), 13 dB (peak) (NEUBER & UHL 2012)</p> <p>Measurement of coiled steel cable as piling cushion: up to 7 dB (SEL) 4) (ELMER et al. 2007a)</p> <p>Measurement of piling cushions from Micarta: 7- 8 dB , Nylon 4-5 dB 5) (LAUGHLIN 2006)</p>	<p>160 dB norm kan behaald worden met zeer kleine monopiles. Wordt meestal toegepast ter bescherming van het materiaal.</p> <p>Bevindt zich in de experimentele fase voor grotere monopiles (modelberekeningen en simulaties).</p>

* i.r.t. toepassing op de (weers)omstandigheden van de Noordzee en waterdieptes van circa 40 meter.

Ad 2. Het aantal impulsdagen beperken

Uit de analyses blijkt dat een toename van het aantal te heien funderingen en daarmee het aantal impulsdagen sterker doorwerkt dan een afname van de hei-energie. In Figuur 7.14 is dit te zien aan het feit dat de lijnen van gelijke hei-energie niet evenwijdig aan elkaar zijn, maar meer uit elkaar gaan lopen naarmate het aantal impulsdagen toeneemt. Het aanleggen van een windpark met een klein aantal, relatief grote turbines waarvoor een hogere hei-energie nodig is, kan daardoor gunstiger uitpakken dan de aanleg van een windpark met veel, kleine turbines die met een lagere hei-energie kunnen worden geheid. De berekeningen voor windenergiegebied Borssele, waarbij een alternatief van 38 turbines (hei-energie 3.000 kJ) werd vergeleken met een alternatief van 95 turbines (hei-energie 1.000 kJ), lieten dit ook duidelijk zien. Voor het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) is het minder duidelijk, omdat voor het alternatief met de meeste funderingen (95 à 8 MW) van een relatief lage hei-energie van 1.000 kJ is uitgegaan. Hierdoor zijn de berekende effecten voor het alternatief met het minste aantal funderingen (76 à 10 MW) en waarbij van een hei-energie van 3.000 kJ is uitgegaan groter.

Figuur 7.14 Relatie tussen aantal impulsdagen (= aantal funderingen) en het aantal bruinvisverstoringsdagen, uitgaande van een dichtheid van 1 bruinvis per km², bij 3 hei-energieën.



Het gegeven dat het heien met een grotere hei-energie minder sterk doorwerkt dan het aantal impulsdagen is gebruikt bij de uitwerking van een naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerd stelsel van geluidsnormen (zie hierna).

Ad 3. Heien als de dichtheid van zeezoogdieren laag is

De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. Het effect op de populatie is daardoor ook kleiner.

Toepassen van gedifferentieerde geluidsnormering

Verschillende overwegingen zijn door de overheid gebruikt voor het ontwerpen van een, op het windenergiegebied Borssele toegesneden normenstelsel dat grenzen stelt aan de geluidsproductie bij de constructie van windparken op zee. Er is daarbij rekening gehouden met seizoensverschillen en aantal turbines met kavel, twee factoren die sterk doorwerken in het uiteindelijke effect op de (bruinvis)populatie. Voor de kavels binnen windenergie Borssele is door middel van locatie-specifieke onderwatergeluidmodellering bepaald bij welke geluidsnorm, afhankelijk van het aantal palen en seizoensafhankelijke bruinvisdichtheden, de effecten nog acceptabel zijn (d.w.z. de reductie van 255 dieren per jaar per kavel niet overstijgen). Er is voor gekozen om de geluidsnormering voor het gehele windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) vast te stellen. Dit betekent dat geen rekening wordt gehouden met gedetailleerde locatiespecifieke verschillen tussen de kavels. Het kavel waarin de strengste geluidsnormen moeten worden opgelegd, bepaalt de geluidsnormen in de andere kavels. Verder zijn de normen zijn zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode⁴.

⁴ Vanuit de ervaring dat het moeilijk is om in de opstartperiode van de aanleg van een windpark gelijk aan de norm te voldoen en wetende dat er omstandigheden kunnen zijn (hardere ondergrond, windomstandigheden) die mitigerende maatregelen minder effectief of het geproduceerd geluid hoger

Voor het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) zijn op vergelijkbare wijze als voor windenergiegebied Borssele gedifferentieerde normen afgeleid. De geluidsnormen voor dit gebied liggen iets hoger dan de eerder vastgestelde normen voor het windenergiegebied Borssele. Dit is een gevolg van het feit dat de gemiddelde waterdiepte in het plangebied voor Hollandse Kust (noord) lager is. De voorgestelde normstelling staat in onderstaande tabel.

Tabel 7.24 Normstelling voor windparken windenergiegebied Hollandse Kust (noord), met verwerking van de opstart 'toeslag van 1 dB'.

Hollandse Kust (noord)	Maximale geluidsbelasting (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m)*		
760 MW	Periode		
# turbines	jan – mei	jun – aug	sep – dec
95 (hier onderzocht)	165	169	172
84	165	169	173
76 (hier onderzocht)	166	170	174

* De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de zomer en de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. In de zomer en het najaar kunnen daarom minder strenge normen worden gehanteerd dan in het voorjaar.

Gevolgen voor de bruinvispopulatie op het NCP

Tabel 7.25 bevat voor de twee onderzochte alternatieven de resultaten van de berekening van effecten op bruinvissen als ervan wordt uitgegaan dat een, naar seizoen en aantal te heien palen gedifferentieerde norm is gesteld aan de propagatie van het heigeluid. Dit betekent dat op 750 m van de heilocatie de SEL_1 niet groter mag zijn dan een bepaalde waarde (zie tabel 7.24). Door TNO is berekend wat het toepassen van deze norm bij verschillende opstellingen zou betekenen voor de oppervlakte verstoord gebied en daarmee voor het aantal verstoorde bruinvissen en de bruinvispopulatie op het NCP. Het betreft *worst case* schattingen van de mogelijke gevolgen van heien voor de constructie van windturbines in windenergiegebied Hollandse Kust (noord); de geluidsnorm is namelijk bepaald voor de paalpositie waarvan het verstoringsoppervlak het grootst is. In de tabel is te zien dat met een zekerheid van 95% de reductie van de bruinvispopulatie door de aanleg van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) niet groter zal worden dan 441 dieren (constructie van alternatief 1 in de periode juni – augustus). De maximaal toelaatbare populatiereductie van 510 dieren zal door de constructie van windturbines in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) voor beide alternatieven in geen enkel geval worden overschreden.

kunnen maken, is een veiligheidsmarge van 1 dB ingebouwd. Dit betekent dat geluidsnorm 1 dB lager is dan nodig om met een zekerheid van 95% een afname van 255 dieren te voorkomen (zie § 2.3). Een kleine overschrijding van de norm door onvoorziene omstandigheden noodzaakt dan nog niet tot aanvullende maatregelen of het stilleggen van de bouw van een park.

Tabel 7.25 Effecten van heien voor aanleggen van kavel V van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (alternatief 1: 95 funderingen, alternatief 2: 76 funderingen) op de bruinvispopulatie op het NCP in verschillende seizoenen en met toepassen van een (gedifferentieerde) geluidsnorm. Bvdd = bruinvisverstoringsdagen in 1000-tallen.

	Alternatief 1 (95 turbines)			Alternatief 2 (38 turbines)		
	Norm (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m)	Bvdd	Pop. reductie	Norm (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m)	Bvdd	Pop. reductie
Jan – mei	165	19 – 39	214 – 432	166	18 – 37	200 – 405
Jun – aug	169	19 – 40	214 – 441	170	18 – 37	196 – 407
Sep – dec	172	18 – 37	197 – 412	174	19 – 38	205 – 421

Uit de berekeningen voor een uniforme waterdiepte van 27 m blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie 3.000 kJ (zonder geluidsnorm) bij gemiddelde wind (6,5 m/s) in de buurt van de bodem bevinden binnen een straal van ongeveer 1,5 km PTS kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 2,8 km. Als met een lagere hei-energie van 1.000 kJ zonder geluidsnorm wordt geheid, zijn de afstanden waarbinnen bruinvissen PTS kunnen oplopen veel kleiner: respectievelijk 0,7 km bij gemiddelde wind en 1,1 km onder windstille omstandigheden. Laatstgenoemde afstanden liggen ruim binnen het bereik van 'Acoustic Deterrent Devices' voor bruinvissen (Kastelein, *in prep.*), zodat PTS kan worden voorkomen. Er kan van worden uitgegaan wordt dat de PTS-afstanden kleiner zullen zijn als op ondieper water wordt geheid.

Als de geluidsproductie wordt beperkt door het toepassen van een (strengere) geluidsnorm van SEL_1 van 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m treedt in geen enkel geval PTS op. Voor hogere geluidsnormen dan 160 dB zijn geen aparte berekeningen uitgevoerd. Er kan echter worden beredeneerd dat, als er al PTS zou optreden, de afstanden zeker kleiner zullen zijn dan de PTS-afstanden die berekend zijn voor een hei-energie van 1.000 kJ. Bij ongemitigeerd heien met een hei-energie van 1.000 kJ op de paalpositie met de grootste effectafstand bedraagt de SEL_1 op 750 m 177 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (zie TNO-notitie in bijlage 6). Deze waarde ligt nog boven de soepelste geluidsnorm van $\text{SEL}_1 = 174$ dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m. Met het toepassen van een geluidsnorm, indien nodig in combinatie met de inzet van 'Acoustic Deterrent Devices' kan PTS bij bruinvissen daarom zeker worden voorkomen.

Gevolgen voor Nederlandse zeehondenpopulatie

Uit de resultaten van de berekening van de effecten van de constructie van windturbines in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op zeehonden blijkt dat deze zonder toepassen van een geluidsnorm niet verwaarloosbaar zijn (Tabellen 7.13 en 7.14). Als wel een geluidsnorm wordt toegepast, omdat significante effecten op de bruinvispopulatie moeten worden voorkomen, zal de oppervlakte van het voor zeehonden verstoord gebied ook kleiner zijn. Hierdoor zullen de effecten aanzienlijk lager uitvallen dan eerder is beschreven. De effecten op zeehonden bij de toepassing van de gedifferentieerde mitigerende maatregel is in tabel 7.26 weergegeven. Maximaal betreft het 0,6% van de Nederlandse populatie gewone zeehonden die tijdens het heien meerdere malen wordt verstoord (heien op paalpositie 6 in het najaar). Dit geldt ook voor de kans dat zeehonden PTS oplopen, die ook zonder dat geluidsbepalende maatregelen worden genomen al verwaarloosbaar is. Bij de berekeningen is uitgegaan van een voor de ongemitigeerde verstoringscontour berekende gemiddelde dichtheid.

Tabel 7.26 Aantal zeehonden binnen verstoringscontour bij aanvang van het heien van een fundering in kavel V zonder en met opleggen van gedifferentieerde geluidsnormen voor mitigatie van effecten op bruinvissen. Deze aantallen zijn representatief voor de situatie waarbij wordt uitgegaan van volledige plaatstrouw.

	Zonder geluidsnorm	Met geluidsnorm		
		Jan-apr	Mei-aug	Sep-dec
Alternatief 1	30 – 76	4 – 21	2 – 11	6 – 49
Alternatief 2	61 – 151	4 – 28	2 – 15	8 – 76

De conclusie is dat significante effecten van gemitigeerd heigeluid bij de aanleg van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op gewone zeehonden op populatieniveau 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 verstoringscontour 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 konden geen aparte berekeningen worden gemaakt. De (groeierende) 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 10 (alternatief 1) of 9 (alternatief 2) grijze zeehonden tijdens het heien worden verdreven. De verwachting is dat de werkelijke aantallen nog lager zullen zijn, omdat buiten 20 km van de kust dichtheden grijze zeehonden zeer laag zijn (lager dan gewone zeehonden) (Aarts e.a. 2013).

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 gevolgen van meerdere windparken en/of een hoger aantal turbines zullen hierin niet wezenlijk van verschillen.

Indien er onverhoopt ander 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 het TenneT-platform;
- Apparatuur voor het in de zeebodem verankeren van de turbinefunderingen (heigeluid).

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 (noord): aanleg in de periode januari – mei (1 paal per 24 uur), constructie TenneT-platform in de periode januari – mei (*worst case*), seismisch vooronderzoek in hetzelfde jaar⁵;
- Hollandse Kust (noord): aanleg in de periode juni – augustus (1 paal per 24 uur), constructie TenneT-platform in de periode januari – mei (*worst case*), seismisch vooronderzoek in hetzelfde jaar;
- Hollandse Kust (noord): aanleg in de periode september – december (1 paal per 24 uur), constructie TenneT-platform in de periode januari – mei (*worst case*), seismisch vooronderzoek in hetzelfde jaar.

Voor de cumulatie met andere initiatieven is ervan uitgegaan dat in hetzelfde jaar dat hier wordt gebouwd ook één windpark op het Belgisch Continentaal Plat zal worden aangelegd en dat de heiwerkzaamheden hiervoor vanaf 1 mei zullen plaatsvinden (*worst case*). Er is daarbij gekozen voor het windpark Mermaid, bestaande uit 38 turbines van 6 MW. Aangenomen is dat de heienergie 2.000 kJ bedraagt (aanneme TNO). Ook is ervan uitgegaan dat er conform de recent uitgegeven vergunningen een heirestrictie van kracht is in de periode 1 januari tot en met 30 april, omdat in deze periode de dichtheid van bruinvissen het hoogst is. Bovendien geldt in België een inspanningsverplichting om de geluidsbelasting op 750 meter afstand van de bron niet boven de 185 dB re 1 µPa (SPL-peak) uit te laten komen. Deze norm is iets strenger dan de Duitse norm van maximaal 160 dB re 1 µPa²s van de SEL₁ op 750 meter (of 190 dB SPL op 750 m). Voor de berekening van het verstoringsoppervlak is van de Duitse norm uitgegaan en is het, bij deze norm behorende en door TNO berekende over de vier kavels gemiddelde, maximale verstoringsoppervlak voor de Borssele windparken gebruikt (160 km²). Er is aangenomen dat 30% van het verstoringsoppervlak over het NCP valt.

In de berekeningen van cumulatieve effecten is er *worst case* van uitgegaan dat er per etmaal slechts één fundering wordt geheid en dat er dus geen sprake is van overlappende verstoringsoppervlakten (indien sprake is van overlappende verstoringsoppervlakten, zal het totale aantal dierverstoringsdagen afnemen). Bij het heien van de palen voor de jacket-fundering van het TenneT-platform is, net als voor de funderingen van de windturbines een geluidsnorm worden opgelegd. Deze komt overeen met de geluidsnorm voor de constructie van alternatief 1.

Cumulatieve effecten op populaties van zeezoogdieren (gemitigeerd)

Bruinvissen

Als geluidsreducerende maatregelen worden genomen zijn significant negatieve effecten uit te sluiten als in één jaar windturbines in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en het Belgische windpark Mermaid worden aangelegd in combinatie met het benodigde seismische onderzoek. Uit de berekeningen zoals weergegeven in onderstaande tabellen 7.27 en 7.28 blijkt dat bij aanleg van de windturbines in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord), de

⁵ Het seismische vooronderzoek vindt meestal een of meerdere jaren voorafgaand aan de aanleg van het eigenlijke windpark plaats. Voor de berekening van de effecten op de populatie maakt het echter niet uit in welk jaar het onderzoek plaats heeft.

maximaal toelaatbare populatiereductie op het NCP van 510 individuen niet wordt overschreden. Als in hetzelfde jaar ook het Belgische windpark Mermaid zou worden aangelegd en het seismisch onderzoek wordt uitgevoerd, kan de bruinvispopulatie op het NCP met 16 dieren extra afnemen. De populatiereductie blijft dan nog steeds onder het maximaal toelaatbare aantal van 510 dieren.

Tabel 7.27 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op bruinvissen op het NCP door de constructie van windturbines in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (alternatief 1), een TenneT-platform, het benodigde seismische vooronderzoek en het Belgische Mermaid (basisalternatief) in één jaar. Zowel voor Hollandse Kust (noord) als voor Mermaid is uitgegaan van heien met een geluidsnorm. Voor Hollandse Kust (noord) zijn de over de zes onderzochte paalposities gemiddelde waarden weergegeven. Voor de constructie van het TenneT-platform zijn de voor alternatief 1 berekende waarden op de paalposities 3, 4 en 6 gemiddeld.

Bronnen	Impuls-dagen	Dierverstoringsdagen	Populatiereductie (5 ^e percentiel)	
			aantal dieren	% NCP
Seismisch vooronderzoek	43	505	6	<0,1
Constructie platform	2	731	8	<0,1
<i>Aanleg funderingen HKN</i>				
Januari – mei	95	29.983	331	0,6
Juni – augustus	95	30.237	334	0,7
September – december	95	28.263	312	0,6
Mermaid	38	883	10	0,0
Totaal NCP	Minimaal	30.382	335	0,7
	Maximaal	32.356	357	0,7

Tabel 7.28 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op bruinvissen op het NCP door de constructie van windturbines in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (alternatief 2), zie verder bijschrift Tabel 7.27.

Bronnen	Impuls-dagen	Dierverstoringsdagen	Populatiereductie (5 ^e percentiel)	
			aantal dieren	% NCP
Seismisch vooronderzoek	43	505	6	<0,1
Constructie platform	2	731	8	<0,1
<i>Aanleg funderingen HKN</i>				
Januari – mei	76	27.897	308	0,6
Juni – augustus	76	27.960	308	0,6
September – december	76	29.446	325	0,6
Mermaid	38	883	10	0,0
Totaal NCP	Minimaal	30.016	331	0,6
	Maximaal	31.565	348	0,7

Cumulatieve effecten op de zeehondenpopulatie

Voor zeehonden zijn de cumulatieve effecten berekend, ervan uitgaand dat restricties aan het heiseizoen en de hoeveelheid geproduceerd heigeluid worden. De resultaten hiervan zijn weergegeven in de tabellen 7.29 en 7.30. Uit de overzichten blijkt dat als bij het aanleggen van windturbines in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en het Belgische Mermaid wordt gehandeld met een geluidsnorm in combinatie met de aanleg van een TenneT-platform en de effecten van seismisch onderzoek de cumulatieve effecten nauwelijks groter zijn dan wanneer uitsluitend naar de effecten van Hollandse Kust (noord) wordt gekeken. De cumulatieve effecten worden daarom op grond van dezelfde argumentatie als beschreven in paragraaf 7.6.2 als niet significant beoordeeld.

Tabel 7.29 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op zeehonden op het NCP door de constructie van windturbines in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (alternatief 1), het daarvoor benodigde seismische vooronderzoek en het Belgische Mermaid (basialternatief) in één jaar. Zowel voor Hollandse Kust (noord) als voor Mermaid is uitgegaan van heien met een geluidsnorm. Voor Hollandse Kust (noord) zijn de over de zes onderzochte paalposities gemiddelde waarden weergegeven.

Bronnen	Impuls-dagen	Aantal dieren meermalen verstoord	Aantal dieren eenmalig verstoord	% NCP
Seismisch vooronderzoek	43	1	45	0,01 – 0,4
Constructie platform	2	6	25	0,05 – 0,2
<i>Aanleg funderingen HKN</i>				
Januari – april	95	11	1.068	0,1 – 9
Mei – juli	95	6	543	< 0,1 – 4
September – december	95	24	2.261	0,2 – 18
Mermaid	38	1	20	< 0,01 – 0,2
<i>Cumulatief minimaal (volledige plaatstrouw, dieren meerdere malen verstoord)</i>				0,1 – 0,2
<i>Cumulatief maximaal (steeds andere dieren verstoord)</i>				5 – 18

Tabel 7.30 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op zeehonden op het NCP door de constructie van windturbines in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (alternatief 2), zie verder bijschrift tabel 7.29

	Impuls-dagen	Aantal dieren meermalen verstoord	Aantal dieren eenmalig verstoord	% NCP
Seismisch vooronderzoek	43	1	45	0,01 – 0,4
Constructie platform	2	6	25	0,05 – 0,2
<i>Aanleg funderingen HKN</i>				
Januari – april	76	14	1.083	0,1 – 9
Mei – juli	76	7	554	0,1 – 4
September – december	76	21	1.622	0,2 – 13

Mermaid	38	1	20	< 0,01 – 0,2
Cumulatief minimaal (volledige plaatstrouw, dieren meerdere malen verstoord)				0,1 – 0,2
Cumulatief maximaal (steeds andere dieren verstoord)				5 – 13

Cumulatieve effecten na constructie van windparken op het NCP volgens het Energieakkoord

De afname van de bruinvispopulatie als gevolg van de constructie van windparken (inclusief de 5 TenneT-platforms) op het NCP volgens het SER-Akkoord (10 kavels van elk 380 MW) zal in principe nooit meer dan 255 dieren per kavel bedragen, omdat dit door de Nederlandse overheid als toetsingscriterium bij de beoordeling van effecten zal worden gebruikt. Met het voorgestelde stelsel van geluidsnormen, waarin naar seizoen en aantal op te stellen funderingen per park is gedifferentieerd, is dit verzekerd. Er is daarbij niet expliciet rekening gehouden met het heigeluid voor de constructie van de TenneT-plafoms. Uit de voor windenergiegebied Hollandse Kust Noord uitgevoerde berekeningen voor cumulatieve effecten in een jaar blijkt echter dat de afname van de bruinvispopulatie hierdoor verwaarloosbaar toeneemt. De maximaal toelaatbare afname van de bruinvispopulatie van 255 dieren per kavel zal daarom zeker niet worden overschreden.

Cumulatieve effecten op de totale Noordzee

De bijdrage van de Nederlandse windparken uit het Energieakkoord aan de effecten van het totale, in Heinis & de Jong (2015) beschreven Noordzee-scenario op de bruinvispopulatie van de Noordzee zal door de mitigerende maatregelen afnemen. In de eerdere berekeningen was dat ongeveer 20% (5 x 2 windparken in het voorjaar zonder geluidsnorm). Door het toepassen van gedifferentieerde geluidsnormen zal de Nederlandse bijdrage aan de effecten op de bruinvispopulatie afnemen tot maximaal ongeveer 3% van het totale effect van het Noordzee-scenario.

7.8 Leemten in kennis

7.8.1 Vissen

Voor vissen is al het nodige 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 aangeduid.

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 (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.

7.8.2 Zeezoogdieren

De belangrijkste leemten in kennis met gevolgen voor de omvang van de berekende effecten hebben betrekking op de schatting van effecten op de bruinvispopulatie. Het gaat dan om leemten in kennis op het gebied van het kwantificeren van het aantal verstoorde dieren en dierverstoringsdagen, maar ook om de doorvertaling hiervan naar *vital rates*.

Kwantificeren van het aantal verstoorde dieren en dierverstoringsdagen

Het aantal verstoorde dieren wordt berekend door het geschatte verstoringsoppervlak (oppervlakte binnen contour waar de, in met AQUARIUS 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.

- Het totale aantal dierverstoringsdagen is berekend door het aantal, op een dag mogelijk verstoorde dieren te vermenigvuldigen met de duur van de verstoring. Uit de tot nu toe beschikbare informatie over de duur van de verstoring is nog geen eenduidig beeld naar voren gekomen. De modeluitkomsten blijken echter relatief gevoelig te zijn voor keuzes die hierin worden gemaakt (8, 24 en 48 uur).
- Voor bruinvissen geldt dat de beschikbare dichtheidsschattingen een grote onzekerheid kennen (95% betrouwbaarheidsinterval rond de hier gebruikte gemiddelde schattingen ligt tussen ongeveer -50% en +100% [Geelhoed et al, 2011]). Ook 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 vooral voor de regio van Kattegat/Skagerrak meer informatie beschikbaar is (e.g. Sveegaard, 2011, Wizniewska 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 dat in verschillende tijden van het jaar wordt beïnvloed.
- Voor het NCP is door Wageningen Marine Reserach (voorheen IMARES) op basis van telemetriegegevens een kaart met de ruimtelijke variatie in de dichtheid van gewone zeehonden gemaakt (Aarts e.a. 2016). Voor grijze zeehonden is een dergelijke kaart ook gemaakt (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 verstoorde grijze zeehonden te maken.

Doorvertalen van dierverstoring naar *vital rates*

Bij het bepalen van effecten op de bruinvispopulatie liggen de belangrijkste leemten in kennis op het gebied van de doorvertaling van geluidverstoring van individuele dieren naar effecten op de gezondheid/conditie van dat dier en wat de gevolgen daarvan kunnen zijn op overlevingskans en voortplantingssucces. Deze kennisleemte is in het Interim PCoD model ingevuld door gebruik te maken van schattingen van deskundigen voor de relatie tussen verstoring en *vital rate* in een formeel *expert elicitation* proces. Hoewel het Interim PCoD model op dit moment in feite het enige operationele instrument is om populatie-effecten voor de Nederlandse situatie te kunnen bepalen, zijn er nog veel kanttekeningen bij te zetten. Een deel van de bedenkingen zou kunnen worden weggenomen als meer kwantitatieve informatie beschikbaar zou komen over de relatie tussen verstoring en de gezondheid/conditie van individuele dieren (van verschillende leeftijd). Daarmee wordt het mogelijk een 'full PCoD model' toe te passen (zie Figuur 2-7 in Heinis & de Jong, 2015). In 2018 zal op basis van een tweetal nieuwe Expert Elicitations een update van het Interim PCoD worden gemaakt. Deze zal naar verechting eind 2018 beschikbaar komen.

Door de leden van de Werkgroep Onderwatergeluid is met betrekking tot deze stap in de effectberekeningen voor bruinvissen een groot aantal kennisleemten benoemd. De volgende aspecten kwamen daarbij naar voren:

- Invloed van verstoring op voedselopname en energieverbruik ('time-budget' analyse): Dit aspect is, meer dan voor andere zeezoogdieren van belang voor bruinvissen, omdat zij relatief klein zijn en regelmatig moeten eten om op gewicht te blijven. Zij zijn daarom relatief gevoelig voor verstoring, omdat dat gevolgen kan hebben voor hun voedselopname. Het gaat om vragen als: bij welke mate van verstoring verbruikt een verstoord dier meer energie dan een niet verstoord dier, bij welke mate van verstoring stopt een dier met foerageren, treedt gewenning op, hoe lang kan een dier zonder eten, onder welke omstandigheden (w.o. duur van vasten, voedselbeschikbaarheid) kan een (tijdelijk) tekort zonder substantiële invloed op de overlevingskans worden aangevuld en hoe hangt dat samen met de periode van het jaar?
- Habitatgeschiktheid: voor bruinvissen is nog niet goed bekend of en zo ja, waarom de gebieden waar (bij momentopnamen) 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 (zie voorgaand punt)? Hoe hangen seizoensvariaties in het voorkomen samen met variaties in het voorkomen van voedsel?
- Zogende moeder-jong combinaties: gevoeligheid van combinaties van moeders met nog niet gespeende jongen voor verstoring in vergelijking met solitaire dieren, kan maskering van communicatie door heigeluid daarbij een rol spelen?

Voor de gewone en de grijze zeehond zijn veel meer gegevens 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 et al, 2007], [Sparling & Fedak, 2004], [Sparling et al, 2007]) zou het effect op de populatie kunnen worden ingeschat door een zogenaamd '*agent based*' model (zie bijvoorbeeld (Nabe-Nielsen et al, 2014) te combineren met een Dynamisch Energie Budget.

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 (noord) 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 olieverontreinigingen 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. Dit vormt het uitgangspunt in de effectbeschrijving.

Om de effecten op scheepvaartveiligheid in beeld te brengen is een specialistische veiligheidsstudie uitgevoerd door het MARIN (rapportnummer 30450-1-MSCN). De rapportage van het MARIN is opgenomen in bijlage 11. In dit hoofdstuk zijn de resultaten van deze studie samengevat.

8.2 Te beschouwen bandbreedte/alternatieven

De kans op een aanvaring/aandrijving wordt met name bepaald door het aantal turbines en de breedte van de funderingsconstructie vlak boven zeeniveau, waarbij turbines aan de rand van het windpark de grootste kans hebben op een aanvaring/aandrijving.

Om de bandbreedte qua effecten in beeld te brengen zijn twee scenario's doorgerekend: een scenario met veel turbines (8 MW) waarvan de fundering een grote diameter heeft (jacket) en een scenario met minder turbines (10 MW) waarvan de fundering een kleinere diameter heeft (monopile).

De te beschouwen alternatieven zijn:

- Alternatief 1: 95 x 8 MW windturbines op een jacket fundatie met een afmeting van circa 17 x 17 meter vlak boven zeeniveau.
- Alternatief 2: 76 x 10 MW windturbines op een monopile fundatie met een doorsnede van 10 meter vlak boven zeeniveau.

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

8.4 Aanpak MARIN

Om de effecten van een windpark in kavel V 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 V wordt een nieuwe verkeersdatabase aangemaakt, waarin het veranderde vaarpatroon wordt opgenomen dat ontstaat wanneer het windpark in kavel V verschijnt. In tegenstelling tot windenergiegebied Borssele, is met het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord) rekening gehouden in de verkeersroutering van routegebonden schepen sinds augustus 2013. Dat betekent dat routegebonden verkeer al (grotendeels) buiten kavel V omvaart.

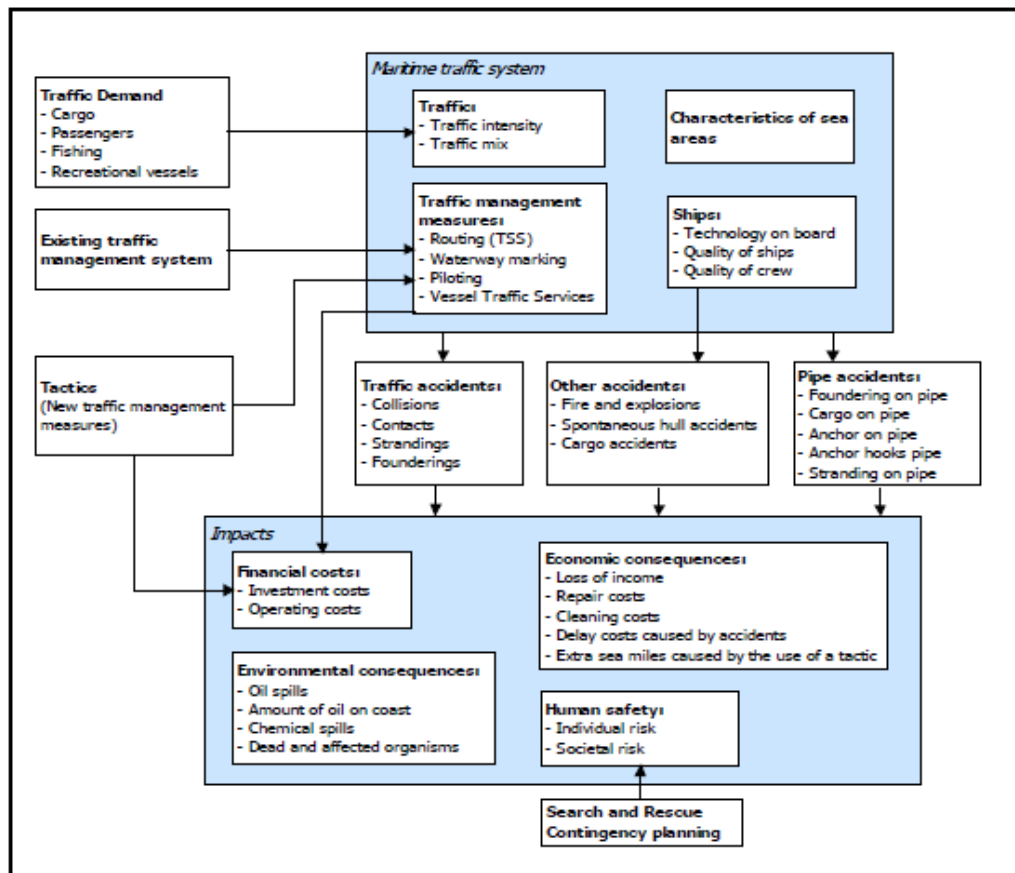
8.4.1 SAMSON-model

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 ongevalskansmodellen 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 (noord).

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. Al deze scheepsreizen worden door Lloyd's List Intelligence (voorheen Lloyd's Marine Intelligence Unit) verzameld. De laatste keer dat deze informatie ten behoeve van SAMSON is gekocht en verwerkt, betrof alle scheepsreizen van het jaar 2012. Bij het toewijzen van het verkeer worden de aantallen schepen varend van vertrekpunt A naar bestemming B uit 2012 gerouteerd over de huidige routestructuur. Het aantal scheepsreizen per scheepstypen tussen verschillende vertrekpunten en bestemmingen is sinds 2012 niet wezenlijk veranderd. Deze scheepsreizen zijn derhalve een goed uitgangspunt.

Op basis van deze verkeersintensiteiten van 2012 is een voorspelling gemaakt van de intensiteiten in 2020 aan de hand van de groei van het verkeer in het zeegebied tussen Antwerpen en Hamburg in de periode 2000 tot 2012. De gemiddelde groei in het zeegebied Antwerpen-Hamburg laat in deze periode een daling zien van 0,4% in het aantal scheepsbewegingen en een groei van 3,6% in de scheepsgrootte, maar toont aanzienlijke verschillen voor de verschillende scheepstypes en scheepsgroottes. Met deze verschillen wordt rekening gehouden in de verkeersdatabase voor 2020. De afname in het aantal scheepsbewegingen de afgelopen jaren is voornamelijk te wijten aan de economische crisis. In de studie "Risico voor de scheepvaart bij aanwijzing windgebied Hollandse Kust" (Van der Tak, 2013) werd namelijk nog een groei in de scheepsbewegingen gezien van 0,5% per jaar. Toen werden de aantallen uit 2000 vergeleken met die van 2008. Tot 2014 is het aantal scheepsbewegingen nog afgenomen als gevolg van de crisis en de schaalvergroting in de scheepvaart, zoals blijkt uit de resultaten van de studie "Netwerkevaluatie Noordzee na invoering nieuwe stelsel" (Van Schaijk, 2014). Verwacht wordt dat het aantal scheepsbewegingen in de komende jaren weer toe zal nemen. In deze studie is daarom opnieuw uitgegaan van een groei van 0,5% per jaar ten opzichte van het niveau in 2012. Dit niveau is lager dan het aantal scheepsbewegingen in 2008, de uiteindelijke intensiteiten in 2020 zullen daarmee lager uitkomen dan eerder werd verwacht (Van der Tak, 2013). Daarnaast is de verwachting dat de intensiteiten voor 2020 pas enkele jaren later worden bereikt vanwege de afgelopen crisis.

Voor de verschillende kavels in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) wordt één aangepaste verkeersdatabase gegenereerd, waarbij ervoor wordt gezorgd dat het routegebonden verkeer niet door de kavels van het windenergiegebied vaart. Deze keuze wordt in hoofdstuk 4 van bijlage 11 verder onderbouwd aan de hand van een verkeersanalyse met AIS. Ook de ruimte tussen de kavels wordt afgesloten voor verkeer, aangezien er tussen de kavels te weinig ruimte over blijft voor scheepvaartverkeer en het waarschijnlijk is dat bij een toekomstig kavelbesluit meerdere kavels mogen worden gerealiseerd en niet slechts één kavel. De aanvaar- en aandrijfkansen voor de turbines worden alleen bepaald voor de aangepaste verkeersdatabase, de database waarbij de kavels vrijgemaakt zijn van verkeer.

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. 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 de aantallen voortgekomen uit verschillende bronnen. Een daarvan is het Verkeersonderzoek Noordzee Visuele Identificatie (VONNOVI). VONNOVI is gebruikt voor de validatie van de scheepvaartroutes van het routegebonden verkeer en voor het bepalen van de benodigde dichtheden van het niet-routegebonden verkeer. Tijdens een VONNOVI-vlucht werd een aantal raaien afgevlogen. Zodra men een schip dat binnen een raai voer zag, werd de positie en de scheepsnaam genoteerd. Later werden andere scheepskenmerken toegevoegd en werden alle waarnemingen verwerkt.

Voor een groot gedeelte van de niet-routegebonden scheepvaart kan inmiddels op basis van AIS een betere verdeling bepaald worden, aangezien steeds meer niet-routegebonden schepen al dan niet verplicht zijn uitgerust met een AIS-transponder. Dit geldt echter nog niet voor alle schepen (bijvoorbeeld recreatie en sportvissers).

Voor de berekeningen van het niet-routegebonden verkeer wordt gebruik gemaakt van de verkeersdichtheid voor de visserij, supply-, werk- en recreatievaart gebaseerd op verschillende bronnen:

- Recreatievaart: VONNOVI-vluchten van 1999-2001. Voor deze groep schepen is geen recente volledige alternatieve databron beschikbaar. De AIS-data geeft een veel lager gemiddeld aantal aanwezige recreatieschepen dan de VONNOVI-data. Daarnaast is gebleken uit vergelijking dat de verdeling van deze schepen over de Noordzee nagenoeg gelijk blijft.
- Visserij: AIS-data van 2014. De kottervisserij ontwikkeld zich nagenoeg constant en er is sprake van een afname van grote visserijschepen (van 15 naar 8). De visserij lijkt het afgelopen jaar weer aan te trekken. Op basis van deze ontwikkelingen is er geen verdere afname of toename van de visserij gemodelleerd voor de situatie in 2020. Het overgrote deel van de niet-routegebonden scheepvaart bestaat uit vissers.
- Werk- en supplyvaart: AIS-data van 2014. Deze data bevatten veel meer werk- en supplieschepen dan de VONNOVI-data vanwege een toename in dit verkeer. De verdeling van deze schepen over het NCP (inclusief Waddenzee) en BCP is nu actueler dan in voorgaande studies.

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 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)

De effecten op de aanvaar- en aandrijfkansen voor platformen en pieren als gevolg van een verandering in de verkeersafwikkeling zijn in deze studie niet berekend. De platformen en pieren op de Noordzee liggen namelijk zo ver van het windenergiegebied en de gewijzigde verkeersstromen af waardoor deze kansen niet veranderen.

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.

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 aanwezige energie in varende of driftende schepen is voor deze studie ook bepaald en gepresenteerd per scheepstype, met de daarbij behorende kansen van optreden.

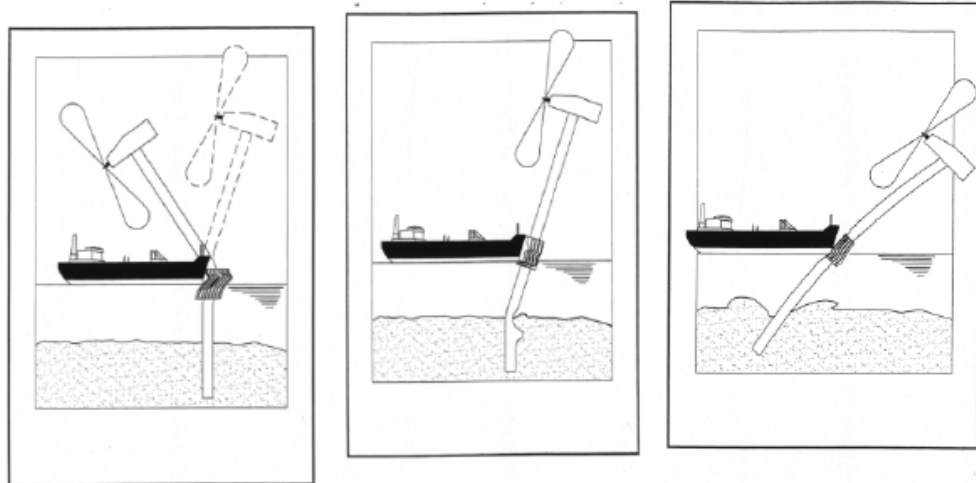
Schade aan windturbine en schip

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). Hieruit 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 turbine naar het schip toe of juist van het schip af. In het geval dat de turbine 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 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.

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 (2001) is gebruikt. Het bovenste deel van tabel 8.2 geldt wanneer de windturbine knikt. Kleine schepen hebben niet genoeg massa om de turbine 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. Bij aandrijven is de energie onvoldoende om de turbine te doen knikken.

Bij frontale en frontale/laterale (schampen) aanvaringen zal wel ernstige schade ontstaan aan de boeg van het schip, maar zal geen ernstige schade optreden in het ladinggedeelte van het schip ("Geen" in tabel 8.2). De constructie van het schip voor het aanvaringsschot (voorpiekschot) is zeer stijf waardoor de schade beperkt zal blijven tot het deel van het schip voor het aanvaringsschot, 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.

Tabel 8.2 Bezwijkvormen met de geschatte percentages van voorkomen en de schatting van de resulterende schade aan de turbine en het ladinggedeelte van het schip (knikken is niet mogelijk bij aandrijving).

Bezwijkvormen	Scheepsgrootte (GT)	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal middenships (100%)			Lateraal excentrisch (0%)		
		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging	
	Tur-bine	Schip	Tur-bine	Schip	Tur-bine	Schip	Tur-bine	Schip	Tur-bine	Schip	Tur-bine	Schip	
Knikken	<500	0%	Nee	Geen	0%	Nee	Geen						
	500-1000	0%	Ja	Geen	0%	Nee	Geen						
	1000-1600	5%	Gos	Dek	0%	Ja	Geen						
	1600-10000	10%	Gos	Dek	5%	Gos	Dek						
	10000-30000	10%	Gos	Dek	10%	Gos	Dek						
	30000-60000	10%	Gos	Dek	10%	Gos	Dek						
	60000-100000	10%	Gos	Dek	10%	Gos	Dek						
	>100000	10%	Gos	Dek	10%	Gos	Dek						

Bezwijkvormen	Scheepsgrootte (GT)	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal middenships (100%)			Lateraal excentrisch (0%)		
		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging	
	Tur-bine	Schip	Tur-bine	Schip	Tur-bine	Schip	Tur-bine	Schip	Tur-bine	Schip	Tur-bine	Schip	
Scharnieren	<500	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	500-1000	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	1000-1600	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Huid	100%	Nee	Geen
	1600-10000	90%	Ja	Geen	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Nee	Geen
	10000-30000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	30000-60000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	60000-100000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	>100000	90%	Ja	Geen	91%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen

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- 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 windparken op zee, 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.

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 relatief geringe hoeveelheid olie in het water terecht komen wanneer de turbine 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 de verschillende schadevormen bepaald, waaruit de mogelijk optredende schade in termen van persoonlijk letsel is bepaald. Hierbij is uitgegaan van een aantal worst case benaderingen.

Uitgaande van het aantal aanvaringen/aandrijvingen zijn de volgende rekenslagen per scheepstype en grootte gemaakt:

- Aantal aanvaringen/aandrijvingen wordt vermenigvuldigd met de bijbehorende kans op een bepaalde bezwijkvorm.
- Vermenigvuldiging met de kans voor die bezwijkvorm dat de gondel met mast op het schip valt ("Gosmos" in tabel 8.2). 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 en hierbij slechts geringe schade aanrichten.
 - 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 ook onbetrouwbaar. Bovendien zullen deze schepen vrijwel altijd schampen.

8.4.3 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. Windturbineparken 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 11).

8.5 Effectbeschrijving

8.5.1 Kans op aanvaringen en aandrijvingen

Door de aanwezigheid van het windpark in kavel V 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 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 beide alternatieven gesommeerd over alle windturbines. De kansen zijn weergegeven voor zowel de schepen kleiner als groter dan 24 meter, waarvoor het windpark verboden gebied is. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen routegebonden schepen (R-schepen) en niet-routegebonden schepen (N-schepen). Uit de tabel blijkt dat voor het alternatief met 8 MW turbines op een jacket-fundering de kansen hoger zijn dan voor het alternatief met 10 MW turbines op een

monopaal. Dit komt zowel door het hogere aantal turbines als door het gebruik van jackets binnen de eerste variant. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24 meter is 0,073882 per jaar voor het alternatief met 8 MW turbines, of te wel eens per 13,5 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24 meter is 0,046974 per jaar voor het alternatief met 10 MW turbines, of te wel eens per 21,3 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. Voor verkeer kleiner dan 24 meter is de aanvaar- en aandrijffrequentie respectievelijk 0,021375 voor de 8 MW variant en 0,008895 voor de 10 MW variant, oftewel respectievelijk eens per 46,8 jaar en 112,4,1 jaar.

Tabel 8.3 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor kavel V per variant.

Variant	Aantal turbines	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		
Variant 8 8MW Schepen >24 m	95	0,001559	0,035049	0,028156	0,009117	0,073882	13,5
Variant 8 MW Schepen <24 m	95	Nihil	0,018498	Nihil	0,002877	0,021375	46,8
Variant 10 MW Schepen >24 m	76	0,001003	0,017185	0,022088	0,006698	0,046974	21,3
Variant 10 MW Schepen <24 m	76	nihil	0,007232	Nihil	0,001663	0,008895	112,4

Omdat de kansen ook afhangen van het aantal turbines, zijn in tabel 8.4 de gemiddelde kansen per turbine gegeven. Hieruit blijkt dat voor schepen groter dan 24 meter de gemiddelde kans per jaar op een aanvaring/aandrijving per turbine in de 8 MW variant 0,000778 bedraagt (eens per 1285,8 jaar) en in de 10 MW variant 0,000618 (eens per 1617,9 jaar). Dit geeft de invloed van de afmetingen van de fundering aan. Voor de doorvaart is de invloed van de fundering op kansen groter: 0,000225 voor jackets (eens per 4444,4 jaar) en 0,000117 voor monopalen (eens per 8544,1 jaar).

Tabel 8.4 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen gemiddeld per turbine voor kavel V per variant.

Variant	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per turbine		Aantal aandrijvingen (driften) per turbine		Totaal per turbine	Eens per ...jaar
		R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Variant 8 8MW Schepen >24 m	95	0,000016	0,000369	0,000296	0,000096	0,000778	1285,8
Variant 8 MW Schepen <24 m	95	0,000000	0,000195	0,000000	0,000030	0,000225	4444,4
Variant 10 MW Schepen >24 m	76	0,000013	0,000226	0,000291	0,000088	0,000618	1617,9
Variant 10 MW Schepen <24 m	76	0,000000	0,000095	0,000000	0,000022	0,000117	8544,1

8.5.2 Gevolgschade

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 turbine kan scheef gaan staan, de turbine 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 het alternatief met 8 MW turbines wordt ongeveer 42,2% van de contacten met turbines door driften veroorzaakt en 57,8% door rammen. Voor 26,2% van de gevallen is het energieniveau lager dan 1 MJ. Hierbij is vrijwel altijd sprake van niet-gebonden verkeer (26,0% tegen 0,2% routegebonden verkeer).

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 $1/(0.001965+0.000051) \approx 496$ jaar voor de 8 MW variant. De gemiddelde uitstroom van 0,667 m³ ladingolie voor deze variant in tabel 8.5 dient alleen als vergelijking.

Een uitstroom van 0,667 m³ ieder jaar geeft immers een heel andere milieubelasting dan een uitstroom van 667 m³ 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 (uit: Koldenhof & Van der Tak). Dit getal geldt voor de situatie zonder windparken en gaat nog uit van de oude routestructuur van voor 1 augustus 2013. De kans op uitstroom van bunkerolie en ladingolie op het NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine van variant 8 MW toe met $(0,001965 + 0,000051) / (0,353402+0,148723) * 100 \approx 0.4\%$. Voor de variant met 10 MW-turbines ligt dit lager (0.3%).

Uit tabel 8.5 volgt dat zowel de frequentie als de gemiddelde hoeveelheid uitstroom bunker- en ladingolie hoger is voor de variant met 8 MW-turbines dan voor de variant met 10 MW-turbines.

Tabel 8.5 Uitstroomfrequentie en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie.

Alternatief	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequen- tie	Eens in de ...jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	Frequen- tie	Eens in de ...jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	Eens in de ...jaar
Variant 8 MW	0,001965	509	0,558	0,000051	19.776	0,667	496
Variant 10 MW	0,001507	663	0,442	0,000041	24.337	0,550	646
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 turbine. In tabel 8.6 is voor alternatief met 8 MW turbines een overzicht gegeven van het aantal directe doden als gevolg van het op het dek vallen van de gondel en de mast. Ook wordt een indicatie gegeven van het groepsrisico. Bij het groepsrisico is de kans op een ramp met meer dan 10 dodelijke slachtoffers gegeven. Een dergelijke ramp doet zich alleen maar voor wanneer een ferry, container- of RoRo-schip de windturbine aanvaart, waarna deze knikt en op het dek terecht komt.

Tabel 8.6 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt (8 MW variant).

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Eens in de ...jaar	Directe doden		Groepsrisico Eens in de ...jaar meer dan 10 doden
	Frontaal	Scham- pen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	
Olietanker	0,000000	0,000001	1.111.111	1,41	0,000001	-
Chemicaliënta nker	0,000000	0,000000	2.500.000	1,68	0,000001	-
Gastanker	0,000000	0,000000	-	-	0,000000	-
Container +RoRo	0,000014	0,000129	6.997	2,12	0,000302	167.926
Ferry	0,000000	0,000003	344.828	64,47	0,000187	344.828
Overige R- schepen	0,000001	0,000007	126.686	1,49	0,000012	-
N-schepen	0,000127	0,000524	1.494	0,83	0,000559	-

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Eens in de ...jaar	Directe doden		Groepsrisico Eens in de ...jaar meer dan 10 doden
	Frontaal	Scham- pen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	
Totaal	0,000143	0,000682	1.213	1,29	0,001062	112.931

Bij de 8 MW variant is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine $0,001062$ ($1,1 \times 10^{-3}$). Het verwachte aantal doden voor de 10 MW variant is $0,000657$ ($6,6 \times 10^{-4}$).

Ook windturbines zelf kunnen falen en introduceren hiermee een risico voor aanwezige personen in de nabijheid van de windturbines. In bijlage 14 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

Naast de mogelijke aanvaringen met windturbines heeft de aanwezigheid van een windpark, in dit geval kavel V, ook op andere gebieden effect op de scheepvaart. Zo zorgt omvaren van schepen voor extra kosten en zal door omvaren de dichtheid van schepen op de verkeerroutes toenemen. Bovendien heeft het verleggen van de routes en een verandering van intensiteiten ook een effect op de onderlinge ontmoetingen van schepen, en daarmee ook op het risico van onderlinge aanvaringen. Tabel 8.7 geeft de effecten van de aanwezigheid van kavel V op de scheepvaartongevallen buiten het windenergiegebied op de EEZ, als gevolg van de veranderingen van de vaarroutes ten opzichte van het nulalternatief. In het bovenste deel van de tabel staan de effecten op de aantallen aanwezige schepen per scheepstype. De eerste kolom geeft het absolute aantal aanwezige schepen onder het betreffende scenario. De kolommen daarnaast geven het absolute en relatieve verschil ten opzichte van het nulalternatief. In het onderste deel van de tabel is ingegaan op de effecten van veranderende routes (veiligheid) en extra nautische mijlen (economisch effect en emissies). Zo is een kleine toename van het totaal aantal ongevallen te zien van $0,0447$ per jaar ($0,17\%$).

Aangezien de drukke verkeersstromen rond het windenergiegebied niet verschuiven en alleen de rustigere stromen door het gebied beïnvloed worden, zijn er niet of nauwelijks effecten waarneembaar in deze resultaten.

Tabel 8.7 Scoretabel voor de effecten van de aanwezigheid van windparken in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op de scheepvaart binnen de EEZ (voor meer informatie, zie bijlage 11).

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor EEZ na aanpassing van het verkeer Hollandse Kust (noord)	Absoluut effect t.o.v. het basis scenario	Relatief effect t.o.v. het basis scenario
Algemeen				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
OBO's		0.660	0.0000	0.000%
Chemicaliëntankers		26.558	0.0000	0.000%
Olietankers		8.914	0.0000	0.000%
Gastankers		5.387	0.0000	0.000%
Bulkers		10.310	0.0000	0.000%
Unitised		33.378	0.0000	0.000%
General Dry Cargo		50.832	0.0000	0.000%
Passagiersschepen + conventionele ferries		2.917	0.0000	0.000%
High Speed Ferries		0.052	0.0000	0.000%
Overig		1.842	0.0000	0.000%
Totaal routegebonden		140.750	0.0000	0.000%
Totaal niet-routegebonden (zie 3.3.1.2)		151.386	0.0000	0.000%
Veiligheid				
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/jaar	12.823	0.0320	0.250%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	8.800	0.0000	0.000%
Stranding als gevolg van motorstoring	aantal/jaar	1.577	0.0007	0.047%
Zinken	aantal/jaar	0.659	0.0000	0.001%
Gat in scheepshuid	aantal/jaar	1.356	0.0000	0.001%
Brand/explosie	aantal/jaar	1.228	0.0000	0.000%
Totaal		26.243	0.0328	0.125%
Economische effect				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / jaar	1450.002	0.0000	0.000%
Emissies				
CO2	kton / year	4651	0	0.000%
CO	kton / year	18	0	0.000%
SO2	kton / year	48	0	0.000%
NOx	kton / year	121	0	0.000%

In bijlage 11 wordt ook ingegaan op het effect van de aanwezigheid van windparken in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op de scheepvaart binnen een lokaal gebied.

8.5.4 Effecten van het werkverkeer op aanvaringsrisico

Gedurende de bouwperiode varen dagelijks enkele schepen (maximaal acht) van en naar het windpark. De meeste van deze vaarbewegingen worden uitgevoerd met normale snelheid en geven daardoor niet meer hinder voor de andere scheepvaart dan een normale scheepsbeweging. Het effect van deze scheepvaart op het totale risico in een gebied hangt af van de drukte in het gebied. Deze vaarbewegingen moeten gezien worden als normale bedrijvigheid. Het verhoogde risico is van tijdelijke aard. Mogelijk zal IJmuiden de uitvalsbasis voor het windenergie-gebied Hollandse Kust (noord) worden. Vanuit IJmuiden naar kavel V van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) is het gemiddeld ongeveer 2 uur varen. Met acht schepen zijn dit $8 \times 2 \text{ uur} \times 2$ (heen + terug) = 32 extra vaaruren per dag. Tijdens de bouwperiode is dus gemiddeld $32/24 = 1 \frac{1}{3}$ extra schip aanwezig (buiten het park) per dag. Deze extra scheepsbewegingen vinden voornamelijk overdag plaats. Op een totaal van

gemiddeld 300 aanwezige schepen op het NCP is dit een verhoging van 0.44%. Gedurende de bouwperiode is de kans op een aanvaring tussen schepen door de verhoogde verkeersintensiteit daarom $(1.0044^2 - 1) \times 100\% \approx 0,89\%$ hoger¹ dan normaal. In de praktijk zal dit minder zijn omdat de schepen het grootste deel van de tijd in relatief stille gebieden varen. De kans op een ander type scheepsongeval neemt in deze periode toe met 0.44% (lineair met de toename van het aantal schepen).

8.5.5 Walradardekking

In bijlage 11 wordt kort ingegaan op het effect op de scheepvaartveiligheid als gevolg van de invloed van een windpark in kavel V op walradardekking. Het effect wordt in hoofdstuk 10 (overige gebruiksfuncties) in dit MER beschreven (bij andere effecten op radarsystemen).

8.5.6 Kruisende scheepvaart

In de studie van MARIN (opgenomen in bijlage 11) is onderzocht welke effecten een windpark in kavel V kan hebben op kruisende scheepvaart, te weten kruisend verkeer bij de noordzijde en kruisend verkeer bij de corridor bij de westzijde van het windpark. Geconcludeerd wordt dat schepen voldoende tijd hebben om eventueel uit te wijken.

8.6 Effectbeoordeling

Voor twee alternatieven van kavel V zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de turbines. Voor de variant met 8 MW-turbines zijn de kansen hoger dan voor de variant met 10 MW-turbines. Dit komt zowel door het hogere aantal turbines als door het gebruik van jackets binnen de eerste variant. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24 meter is 0,073882 per jaar voor het alternatief met 8 MW turbines, of te wel eens per 13,5 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24 meter is 0,046974 per jaar voor het alternatief met 10 MW turbines, of te wel eens per 21,3 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. Voor verkeer kleiner dan 24 meter is de aanvaar- en aandrijffrequentie respectievelijk 0,021375 voor de 8 MW variant en 0,008895 voor de 10 MW variant, oftewel respectievelijk eens per 46,8 jaar en 112,4 jaar.

Als gevolg van het alternatief met 8 MW turbines wordt eens per 496 jaar een uitstroom van olie verwacht, terwijl dit voor het alternatief met 10 MW turbines eens per 646 jaar is. De frequentie op uitstroom van bunkerolie en ladingolie op het gehele NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine van kavel V met 0.40% toe voor het alternatief met 8 MW turbines. Voor het alternatief met 10 MW turbines is dit lager (0.31%).

Bij de 8 MW variant is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine $1,06 \times 10^{-3}$. Het verwachte aantal doden voor de 10 MW variant is $6,6 \times 10^{-4}$.

¹ Het aantal aanvaringen tussen schepen neemt kwadratisch met de intensiteit toe.

Tabel 8.8 Beoordeling scheepvaartveiligheid.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1 met 8 MW-turbines	Alternatief 2 met 10 MW-turbines
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving	0/-	0
	Gevolgschade van aanvaring of aandrijving	0	0
Scheepvaart	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0	0
	Effecten van doorvaart voor schepen <24 meter	0	0

8.7 Innovatiekavel

In dit hoofdstuk is geen onderscheid gemaakt in effecten van kavel V en kavel VI, waarbij de laatste kavel bedoeld is voor innovaties. Omdat voor het innovatiekavel VI eenzelfde bandbreedte geldt qua afmetingen van turbines en fundatiemethoden als kavel V, zijn geen andere effecten te verwachten indien kavel VI voor innovaties wordt gereserveerd. Het maakt voor de effectbeoordeling in dit hoofdstuk dus niet uit of turbines ter hoogte van kavel VI voor innovaties worden bestemd of dat de turbines onderdeel uit gaan maken van kavel V wanneer er geen apart kavelbesluit voor kavel VI wordt genomen.

8.8 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. Voor het niet-routegebonden verkeer is er wel een cumulatief effect waarneembaar, door de aanleg van de andere kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Daar is reeds rekening mee gehouden in de effectstudie waar dit hoofdstuk op is gebaseerd (zie bijlage 11).

8.9 Mitigerende maatregelen

Gebruik van AIS

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.

AIS, mits geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen (zoals radar en/of elektronische zeekaart) op de scheepsbrug en uitgaande van goede regelmatige overdracht van signalen,

biedt in dat geval extra mogelijkheden om het kruisende schip vroegtijdig te zien, temeer daar AIS minder storingsgevoelig is dan radar door de aanwezigheid van windturbines in het windpark. Een gegarandeerde AIS-dekking op zowel A- en B-niveau en een goede, regelmatige overdracht van signalen is daarbij wel een vereiste, en deze kan in het geding komen als de bandbreedte vol raakt en er niet voldoende time-slots beschikbaar zijn om elke twee seconden een positie update te geven. Als de AIS dekking of capaciteit van infrastructuur niet voldoende zijn voor het scheepvaartaanbod dan zullen de posities uit de AIS van schepen op de navigatiehulpmiddelen van alle gebruikers (zowel VTW/KW als varende schepen) niet correct zijn. In deze gevallen zal AIS haar updates prioriteren via haar eigen algoritmes waardoor sommige schepen niet meer zullen worden weergegeven en andere vertraagd in tijd zullen worden weergegeven; AIS kijkt dan af van de werkelijkheid en van de radar-posities.

De verwachting is dat AIS, vooral wanneer AIS is geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug, de veiligheid op zee zal bevorderen. In het SAFESHIP-project en de harmonisatie van de aannamen ten behoeve van veiligheidsstudies voor windparken voor de Duitse autoriteiten (BSH, 2005) is geconcludeerd dat door AIS de kans dat een schip tegen een windturbine aanvaart (rammen) zal afnemen met 20%.

Inmiddels varen de meeste vissers met een AIS-transponder, en gaat ook het overige kleine verkeer (recreatie) steeds meer AIS gebruiken, juist vanwege het veiligheidsaspect (kleine schepen worden met correct werkende AIS infrastructuur "gezien" door grotere). Hierdoor zal het probleem van kruisende scheepvaart steeds minder groot worden, mits echter de positie-updates voor de kleinere schepen ook continu worden doorgegeven. Zoals boven beschreven is het niet gegarandeerd dat dit altijd het geval is.

Door AIS zal de kans op een aandrijving niet veranderen. Een hele kleine (eerder theoretische) reductie wordt verwacht doordat een te hulp geroepen sleepboot de positie van de drifter beter kent en ook doordat men met de AIS-data sneller in staat is de dichtstbijzijnde sleepboot naar de drifter te sturen.

Inzet van een Emergency Towing Vessel (ETV)

Zoals uit de berekeningen volgt, geeft 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 wordt verholpen. 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 ETV (sleepboot). Een ETV kan dus een aandrijving voorkomen wanneer het schip de drifter kan bereiken voordat een windturbine wordt geraakt. De reductie van het aantal aandrijvingen hangt sterk af van de positie van de ETV op het moment van de melding. De thuishaven van de ETV is Den Helder. Bij windkracht vanaf 5 Beaufort kan de ETV op wacht liggen in het Texel-verkeersscheidingsstelsel, omdat bij deze weersomstandigheden de kans op een drifter relatief groot is, evenals de kans op een aandrijving omdat de driftsnelheid relatief groot is.

De plaats van de ETV bij het verkeersscheidingsstelsel is gebaseerd op het huidige gevaar van een drifter met het oog op de offshore olie- en gasplatforms. Wanneer er veel windparken gebouwd gaan worden zou de positie van de ETV bij slecht weer kunnen veranderen. Om deze reden is de ETV niet in de standaardberekening opgenomen.

Voor Hollandse Kust (noord) is het effect van de ETV op het aantal aandrijvingen niet berekend. Het positioneren van de ETV in de buurt van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) zal de aandrijvingskansen voor kavel V wel doen reduceren. Uit eerdere studies is gebleken dat dit kan leiden tot een reductie van meer dan 50% tot 80% (afhankelijk van de locatie van het windpark t.o.v. de positionering van de ETV).

Radar

In paragraaf 10.19 wordt een maatregel beschreven teneinde de radardekking in het gebied te vergroten. Naar deze maatregel wordt in dit hoofdstuk ook verwezen, omdat het tevens de scheepvaartveiligheid bevordert.

8.10 Leemten in kennis

Bij het openstellen van de windparken wordt, evenals in voorgaande kavelbesluiten, 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.

Voor de overige aspecten van scheepvaartveiligheid zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de besluitvorming.

9 LANDSCHAP

9.1 Inleiding

Voor het aspect landschap is zichtbaarheid het belangrijkste aspect. Windturbines kunnen de ervaring van de ruimte aantasten, doordat ze mogelijk zichtbaar zijn. Het is daarom belangrijk om aan te geven hoe zichtbaar de windturbines zijn. Dat gebeurt in dit hoofdstuk.

9.2 Te beschouwen bandbreedte/alternatieven

In kavel V en kavel VI worden windturbines met een totale maximale capaciteit van 760 MW gebouwd. Omdat kavel VI (innovatiekavel) middenin het windenergiegebied ligt en omringt is door percelen die bij kavel V horen, zullen de effecten van de verschillende kavels in de meeste gevallen niet onderscheidend zijn. De bandbreedte van te plaatsen windturbines zal ook niet verschillen in het innovatiekavel ten opzichte van kavel V, waardoor er geen andere effecten van kavel VI te verwachten zijn. In dit hoofdstuk wordt derhalve verder geen onderscheid gemaakt in kavel V en VI tenzij anders aangegeven.

De aspecten van de bandbreedte die voor het aspect landschap of de zichtbaarheid relevant zijn en beschouwd worden, bestaan uit de tiphoogte van de te plaatsen turbines, het aantal turbines en de afstand tot de kust. De fundatiewijze (monopaal, tripod, etc.) en de dikte van de turbinepaal maakt voor de zichtbaarheid niet uit, aangezien 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 wanneer de turbines zichtbaar zijn vanaf het strand, niet de fundatiewijze of dikte van de turbinepaal.

Om de bandbreedte te beschouwen hanteert dit hoofdstuk twee alternatieven:

- Alternatief 1 (minimum alternatief): bestaande uit 95 8 MW-turbines
- Alternatief 2 (maximum alternatief): bestaande uit 76 10 MW-turbines

De relevante kenmerken per alternatief zijn terug te vinden in Tabel 9.1 hieronder.

Tabel 9.1 Kenmerken van de te onderscheiden alternatieven voor landschap

Kenmerken	Alternatief 1 (minimum alternatief)	Alternatief 2 (maximum alternatief)
Minimale afstand tot de kust	18,5 kilometer	18,5 kilometer
Aantal turbines	95	76
Vermogen turbine	8 MW	10 MW
Rotordiameter	164 meter	221 meter
Ashoogte*	107 meter	140,5 meter
Maximale tiphoogte	189 meter	251 meter

* De ashoogte wordt bepaald door de tiplaaigte van 25 m boven zeeniveau (minimum alternatief) of 30 m boven zeeniveau (maximum alternatief) + de halve rotordiameter

De basis voor dit hoofdstuk is in Bijlage 9 en 10 te vinden, waarin respectievelijk fotovisualisaties en een zichtbaarheidsanalyse zijn opgenomen.

9.3 Beoordelingskader

In de volgende tabel wordt voor landschap het beoordelingskader weergegeven. Op basis hiervan wordt het effect beschreven in dit hoofdstuk.

Tabel 9.2 Beoordelingscriteria landschap

Aspect	Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Landschap	Zichtbaarheid in percentage van de tijd Interpretatie zichtbaarheid aan de hand van visualisaties	Kwalitatief (op basis van visualisaties) en kwantitatief (% zichtbaarheid in de tijd)

9.3.1 Zichtbaarheid van het windpark

Zichtbaarheid is een ruim begrip en niet eenvoudig te bepalen. Het hangt van een aantal factoren af of iets zichtbaar is. De afstand waarop een object nog kan worden waargenomen wordt het zichtbereik genoemd. Dit bereik hangt van een viertal factoren af:

- de eigenschappen van het object (afmetingen, materiaal, kleur);
- de kromming van de aarde (in relatie tot ooghoogte);
- de visus van het menselijk oog (gezichtsscherpte);
- de meteorologische omstandigheden (water)deeltjes in de lucht die het zicht kunnen beperken).

Met name de vierde factor is bepalend voor de zichtbaarheid van een windpark in kavel V en VI Hollandse Kust (noord). In Bijlage 10 is een zichtbaarheidsonderzoek opgenomen. In deze bijlage wordt nader ingegaan op de genoemde zichtbaarheidsaspecten.

Naast de zichtbaarheid overdag wordt ingegaan op de zichtbaarheid in de nacht. De windturbines worden namelijk uitgerust met verlichting in verband met de veiligheid voor de scheepvaart en luchtvaart. De internationale richtlijnen worden door de scheepvaart opgesteld door IALA¹ en voor de luchtvaart door ICAO².

Voor de verlichting voor scheepvaart geldt dat deze tussen 6 en 30 meter boven *Highest Astronomical Tide* (HAT) op het werkbordes van de windturbines worden geïnstalleerd. Verlichting op die hoogte is vanwege de kimduiking (zie paragraaf 9.5.2) net niet direct zichtbaar vanaf de kust.

Verlichting voor de luchtvaart wordt op de gondel van de windturbines geïnstalleerd en kan derhalve wel zichtbaar zijn vanaf de kust. Daarom wordt ingegaan op de luchtvaartverlichting als het gaat om de zichtbaarheid van windturbines in kavels V en VI in de nacht. In 2016 heeft de Inspectie Leefomgeving en Transport (IL&T) het 'informatieblad aanduiding offshore windturbines en offshore windparken in relatie tot luchtvaartveiligheid' (versie 3.0, 30 september 2016) gepubliceerd. Deze richtlijn wordt als uitgangspunt gehanteerd voor de visualisaties.

¹ IALA Recommendation O-139 On The Marking of Man-Made Offshore Structures Edition 1 December 2008

² International Civil Aviation Organization, International Standards and recommended practices aerodrome design and operations, Annex 14, Vol. 1, Chapter 6, Visual aids for denoting abstacles

9.3.2 Visualisaties

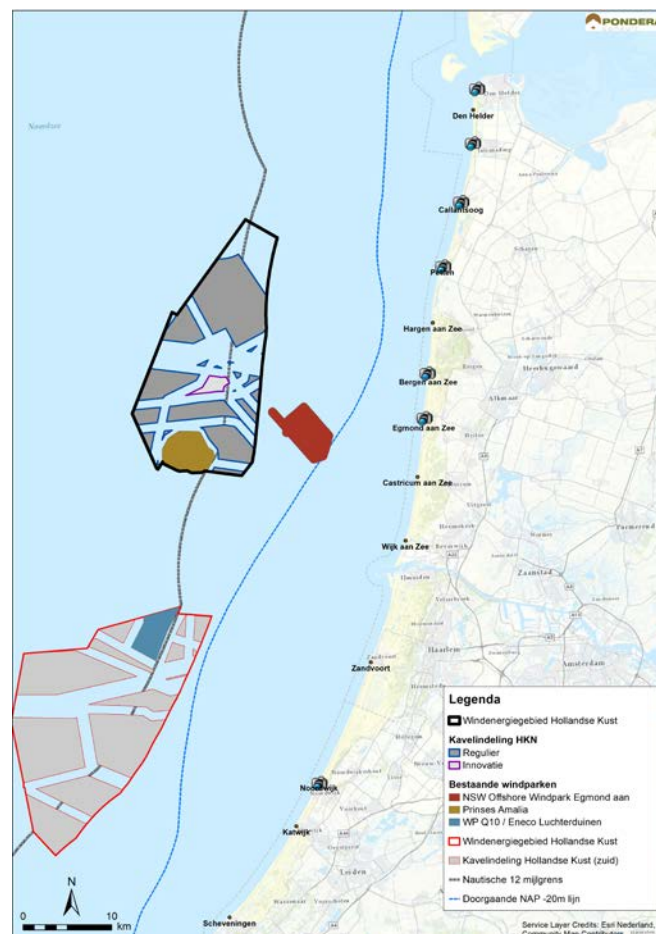
Naast het zichtbaarheidsonderzoek kan door middel van (foto)visualisaties een beeld verkregen worden van de zichtbaarheid van het windpark in kavels V en VI. Voor de opnamen zijn standpunten gekozen van waaruit er (mogelijk) zicht is op het toekomstige windpark. Opnamen zijn gemaakt vanuit een aantal fotostandpunten (zie Figuur 9.1). Er zijn in totaal zeven fotopunten gekozen die representatief zijn voor de strandlocaties in de omgeving.

In de digitale opnamen zijn met fotobewerkingssoftware en 3D-renderingssoftware de windturbines gemonteerd, zodat een realistisch beeld ontstaat van de situatie wanneer het windpark gerealiseerd is. In Bijlage 9 wordt ingegaan op de achtergrond en techniek van de fotovisualisaties. De visualisaties zijn online te vinden via de volgende link:

<http://www.ponderaconsult.com/VIS/kavelV/index.html>

In dit hoofdstuk worden uitsneden van deze visualisaties weergegeven ter indicatie. Voor een goede weergave wordt geadviseerd de visualisaties te bekijken via de genoemde website.

Figuur 9.1 Fotostandpunten



9.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

De eerste windturbines op het NCP zijn in 2006 gebouwd in het Offshore Windpark Egmond aan Zee (10 kilometer uit de kust bij Egmond) en in 2008 in het Prinses Amaliawindpark buiten de 12-mijlszone (voorheen genaamd Q7), 22 kilometer uit de kust bij IJmuiden. In Figuur 9.1 zijn dit de twee noordelijkste bestaande windparken (OWEZ in het rood en Amalia in donkergeel). Offshore Windpark Egmond aan Zee betreft 36 turbines van 3 MW op een ashoogte van 70 meter en het Prinses Amaliawindpark bestaat uit 60 windturbines van 2 MW op een ashoogte van 59 meter.

Daarnaast is windpark Luchterduinen (voorheen Q10), 22 kilometer uit de kust bij Zandvoort gerealiseerd. Het gaat daarbij om 43 turbines van 3 MW op een ashoogte van 81 meter. Luchterduinen is tevens te zien in Figuur 9.1 en ligt binnen het gebied Hollandse Kust (zuid).

Ook Gemini I en II (ZeeEnergie en Buitengaats, 85 kilometer boven de kust van Groningen) is operationeel. Het betreft twee parken van 75 turbines van 4 MW, welke vanwege de afstand tot de kust niet zichtbaar zijn.

Naast de genoemde windparken is de ontwikkeling van het windenergiegebied Borssele en Hollandse Kust (zuid) relevant. In totaal worden er vijf kavels in Borssele uitgegeven voor het plaatsen van windturbines (waaronder één kavel voor het in de praktijk testen van innovaties op het gebied van windturbines) en vier kavels in Hollandse Kust (zuid). Realisatie van deze windparken wordt voorzien uiterlijk in 2020 en 2022.

9.5 Effectbeschrijving

9.5.1 Horizontale beeldhoek

De horizontale beeldhoek is het aantal graden in horizontale zin dat het windpark beslaat in het beeld van de beschouwer, bijvoorbeeld een strandbezoeker. 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. De breedte die het windpark in het beeld van de beschouwer inneemt, is mede bepalend voor de dominantie van het windpark in dat beeld. Dit is tot op een afstand van ongeveer 30 kilometer relevant³. Buiten deze afstand neemt de zichtbaarheid van het windpark dermate af dat de horizontale beeldhoek van het windpark niet meer bepalend is voor de dominantie daarvan in het beeld van de strandbezoeker. Om deze reden zijn zichtlocaties die zuidelijker liggen dan de zichtlocatie in Zandvoort en noordelijker dan Callantssoog niet in deze analyse meegenomen.

Voor het bepalen van het beeld van de strandbezoeker is uitgegaan van de mogelijke vrije horizon, wanneer deze op de grens van land en water staat. Door een cirkel met een straal van 30 kilometer te trekken om het punt van waarneming en deze als het ware af te snijden door de kustlijn, ontstaat het maximaal mogelijk beeld voor een vrije horizon voor de strandbezoeker; het gezichtsveld. In de zichtbaarheidsanalyse (Bijlage 10) is per locatie het aantal graden van dit gezichtsveld bepaald. Vervolgens is onderzocht hoeveel graden van dit beeld wordt ingenomen door het zichtbare windpark, waarna vervolgens een percentage van het totale

³ Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee

beeld is gegeven. Gesteld wordt dat wanneer de horizontale beeldhoek meer dan 50% van het gezichtsveld beslaat, er sprake is van dominantie. De beeldhoeken per locatie zijn weergegeven in Tabel 9.3.

Aanvullend is gekeken naar de dominantie van de windturbines in kavel V en VI bij een gezichtsveld van 120 graden.⁴ Wanneer de dominantie wordt berekend ten opzichte van een gezichtsveld van 120 graden, neemt het percentage van dominantie toe. Alhoewel het fysieke gezichtsveld van een mens 180 graden is en de mogelijk vrije horizon op zee breder is dan 120 graden, kan dit een maatstaf zijn indien de aanschouwer die uitkijkt over zee, de aandacht vestigt op de windparken. Het gezichtsveld wordt als het ware vernauwd. In onderstaande tabel worden daarom de percentages zowel in dominantie bij een gezichtsveld van 120 graden (loodrecht op de kustlijn) als bij het daadwerkelijke gezichtsveld (van meer dan 120 graden) weergegeven.

In deze berekeningen zijn de bestaande windparken Egmond aan Zee, Amalia, Luchterduinen en de nog te bouwen windparken in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) nog niet meegenomen. Deze wordt in paragraaf 9.8 weergegeven als de cumulatieve situatie wordt beschouwd.

Tabel 9.3 Gezichtsveld en horizontale beeldhoek kavel V

Locatie	Gezichtsveld	Beeldhoek Windpark	% van gezichtsveld	% van 120° gezichtsveld
Callantssoog	155°	21°	14%	18%
Petten*	174°	47°	27%	39%
Hargen aan Zee	171°	58°	34%	48%
Bergen aan Zee	170°	57°	34%	48%
Egmond aan Zee	167°	58°	35%	48%
Castricum aan Zee	165°	50°	30%	42%
Wijk aan Zee	142°	42°	30%	35%
Zandvoort	169°	12°	7%	10%

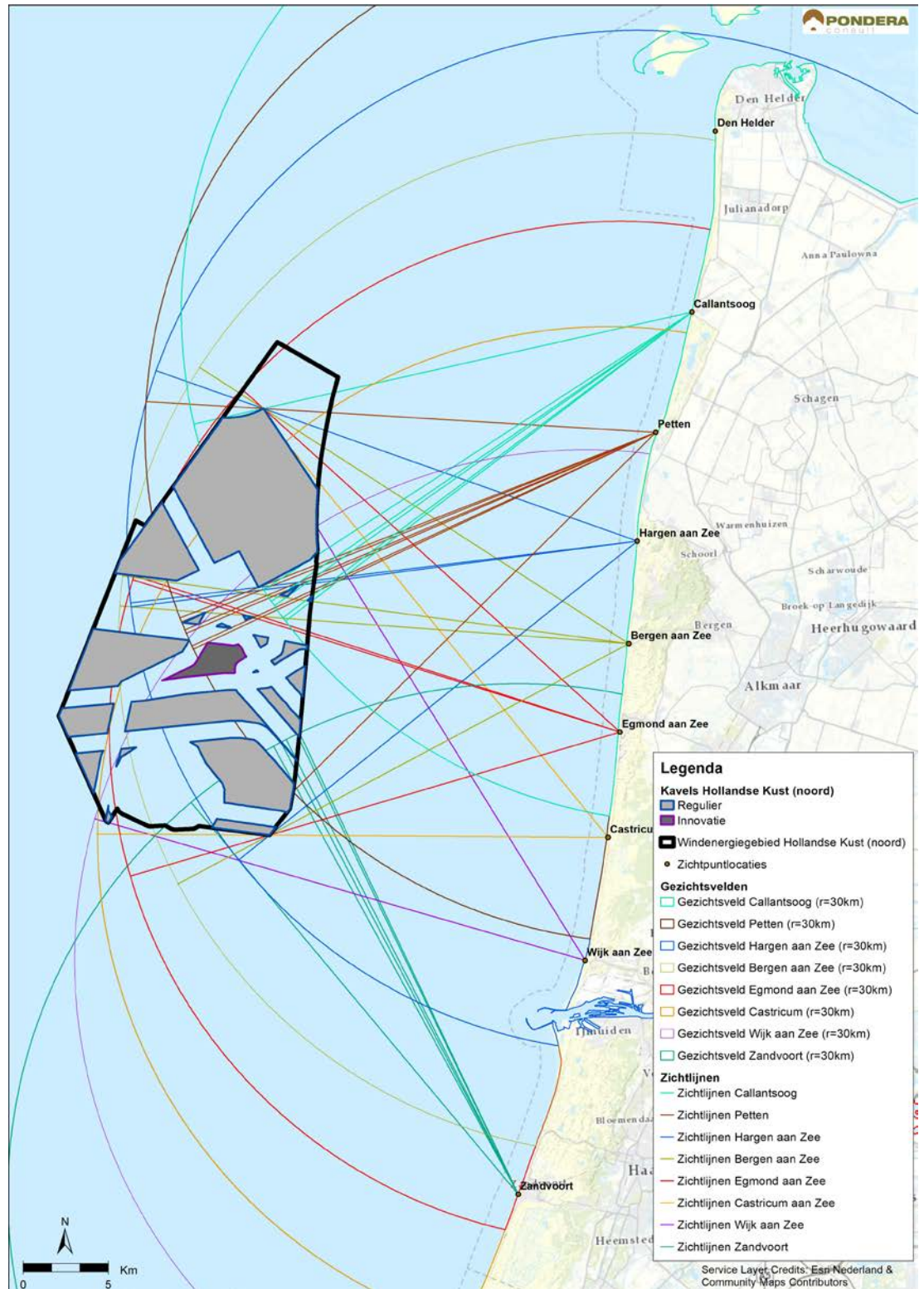
* Resultaten zijn inclusief kavel VI

Bovenstaande tabel geeft de *worst-case* weer van de horizontale beeldhoek. Alternatief I en II zijn op dit aspect niet onderscheidend. Het is worst case doordat het uitgangspunt wordt gehanteerd dat altijd het volledige kavelvlak gevuld wordt en de hoogte van de turbines niet van belang is voor de horizontale beeldhoek.

De horizontale beeldhoeken van kavel V en VI worden weergegeven in Figuur 9.2. In de bijlage van Bijlage 10 zijn voor de zichtpuntlocaties kaarten opgenomen met de horizontale beeldhoeken en de bijbehorende zichtlijnen.

⁴ Advies van de Commissie voor de m.e.r. op de Notitie Reikwijdte en Detailniveau project.nr. 3228

Figuur 9.2 Horizontale beeldhoeken vanaf het strand voor kavel V en VI



9.5.2 Zichtbaarheid overdag

De afstand waarop een object nog kan worden waargenomen wordt het zichtbereik genoemd. Dit bereik hangt van een viertal factoren af:

1. de eigenschappen van het object;
2. de kromming van de aarde;
3. de visus van het menselijk oog;
4. de meteorologische omstandigheden.

De zichtbaarheid van de windturbines in kavels V en VI vanaf de kust is voornamelijk beperkt door de meteorologische omstandigheden. Voor een uitgebreidere effectbeschrijving wordt verwezen naar Bijlage 10.

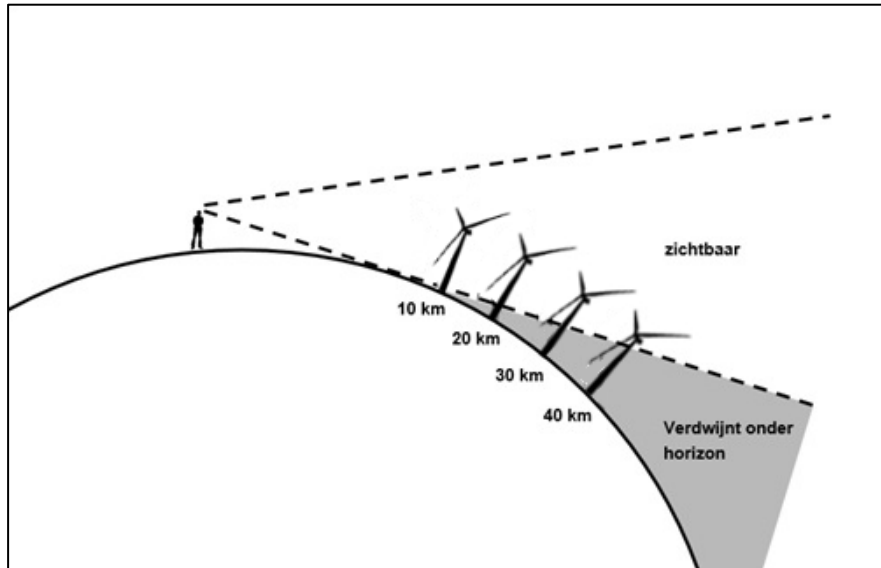
Eigenschappen van het object

Wat betreft de eigenschappen van een windturbine kan gesteld worden dat de hoogte van de turbine en de afmetingen van de turbine-onderdelen bepalend zijn voor de zichtbaarheid van de turbine. De kleur kan ook bepalend zijn in samenspel met de achtergrond, alleen is dit in de praktijk minder bepalend, omdat de turbines voorzien worden van een matte coating in de kleur wit en lichtgrijs (met uitzondering van het eerste stuk dat boven het water (max 15 meter) uitsteekt dat veelal in een opvallende kleur (geel) wordt uitgevoerd conform de richtlijnen van het IALA; dit is echter niet te zien vanaf het strand).

Kromming van de aarde

Door de kromming van de aarde zijn turbines met een tiphoogte van circa 250 meter (overeenkomstig met de maximale tiphoogte van alternatief 2) na 61 kilometer volledig uit het zicht ontnomen. De turbines vallen dan geheel achter de horizon (zie Figuur 9.3 voor een schematische weergave van de kromming van de aarde). Dit wordt ook wel kimduiking genoemd. Bij turbines met een tiphoogte van 250 meter is de afstand 61 kilometer, waarna de turbines volledig uit het zicht verdwijnen. Uitgangspunt hierbij is de ooghoogte van de waarnemer vanaf het strand (1,60 meter). Wanneer de waarnemer zich hoger bevindt, bijvoorbeeld op de top van een duin, dan zijn de genoemde afstanden wanneer turbines achter de horizon verdwijnen enkele kilometers groter. De invloed van ooghoogte op de kimduiking wordt nader beschouwd in Bijlage 10.

Figuur 9.3 Schematische voorstelling kimduiking en windturbines



Visus van het menselijk oog

De visus van het menselijk oog is theoretisch in staat een turbine met een mast van maximaal 10 meter breed nog waar te nemen op een afstand van 100 kilometer (maar dan is de kimduiking beperkend, namelijk 61 kilometer). De theoretische zichtbaarheid van deze turbines kan worden bepaald door te kijken naar de hoogte en de afmetingen van de turbines en dit af te zetten tegen de kimduiking en de prestaties van de visus van het menselijk oog. Deze worden per alternatief weergegeven in Tabel 9.4 en Tabel 9.5. Voor de afmetingen zijn schattingen en extrapolaties gemaakt, op basis van gegevens van bestaande turbines.

Tabel 9.4 Theoretische zichtbaarheid turbine 8 MW (alternatief 1)

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel (m)	Theoretisch zichtbaar tot (km):
Mast (maximale Ø)	8,0	41*
Gondel (hoogte)	8,0	43*
Rotorbladen (max. breedte)	6,0	47*
Rotortip	0,5	5

* Kimduiking is hier leidend, anders was de theoretische zichtbaarheid vanwege de visus van het menselijke oog voor de mast en gondel 80 km en voor de rotorbladen 60 km.

Tabel 9.5 Theoretische zichtbaarheid turbine 10 MW (alternatief 2)

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel (m)	Theoretisch zichtbaar tot (km):
Mast (maximale Ø)	10,0	61*
Gondel (lengte, breedte, hoogte)	10,0	61*
Rotorbladen (max. breedte)	7,3	61*
Rotortip	0,5	5

* Kimduiking is hier leidend, anders was de theoretische zichtbaarheid vanwege de visus van het menselijke oog voor de mast en gondel 100 km en voor de rotorbladen 73 km.

De volledige verdwijnafstand van de turbine door kimduiking is echter verder dan de menselijke visus kan zien, vanwege de hoogte van de verschillende onderdelen, die verschillende afmetingen kennen. Het dikste gedeelte van de turbinebladen is in deze bepalend: een onderdeel dat op een afstand zichtbaar is voordat de totale verdwijnafstand door kimduiking is bereikt. Dit is in Tabel 9.6 weergegeven.

Tabel 9.6 Alternatieven in relatie tot maximale zichtafstand

	Max breedte blad (m)	Hoogte van dikste deel turbineblad (max chord) (m)	Verdwin-afstand door prestatie menselijke visus (km)	Verdwijnafstand kimduiking hoogte onderdeel (km)	Maximale zichtafstand (km)
Alternatief 1	6,0	140	60	47	47
Alternatief 2	7,3	185	73	53	53

Belangrijkste verschil in zichtbaarheid tussen de alternatieven wordt daarmee veroorzaakt door de fysieke afmetingen van de turbines. Dit gaat echter met name een rol spelen op grotere afstanden (>47 km). De onderzochte ondergrens (kleinere turbines) zijn dan niet meer zichtbaar, terwijl de grote turbines wel zichtbaar zullen zijn (tot 53 km)⁵.

Bovenstaande factoren bepalen dus een maximale theoretische zichtafstand, maar in de praktijk zijn de meteorologische omstandigheden maatgevend voor de zichtbaarheid van de windturbines in kavel V en VI.

Meteorologische omstandigheden

Het zicht wordt vaak beperkt door (water)deeltjes in de lucht, die de doorlaatbaarheid van de lucht verminderen en daarmee het zicht verkleinen⁶. Het KNMI berekent uit dagelijkse metingen voor 26 weerstations in Nederland de zichtafstand. In voorgaande zichtbaarheidsanalyses is gewerkt met de gegevens van KNMI stations IJmuiden (225), De Kooy (235), Hoek van Holland (330) en Schiphol (240), aangezien dit de meest dichtbij gelegen stations tot het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) zijn. Deze data worden ook voor kavels V en VI gebruikt. Op basis van deze aanpak kan een vergelijking worden gemaakt tussen de verschillende datasets, waardoor afwijkende gegevens worden opgemerkt. In de volgende tabellen worden de langjarige gemiddelde gegevens van de stations met de minimale percentages (station IJmuiden), maximale percentages (station Schiphol) en gemiddelde percentages (4 stations) weergegeven voor de zomerperiode (mei-september). Ook is het percentage gegeven van de tijd tussen zonsopkomst en zonsondergang.

⁵ Indien de meteorologische omstandigheden het toelaten.

⁶ KNMI (2012)

Tabel 9.7 Minimale langjarige jaarlijkse gemiddelde zichtafstand zomerperiode (01/05 – 01/10), KNMI station IJmuiden (periode 1971-2002)

Zichtafstand	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Percentage van de tijd alleen tussen zonsopkomst en zonsondergang (zomerperiode)
> 5 km	89%	89%
> 10 km	67%	67%
> 20 km	25%	26%
> 30 km	10%	11%

Tabel 9.8 Maximale langjarige jaarlijkse gemiddelde zichtafstand zomerperiode (01/05 – 01/10), KNMI station Schiphol (periode 1955-2018)

Zichtafstand	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Percentage van de tijd alleen tussen zonsopkomst en zonsondergang (zomerperiode)
> 5 km	83%	86%
> 10 km	63%	67%
> 20 km	35%	39%
> 30 km	13%	16%

Tabel 9.9 Gemiddelde van langjarige jaarlijkse gemiddelde zichtafstand zomerperiode (01/05 – 01/10) van 4 KNMI meetstations (overall periode 1955-2018)

Zichtafstand	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Percentage van de tijd alleen tussen zonsopkomst en zonsondergang (zomerperiode)
> 5 km	87%	88%
> 10 km	67%	68%
> 20 km	32%	34%
> 30 km	9%	11%

De percentages voor de zomerperiode en dagperiode (kolom 2 en 3) verschillen, aangezien door de filtering de periode tussen 21:00 - 07:00 uur uit de dataset is verwijderd.

Op basis van Tabel 9.9 kan berekend worden dat 37% van de tijd de meteorologische omstandigheden in de zomerperiode overdag zo zijn dat (een deel van) het windpark zichtbaar is. Dit percentage is van toepassing op een persoon die zich op het dichtstbijzijnde strand bevindt ten opzichte van het windpark (18,7 km, bij Castricum en Egmond aan Zee). Op grotere afstand van het windpark nemen de zichtbaarheidspercentages sterk af. Zo is de zichtbaarheid van kavel V vanuit Hoek van Holland, Scheveningen en Monster-Ter Heijde (op circa 60 km afstand), minder dan 1% van de tijd overdag in de zomer. In Tabel 9.10 wordt het percentage van de tijd dat kavel V van het windpark zichtbaar is vanaf verschillende kustplaatsen weergegeven. In de tabel is tussen haakjes ook het aantal uren/minuten gegeven dat correspondeert met het percentage, waarbij opgemerkt dient te worden dat de waarden in de tabel gemiddelden zijn (het is natuurlijk niet zo dat bijvoorbeeld vanuit Castricum aan Zee het windpark elke dag precies 5 uur en 11 minuten zichtbaar is, gemiddeld over de zomerperiode

zal dit wel het geval zijn). Hierbij moet worden opgemerkt dat afstanden van meer dan 30 kilometer als niet relevant kunnen worden beschouwd (zie paragraaf 9.5.1).

Tabel 9.10 Gemiddelde zichtbaarheid Kavel V in de zomerperiode (mei – oktober) over 4 KNMI Meetstations (overall periode 1955- 2016)

Locatie	Zicht-afstand (km)	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Omgerekend aantal dagen	Percentage van de tijd gedurende de dag (07.00 – 21.00) in de zomerperiode
Hoek van Holland	65,0	0%	0	0% (< 1 min)
Monster – Ter Heijde	59,8	0%	0	0% (< 1 min)
Scheveningen	50,0	0%	1	0% (4 min)
Katwijk	40,1	2%	3	2% (20 min)
Noordwijk	35,7	3%	5	4% (37 min)
Den Helder	31,1	9%	14	11% (1 u 33 min)
Zandvoort	25,7	19%	29	21% (2 u 59 min)
Callantsoog	24,3	19%	30	22% (3 u 03 min)
Petten	20,1	32%	49	34% (4 u 44 min)
Wijk aan Zee	19,5	32%	49	34% (4 u 47 min)
Bergen aan Zee	18,8	35%	53	37% (5 u 11 min)
Hargen aan Zee	18,8	35%	53	37% (5 u 11 min)
Egmond aan Zee	18,8	35%	53	37% (5 u 11 min)
Castricum aan Zee	18,7	35%	53	37% (5 u 11 min)

De cijfers in deze tabel moeten met enige voorzichtigheid worden bekeken. Bij sommige locaties kan een kilometer verschil in afstand tot de kavel een relatief groot verschil maken in het percentage van de tijd dat de kavel zichtbaar is vanaf deze locatie. Dat verschil volgt uit de zichtbaarheidsgegevens die ontleend zijn aan vier verschillende meetstations. De exacte zichtlocaties (en dus de afstand tot de kavel) zijn enigszins arbitrair gekozen en dit kan dus enige invloed hebben op de uiteindelijke zichtbaarheidscijfers.

Naar aanleiding van voorgaande deelanalyses, wordt vervolgens gekeken naar het verschil tussen de onderzochte alternatieven (klein en groot) in turbineafmetingen. Bepaald wordt of deze van elkaar onderscheidend zijn.

Vergelijking alternatieven

In Tabel 9.11 worden de verschillen in theoretische zichtbaarheid tussen de alternatieven weergegeven.

Tabel 9.11 Alternatieven in relatie tot maximale zichtafstand

	Max breedte blad (m)	Hoogte van dikste deel turbineblad (max chord) (m)	Verdwijn-afstand door prestatie menselijke visus (km)	Verdwijnafstand kimduiking hoogte onderdeel (km)	Maximale zichtafstand (km)
Alternatief 1	6,0	140	60	47	47
Alternatief 2	7,3	185	73	53	53

Belangrijkste verschil in zichtbaarheid tussen de alternatieven wordt veroorzaakt door de fysieke afmetingen van de turbines. Dit gaat echter met name een rol spelen op grotere afstanden (> 47 km). De onderzochte ondergrens (kleinste turbines) zijn dan niet meer zichtbaar, terwijl de grote turbines wel zichtbaar zullen zijn (tot 53 km)⁷.

Het verschil in turbine-afmetingen speelt bij het aspect 'meteorologische omstandigheden' geen rol, slechts de afstand tot de kust is leidend. Daarmee zijn alternatieven (kleine en grote turbines) niet onderscheidend. Vanaf het dichtstbijzijnde punt langs de kust (bij Castricum aan Zee en Egmond aan Zee) is windenergiegebied Hollandse Kust (noord) maximaal circa 37% van de tijd tijdens de zomerperiode overdag zichtbaar. De zichtbaarheid neemt sterk af naarmate de afstand tussen de kust en het windenergiegebied toeneemt (dus bij andere kustplaatsen waar de afstand tot de kavels groter is).

De zichtbaarheid is hierboven aangegeven op een kwantitatieve manier. Ook kan de zichtbaarheid worden aangegeven op een kwalitatieve manier. Dit gebeurt in de volgende paragraaf.

9.5.3 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. In nachten met goede meteorologische omstandigheden kan deze verlichting te zien zijn vanaf de kust. Hoe meer turbines worden voorzien van verlichting voor de luchtvaart, hoe zichtbaarder het windpark is. Het alternatief met 95 turbines van 8 MW scoort dan minder goed dan het alternatief met minder turbines (76 turbines van 10 MW).

Ten behoeve van Hollandse Kust (zuid) is er een nachtvisualisatie gemaakt. Deze is te vinden via de volgende link: <http://www.ponderaconsult.com/VIS/kavelV/index.html>. Deze visualisatie geeft tevens een goede indicatie van Hollandse Kust (noord), omdat de afstand tot het windpark identiek is (18,5 km vanaf de kust). Er dient wel rekening te worden gehouden met het feit dat daar 6 MW turbines zijn gevisualiseerd in plaats van 8 MW waardoor er meer, maar iets kleinere turbines, te zien zijn.

Het effect van verlichting kan gemitigeerd worden op basis van recent gepubliceerde 'informatieblad aanduiding offshore windturbines en offshore windparken in relatie tot

⁷ Indien de meteorologische omstandigheden het toelaten.

luchtvaartveiligheid' (versie 3.0, 30 september 2016). Zie hiertoe ook paragraaf 9.9 over mitigerende maatregelen.

9.5.4 Visualisaties

Visualisaties geven een indruk weer van een toekomstige situatie. Dit heeft uiteraard zijn beperkingen, vooral wanneer dit in een figuur in een rapport wordt weergegeven. Er wordt dan ook sterk aangeraden om de visualisaties via onderstaande link te bekijken, in plaats van de illustratieve visualisaties zoals in onderstaande figuren zijn weergegeven. In de volgende twee figuren is een uitsnede opgenomen van de fotovisualisatie voor het alternatief met 8 MW-turbines en met 10 MW-turbines. Voor een goede interpretatie van de visualisaties wordt verwezen naar bijlage 9 en de online visualisaties die beschikbaar zijn via de volgende link:

<http://www.ponderaconsult.com/VIS/kavelV/index.html>

De turbines zijn in de volgende figuren nauwelijks zichtbaar, maar staan tussen de vlaggen en het groene paaltje rechts in beeld in. Op basis van de uitsnede hieronder is dit lastig te zien. De uitsneden hierna zijn ter illustratie opgenomen.

Figuur 9.4 Uitsnede van fotovisualisatie van Hollandse Kust (noord) met 8 MW-turbines vanaf Egmond aan Zee



Figuur 9.5 Uitsnede van fotovisualisatie van Hollandse Kust (noord) met 10 MW-turbines vanaf Egmond aan Zee



Op basis van de visualisaties van windturbines in kavel V en VI is te stellen dat bij goede meteorologische omstandigheden de windturbines duidelijk als kleine objecten aan de horizon zijn te zien. Het verschil tussen het alternatief met 8 MW-turbines en 10 MW-turbines is dat in het alternatief met 8 MW-turbines er meer turbines aan de horizon zijn te zien, maar dat de turbines lager zijn. De 10 MW-turbines zijn groter, maar het zijn er minder in aantal, hetgeen wellicht als een rustiger beeld overkomt. Welk beeld, met 8 of met 10 MW-turbines, de voorkeur geniet of het landschap het minst beïnvloedt, is lastig objectief aan te geven.

9.5.5 Beleving

Passen windturbines in het landschap? Daar denken mensen verschillend over en het is dus in dit MER niet voor iedereen eenduidig aan te geven. Een overzicht geeft Nierman (2010)⁸. Hoewel beleving niet als apart beoordelingscriterium wordt gehanteerd, worden hier toch een paar zaken genoemd die meer duidelijkheid geven over de beleving van de windturbines in Hollandse Kust (noord). Gebruik wordt gemaakt van de Handreiking waardering landschappelijke effecten van windenergie (H+N+S in opdracht van Agentschap NL, 2013), die echter met name ingaat op de landschappelijke effecten van windturbines op land. Voor windturbines op zee zijn de volgende zaken relevant voor de beleving:

- De kust en de zee worden onder andere gewaardeerd om de weidse uitzichten, de rust en de ruimte⁹. Windturbines in zee kunnen ervaren worden als storende elementen, die het weidse uitzicht aantasten en verstorend werken voor de rust en de ruimte. Mensen die de kust en de zee waarderen om de genoemde kwaliteiten, kunnen dus vinden dat windturbines er niet thuishoren.
- Windturbines worden ook geassocieerd met plekken waar het hard waait. De kust en de zee zijn plekken waar het hard waait, omdat deze plekken open zijn. Hoewel de windturbines dus verstorend kunnen werken voor de rust en ruimte, worden ze ook geassocieerd met windrijke locaties zoals de kust en de zee. Er zijn ook mensen die vinden dat windturbines thuishoren bij de kust en de zee, zoals ook de schepen aan de horizon er thuishoren.

⁸ Nierman et al, Beleving en maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee, 2010

⁹ Vries, S. de, Boer, T.A. de, Goossen, C.M., Wulp, N. Y. van der, m.m.v. Dijkstra, H. (2008). De beleving van grote wateren. De invloed van een aantal man-made elementen onderzocht. WOT rapport 64.

- In de genoemde handreiking worden de volgende criteria genoemd bij 'waarneming en beleving':
 - A. Nabijheid en zichtbaarheid vanuit woonbebouwing en belangrijke routes;
 - B. Horizonbeslag / gevoel van insluiting
 - C. Herkenbaarheid van de opstelling (beleefbare interne orde, onderscheid tussen individuele opstellingen)

Ad A: De zichtbaarheid van het windpark heeft aandacht gekregen in paragraaf 9.5.2 en 9.5.3.

Ad B: Het horizonbeslag heeft aandacht gekregen in paragraaf 9.5.1.

Ad C: De herkenbaarheid van de opstelling is vanwege de grote afstand (>18,5 km) minder relevant dan wanneer turbines dichterbij zijn gelegen. De visualisaties geven ook aan dat de turbines op dermate grote afstand staan, dat niet goed is te beoordelen hoe de windturbines ten opzichte van elkaar staan. Het is erg moeilijk om bijvoorbeeld te beoordelen of turbines naast of schuin achter elkaar staan. Op slechts een klein aantal plekken op het strand staan de turbines van bijvoorbeeld Offshore Windpark Egmond aan Zee op één lijn met de waarnemer. Indien de waarnemer slechts een paar stappen opzij zet, dan staan de turbines al niet meer achter elkaar, maar kort naast elkaar en is de structuur van de opstelling minder waarneembaar. Op slechts een beperkt aantal plekken op het strand kan, bij heldere omstandigheden, waargenomen worden hoe de turbines ten opzichte van elkaar staan. Op andere plekken is dat niet mogelijk en dus maakt het voor de beleving van het windpark nagenoeg niet uit hoe de turbines ten opzichte van elkaar staan in kavel V en kavel VI. Uitgangspunt hierbij is dat de turbines per definitie verspreid over de kavels staan (en er dus niet een aanzienlijk deel van de kavels ongebruikt blijft) vanwege de zo hoog mogelijke windopbrengst (en zo min mogelijke onderlinge beïnvloeding).

PlanMER Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust

Ook in het planMER ten behoeve van de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust is aandacht besteed aan de beleving van windparken op zee. Ook hier wordt geconcludeerd op basis van met name De Vries et al. (2008) dat de beleving subjectief is en afhankelijk van de achtergrond van de waarnemer zoals opleidingsniveau, inkomen en houding ten opzichte van duurzame energie. Aangegeven wordt in het planMER dat de grote gemene deler uit het belevingsonderzoek laat zien dat verstoring van het zeelandschap met vaste objecten, zoals windparken of boorplatforms, licht negatief beoordeeld wordt, dat daarbij het eerste versturende object het meest negatief wordt beoordeeld en dat daarna volgende objecten steeds relatief minder negatief beoordeeld worden, en dat een grotere afstand leidt tot een minder negatieve beoordeling. Ook zijn er groepen mensen die met windturbines in het algemeen en met windenergie op zee positieve associaties blijken te hebben.

In het plan-MER is verder het volgende opgenomen over uitgevoerd belevingsonderzoek:

"In enkele onderzoeken is de invloed van aanwezigheid van windturbines op de beleving van het landschap in het algemeen en soms specifiek voor grote wateren onderzocht. Coeterier et al. (1997) in De Vries et al. (2008) toont aan dat de bouw van windturbines op eilanden of kust als storend worden ervaren. Uit kwalitatief onderzoek is naar voren gekomen dat windturbines

vanwege de industriële uitstraling over algemeen negatief worden gewaardeerd (Coeterier & Schöne, 1998a, 1998b, Schöne & Coeterier, 1986, in De Vries et al., 2008, Van der Ploeg & Schöne, 2003 in Wulp, 2009a).

In 2010 heeft Royal HaskoningDHV een literatuuronderzoek uitgevoerd naar de effecten van de aanwezigheid van windparken op recreatie, kusttoerisme en huizenprijzen. Uit dit onderzoek kwamen als belangrijkste elementen voor de beleving van de zee de volgende aspecten naar voren: ruimte en oneindigheid, ongereptheid en natuurlijkheid, rust en eenheid. Een topbeleving aan de kust is op heldere dagen de beleving van de ondergaande zon.

Onderzoek in de VS toont aan dat mensen dominante aanwezigheid van windparken in de kustgebieden negatief waarderen (Kempton et al, 2005 in Ladenburg 2010; Firestone and Kempton, 2007). Daarnaast heeft het landschap zelf invloed. Als men het landschap mooier vindt, is de impact van windturbines en andere technische elementen groter. (Wulp, 2009a,b). Onderzoek van Dalton et al (2008) laat zien dat plaatsing van windturbines op zee op 5 km minder gewaardeerd werd dan op het land. Dit wordt bevestigd in een Duitse en Britse studie in Soerensen et al. in Lakenburg 2010). Uit het onderzoek van Intomart (2008) blijkt dat, voor diegenen die vinden dat de zee geen goede plek is om windturbineparken aan te leggen, de belangrijkste reden is dat een windpark op zee te veel zichtbaar is.

Intomart GfK (2008 en 2015) heeft in de periode 2005 tot en met 2008 een monitoringsonderzoek uitgevoerd naar de publieke opinie rond windturbines op zee. Dit onderzoek is herhaald in 2015 met als doel een indicatie te geven of de beleving en perceptie van de aanwezigheid van het windpark veranderd is of niet. Het onderzoek is gebaseerd op foto's en meerkeuzevragen. Er zijn vier groepen onderscheiden in dit onderzoek: inwoners van kustgemeenten, ondernemers van kustgemeenten, Nederlandse recreanten en Duitse recreanten. In 2015 zijn er minder bewoners en minder recreanten die menen dat een zichtbaar windpark de beleving van de zee en het strand aantast dan in 2008. Circa de helft van de betrokkenen accepteert een zichtbaar windpark op zee, omdat het bijdraagt aan de Nederlandse duurzaamheidsdoelstelling.

Onderzoek geïnitieerd door Stichting Natuur en Milieu (GfK, 2015) onder Duitse toeristen en een studie van ZKA Consultants & Planners uit 2013 laten een overwegend licht negatieve beoordeling zien voor windparken ver uit de kust. Het onderzoek van ZKA laat goed zien dat windparken dichterbij de kust lager scoren in belevingswaarde dan windparken verder weg van de kust.

Naast bovenstaand onderzoek is ook onderzoek beschikbaar waaruit juist een positieve waardering voor windturbines op zee blijkt. Onderzoek naar de acceptatie van windparken aan de oostkust van de VS laat zien dat toeristen windparken op zee op 10 km accepteren en dat het een beperkte negatieve invloed heeft op hun keuze te recreëren op het strand (Lilley et al., 2009).

Uit ander onderzoek in het buitenland (o.a. Zweden en Chili) blijkt dat mensen vinden dat windparken op zee minder visuele en auditieve verstoringen opleveren dan windparken op land (Ladenburg, 2010). In een langlopend onderzoek van Intomart (2008) naar de beleving en acceptatie van een windpark op zee, blijkt dat driekwart van de inwoners, ondernemers en

Nederlandse en Duitse recreanten windmolens op zee accepteren (Intomart, 2008). Ook uit het onderzoek van Ladenburg (2010) onder een gedeelte van de Deense bevolking blijkt dat de houding tegenover windparken op zee over het algemeen positief is.

PBL onderzoek van Wortelboer (PBL, 2009) over de Waddenzee benoemt als positieve aspect dat waarnemers zich bewust worden van de grote afstand waarover kan worden gekeken. Turbines kunnen bijvoorbeeld even op een dag zichtbaar zijn en later weer niet. Dit kan een extra dimensie toevoegen aan de beleving van de kust.”

Verlichting

Zoals eerder beschreven in dit hoofdstuk worden de turbines verlicht met knipperende lichten ten behoeve van scheepvaart- en luchtvaartveiligheid. De beleving 's nachts van de zichtbaarheid van het windpark vanaf de kust kan onder goede meteorologische omstandigheden relatief groot zijn omdat andere elementen in het landschap dan minder opvallen. Het effect van verlichting kan gemitigeerd worden op basis van het “Informatieblad aanduiding offshore windturbines en offshore windparken”, in relatie tot luchtvaart, (versie 3.0, 30 september 2016) zie hiertoe ook paragraaf 9.9 over mitigerende maatregelen.

9.6 Innovatiekavel

Zoals reeds in paragraaf 9.2 is aangegeven zullen de meeste effecten niet anders zijn dan in dit hoofdstuk beschreven indien een deel in kavel V voor innovaties wordt benut, namelijk in kavel VI. Dat heeft als reden dat de bandbreedte van de te plaatsen windturbines niet zal verschillen in het innovatiekavel ten opzichte van kavel V. Wanneer er in het innovatiekavel andere typen turbines worden getest dan de types die in de rest van het windenergiegebied staan, dan is er mogelijk wel een effect op de zichtbaarheid. Zoals vermeld in paragraaf 9.5.2 kan wat betreft de eigenschappen van een windturbine gesteld worden dat de hoogte van de turbine en de afmetingen van de turbine-onderdelen bepalend zijn voor de zichtbaarheid van de turbine. Het is mogelijk dat er in het innovatiekavel turbines komen met een andere afmeting binnen de bandbreedte (dikkere mast en/of turbinebladen bijvoorbeeld). Daarnaast kan de kleur ook bepalend zijn in samenspel met de achtergrond, alleen is dit in de praktijk minder bepalend, omdat de turbines voorzien worden van een matte coating in de kleur wit en lichtgrijs.

Mochten de turbines in het innovatiekavel een andere kleur of andere afmetingen krijgen dan zal deze verandering nauwelijks opvallen. Ten eerste omdat het kleurverschil of verschil in afmeting voor het menselijk oog op een dergelijke afstand van meer dan 20 kilometer nauwelijks waarneembaar is. Ten tweede staat het innovatiekavel achter gebieden van kavel V, wat betekent dat die turbines op het oog tussen andere turbines staan.

Voor de effecten maakt het dus niet uit of een deel van kavel V voor het innovatiekavel (kavel VI) wordt gereserveerd of niet.

9.7 Conclusie

De zichtbaarheid van windturbines in kavel V en VI is kwantitatief weergegeven door het percentage van de tijd dat de meteorologische omstandigheden zodanig zijn, dat het windpark is te zien. Dat is 37% van de tijd gedurende de zomermaanden (1 mei- 30 september) in de

dagperiode, vanaf het dichtstbijzijnde punt op land (Castricum aan Zee en Egmond aan Zee). Buiten deze periode is het zichtbaarheidspercentage lager. Ook is dit percentage lager op andere zichtlocaties, die verder van de kavel zijn gelegen.

Verder geven fotovisualisaties aan dat het windpark, als de meteorologische omstandigheden goed zijn, zichtbaar is. Onderscheid tussen de alternatieven is gering. De grote turbines zijn op een afstand van 47 kilometer of meer nog wel (theoretisch) zichtbaar, de kleine turbines niet meer (vanwege kimduiking). Dit verschil in effect is echter klein.

Op basis van met name De Vries et al. (2008) wordt geconcludeerd dat de beleving subjectief is en afhankelijk van de achtergrond van de waarnemer zoals opleidingsniveau, inkomen en houding ten opzichte van duurzame energie. De grote gemene deler uit het belevingsonderzoek laat zien dat verstoring van het zeelandschap met vaste objecten, zoals windparken of boorplatforms, licht negatief beoordeeld wordt, dat daarbij het eerste versturende object het meest negatief wordt beoordeeld en dat daarna volgende objecten steeds relatief minder negatief beoordeeld worden, en dat een grotere afstand leidt tot een minder negatieve beoordeling. Ook zijn er groepen mensen die met windturbines in het algemeen en met windenergie op zee positieve associaties blijken te hebben.

De verlichting die wordt toegepast op de gondel van de windturbines zorgt ervoor dat het windpark onder goede meteorologische omstandigheden ook 's nachts zichtbaar kan zijn vanaf de kust. Hoe meer windturbines, hoe zichtbaarder in de nacht. Het alternatief met de meeste turbines scoort dan ook minder goed op zichtbaarheid in de nacht dan het alternatief met de minste turbines. Dit effect wordt kleiner als alleen de buitenste turbines verlicht worden (zie het "informatieblad aanduiding offshore windturbines en offshore windparken, in relatie tot luchtvaart" (versie 3.0, 30 september 2016), zie hiertoe ook paragraaf 9.9 over mitigerende maatregelen.

Alternatief 1 (95 x 8 MW) scoort algeheel op het aspect landschap negatief (-) en alternatief 2 (76 x 10 MW) scoort tevens negatief (-).

Tabel 9.12 Beoordeling landschap

Aspecten	Beoordeling	
	8 MW	10 MW
Zichtbaarheid in percentage van de tijd Interpretatie zichtbaarheid aan de hand van visualisaties	-	-

9.8 Cumulatie

Naast windenergiegebied Hollands Kust (noord) zal ook windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden gerealiseerd. De kavels van dit windenergiegebied bepalen dan mede de horizontale beeldhoek. Ook bepalen de bestaande windparken de beeldhoeken vanaf een aantal kustlocaties (de horizontale beeldhoek heeft alleen invloed op het beeld van de kustbezoeker wanneer objecten tot op 30 kilometer gelegen). Zo is voor alle onderstaande kustlocaties in cumulatie rekening gehouden met de windparken Luchterduinen, Prinses Amalia

en OWEZ binnen een afstand van 30 kilometer. In Tabel 9.13 worden de cumulatieve horizontale beeldhoeken weergegeven (zie tevens bijlage 10).

Tabel 9.13 Horizontale beeldhoek Kavel V inclusief bestaande windparken (BWP) en Hollandse Kust (zuid) (HKZ)

Locatie	Beeldhoek Windpark		% van gezichtsveld		% van 120° zichtveld
	Kavel V	Kavel V + BWP & HKZ	Kavel V	Kavel V + BWP & HKZ	Kavel V + BWP & HKZ
Callantssoog	21°	30°	14%	19%	25%
Petten*	47°	61°	27%	35%	51%
Hargen aan Zee	58°	71°	34%	42%	59%
Bergen aan Zee	57°	67°	34%	39%	56%
Egmond aan Zee	58°	62°	35%	37%	52%
Castricum aan Zee	50°	54°	30%	33%	45%
Wijk aan Zee	42°	55°	30%	39%	46%
Zandvoort	12°	71°	7%	42%	59%

* Resultaten zijn inclusief kavel VI

De horizontale beeldhoek van alleen kavels V en VI is conform Tabel 9.13 maximaal 58° of 34-35% van het gezichtsveld (Hargen en Egmond aan Zee). Met de kavels van Hollandse Kust (zuid), Luchterduinen, Prinses Amaliawindpark en OWEZ erbij neemt de horizontale beeldhoek en percentage van het gezichtsveld in bijvoorbeeld Hargen aan Zee toe naar 71° en 42%. Vanuit Zandvoort neemt de horizontale beeldhoek na cumulatie het meest toe. Wanneer er rekening wordt gehouden met de andere windparken is de totale beeldhoek vanaf Zandvoort 71° (42% van de totale beeldhoek) terwijl dit 12° (7% van de totale beeldhoek) was zonder de andere windparken. Op alle andere kustlocaties is de toename van de horizontale beeldhoek als gevolg van de genoemde windparken minder groot. Wanneer de cumulatieve beeldhoek wordt bepaald ten opzichte van een gezichtsveld van 120° zijn de windparken vanaf de zichtlocaties Petten, Hargen aan Zee, Bergen aan Zee, Egmond aan Zee en Zandvoort dominant, wat betekent dat er meer dan 50% van het windpark in het zichtveld ligt.

De afstand tot de kust van de windturbines in kavel V en VI is over het algemeen dermate groot, dat de meteorologische omstandigheden de zichtbaarheid van de windturbines beperken. De kortste afstand tussen de windturbines op zee en het strand bedraagt circa 18,5 kilometer. Op deze afstand is een windpark in de zomerperiode gemiddeld overdag 37% van de tijd zichtbaar. Op kustlocaties die verder van kavel V en VI zijn gelegen is dit percentage van de tijd minder. Naast windparken zijn ook tal van schepen zichtbaar aan de horizon.

Tevens zijn er in het kader van het planMER ten behoeve van de Rijksstructuurvisie Aanvulling Hollandse Kust visualisaties gemaakt. Deze zijn te vinden via de volgende link:

<http://windmolensopzee.noordzeeloket.nl/>

Deze visualisaties geven een beeld van de situatie wanneer meer kavels in windenergiegebied Hollandse Kust worden ontwikkeld en turbines tot op 18,5 kilometer vanaf de kust worden gerealiseerd. De visualisaties zijn opgenomen in een viewer die werkt met een digitale 3D

maquette, waardoor meerdere instellingen gevarieerd kunnen worden zoals tijdstip van de dag en zichtsituatie. In de viewer zijn andere opstellingen zichtbaar dan in de fotovisualisaties voor specifiek dit MER. In de viewer worden varianten met 4 en 8 MW-turbines getoond. De visualisaties die zijn gemaakt ten behoeve van dit MER voor kavel V en VI betreffen echte foto's en geven daardoor een ander (realistischer) beeld dan de viewer.

9.9 Mitigerende maatregelen

Een lijnopstelling, haaks op de kust gesitueerd, leidt tot een afname van de zichtbaarheid (beeldhoek) vanaf één exacte locatie aan de kust, maar niet tot een afname voor andere locaties. Een dergelijke lijnopstelling leidt dan ook niet tot een werkelijke vermindering van de zichtbaarheid van het windpark op zee. Daarnaast is het niet realistisch om één lijnopstelling haaks op de kust te realiseren, aangezien de doelstelling voor het gebied noopt tot het gebruiken van de hele kavel voor windenergie en niet slechts één lijn met turbines.

Een andere effen kleurstelling leidt ook niet direct tot een minder grote zichtbaarheid, aangezien de turbines reeds worden uitgevoerd met een matte coating en effen kleur die vaak wegvalt tegen de (veelal grijze) achtergrond. Wanneer de kleur van de turbines lichter is dan de achtergrond, bijvoorbeeld bij donkere stormachtige wolkenluchten, dan zijn de turbines wel zichtbaarder. Er bestaat echter geen effen kleurstelling die bij alle omstandigheden zorgt voor de minste zichtbaarheid. Uit een belevingsonderzoek van Motivaction¹⁰ uit 2017 blijkt dat de meeste proefpersonen de voorkeur geven aan plaatsing van witte turbines in de Noordzee. Weersomstandigheden hebben echter een grote invloed op de voorkeur, aangezien men bij zonnig weer het liefst een grijze turbine geplaatst zien en het minst graag een witte. Bij bewolkt weer is het precies andersom. In een grootschaliger, kwantitatief vervolgonderzoek (met een grotere steekproef die representatief voor de Nederlands bevolking) van Motivaction¹¹ is de zichtbaarheid van de grijze en witte windturbines nogmaals onderzocht. Uit dit onderzoek blijkt dat een scenario met een windpark van enkel grijze turbines over het algemeen beter gewaardeerd wordt door Nederlanders dan scenario's met witte of gemengde windparken. Ook hier spelen weersomstandigheden een grote rol. In het onderzoek wordt geconcludeerd dat het grijze park meer gewaardeerd wordt bij zonnig weer en het witte park bij bewolkt weer. Overwogen kan worden om voor de windturbines kleur RAL7035 (grijs) voor te schrijven.

Een maatregel die in het planMER ten behoeve van de Rijksstructuurvisie Aanvulling Hollandse Kust wordt genoemd is het aanbrengen van verticale kleurbanen op de turbines. Deze kleurbanen breken de turbine als het ware op in smallere delen. Het is voor het menselijke oog moeilijker om deze smallere delen op afstand te zien als één geheel, daardoor is het moeilijker om de turbines op afstand waar te nemen. Verticale kleurbanen helpen waarschijnlijk niet wanneer windturbines vanaf de achterzijde door de zon belicht zijn. Bovendien is het de vraag of het onderscheid in kleur op deze grote afstanden inderdaad effect sorteert. Verticale kleurbanen zijn daarnaast technisch gezien lastig uitvoerbaar, vanwege de verschillen in temperatuur van het materiaal door de verschillende kleurbanen.

Een andere maatregel die in het planMER ten behoeve van de Rijksstructuurvisie Aanvulling Hollandse Kust wordt genoemd is om bij de keuze van het type turbine te kiezen voor zo groot

¹⁰ Motivaction. Belevingsonderzoek camouflage windturbines, in opdracht van RVO 28-03-2017.

¹¹ Motivaction. Zichtbaarheid en aantrekkelijkheid van windparken op zee, in opdracht van RVO 07-09-2017.

mogelijke turbines, zodat een kleiner aantal kan worden geplaatst. Dat geeft een rustiger beeld aan de horizon. De windturbines zullen echter nog steeds zichtbaar (kunnen) zijn aan de horizon.

Nog een andere maatregel die in het planMER ten behoeve van de Rijksstructuurvisie Aanvulling Hollandse Kust wordt genoemd is het geven van informatie over het wat, hoe en waarom van de windparken, zodat de waarnemer begrip heeft van de noodzaak van het windpark. Het zal de situatie betekenisvoller maken voor de waarnemer en daarmee de acceptatie vergroten.

Om de zichtbaarheid vanwege de verlichting te beperken zijn er hoofdzakelijk drie technische mogelijkheden:

1. Alleen de buitenste ring van turbines van het windpark van verlichting te voorzien (waarbij wordt voldaan aan het informatieblad).
2. Met behulp van zichtbaarheidsmeters kan de verlichting gedimd worden wanneer de zichtomstandigheden goed zijn, dan behoeft de verlichting niet altijd voluit te branden.
3. Met behulp van radardetectie kan de verlichting worden ingeschakeld wanneer luchtvaartverkeer zich binnen een bepaalde zone van het windpark begeeft.

Deze maatregelen worden nog niet op grote schaal toegepast. Echter is sinds het "informatieblad aanduiding offshore windturbines en offshore windparken" (versie 3.0, 30 september 2016), duidelijke richtlijnen omtrent het dimmen van de obstakelverlichting. Deze publicatie maakt het (onder andere) mogelijk om de windturbines van een vastbrandend obstakel-verlichting te voorzien met een lagere piek-intensiteit (maximaal 500 candela). Aangezien dit een rustiger beeld geeft vanwege het ontbrekend van lichtflitsen, wordt dit als positiever gewaardeerd. Het gebruik van radar voor het 'aan laten springen' van de verlichting betekent dat er wordt afgeweken van dit informatieblad. Dit kan alleen met toestemming van de Inspectie Leefomgeving en Transport. Door middel van een aeronautische studie kan onderzocht worden in hoeverre deze maatregel toegepast kan worden. Ook het kostenaspect kan van belang zijn voor de haalbaarheid van deze maatregelen.

Een laatste mitigerende maatregel is rekening houden met de manier waarop de windturbines zijn opgesteld in de deelgebieden van de kavels. Wanneer niet het volledig kavel met alle deelgebieden benut wordt, maar er grote ruimtes zijn tussen verschillende windturbine clusters, dan kan dit de totale horizontale beeldhoek, dus ervaring van het windpark, positief beïnvloeden.

9.10 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 (noord) reeds rekening is gehouden met ander gebruik in de omgeving, is de beïnvloeding door het windpark van ander gebruik op 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;
- schelpdierweek;
- windparken.

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

In kavel V en kavel VI worden windturbines met een totale maximale capaciteit van 760 MW gebouwd. Omdat kavel VI (innovatiekavel) middenin het windenergiegebied ligt en omringt is door percelen die bij kavel V horen, zullen de effecten van de verschillende kavels niet onderscheidend zijn. De bandbreedte van te plaatsen windturbines zal ook niet verschillen in het innovatiekavel ten opzichte van kavel V, waardoor er geen andere effecten van kavel VI te verwachten zijn. In dit hoofdstuk wordt derhalve verder geen onderscheid gemaakt in kavel V en VI. Het hoofdstuk beschouwt de effecten van windturbines in kavel V, waarbij het dus voor de effecten niet uitmaakt of een deel van kavel V voor het innovatiekavel (kavel VI) wordt gereserveerd of niet.

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 visserij en zandwinning; binnen het windpark zijn deze functies niet toegestaan. Waar de inrichting van het windpark wel een rol speelt (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 (95 of 76 turbines per kavel), de tiphoogte (189 of 251 m) en de totaal oppervlakte van de turbines plus erosiebescherming (0 - 859.540 m², zie Tabel 5.2, en ook hoofdstuk 5).

Tabel 10.1 Totaal oppervlak fundering en erosiebescherming (hele windpark). Onderstaande afmetingen zijn indicatief bedoeld en kunnen projectspecifiek afwijken.

Type fundering	Oppervlakte fundering (m ²)*	Oppervlakte erosiebescherming (m ²)*	Totaal oppervlak (m ²)*
Jacket Ø 2,5 m (8 MW)	1.865	44.768	46.633
Jacket Ø 3,5 m (10 MW)	2.925	70.196	73.121
Monopile Ø 8,0 m (8 MW)	4.775	38.202	42.977
Monopile Ø 10,0 m (10 MW)	5.969	47.752	53.721
Tripod Ø 3,0 m (8 MW)	2.015	48.349	50.364
Tripod Ø 4,0 m (10 MW)	2.865	68.763	71.628
Suction bucket Ø 17,5 m (8 MW)	22.850	0	22.850
Suction bucket Ø 20,0 m (10 MW)	23.876	0	23.876
Gravity Based Fundatie Ø 35,0 m (8 MW)	91.401	731.206	82.2606
Gravity Based Fundatie Ø 40,0 m (10 MW)	95.504	764.035	859.540

*Weergegeven zijn de totaaloppervlaktes van een park met 95 x 8 MW turbines of 76 x 10 MW turbines.

Te beschouwen alternatieven

Alternatief 1: 95 x 8 MW windturbines (tiphoogte 189 meter) op een suction bucket met een doorsnede van 15 meter.

Alternatief 2: 76 x 10 MW windturbines (tiphoogte 251 meter) op een Gravity Based fundatie met een doorsnede van 40 meter ter plaatse van de zeebodem. Hierbij wordt gerekend met een erosiebescherming van drie maal de diameter.

Bij de 8 MW en 10 MW windturbine is uitgegaan van respectievelijk een suction bucket en een Gravity Based fundatie, omdat deze fundaties het kleinste en grootste oppervlak aan erosiebescherming hebben.

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 militaire luchtvaart
	Interferentie Kustwacht
	Interferentie helikopterverkeer
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 kabelverbindingen
	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
Schelpdierkweek	Beperkingen schelpdierkweek
Windparken	Beïnvloeding windparken

Nu volgt per aspect de huidige situatie en autonome ontwikkeling én direct ook de effectbeschrijving.

10.4 Visserij

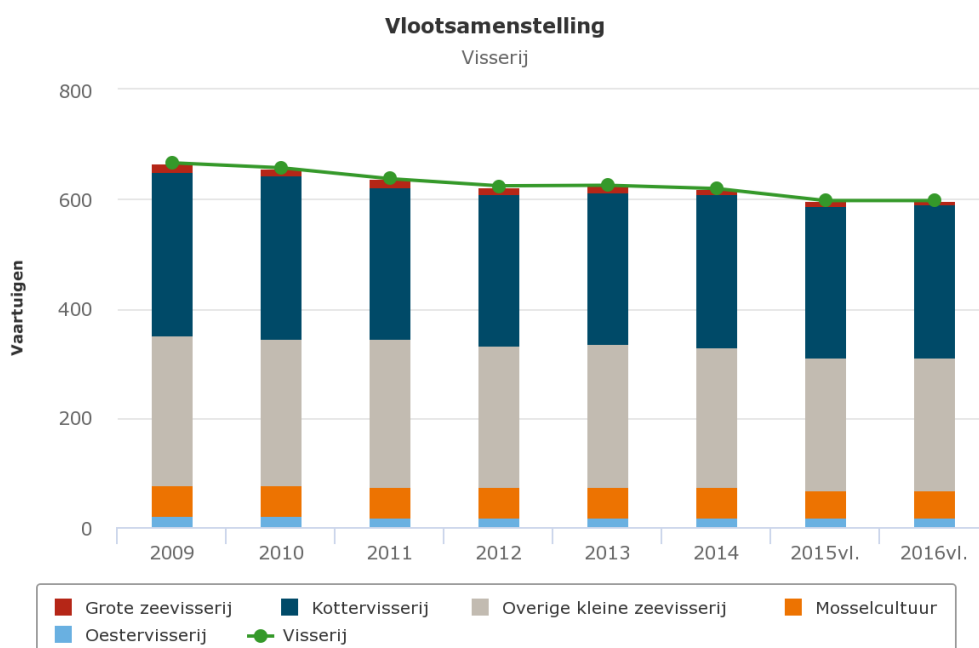
10.4.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Visserij

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 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 zien¹². Het aantal actieve visserijvaartuigen is tussen 2012 en 2016 met 4% gedaald van 624 tot 597 vaartuigen. De omvang van alle andere onderdelen van de Nederlandse vloot bleef nagenoeg onveranderd. In de kottervisserij waren gemiddeld tussen 275 en 280 kotters actief in de afgelopen jaren (peildatum vloot 31 december 2016). In 2017 is het aantal actieve kotters licht toegenomen. Goede resultaten van de afgelopen jaren en ruimte in de visquota zijn belangrijke oorzaken voor de toename.

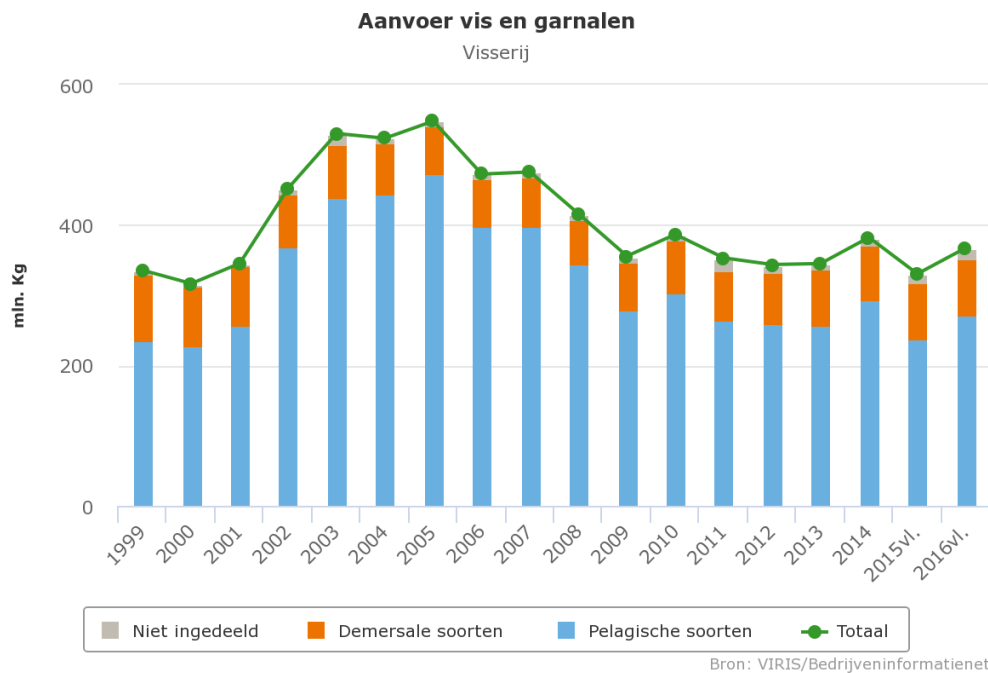
Figuur 10.1 Nederlandse vlootsamenstelling (Bron: Wageningen University, 2018¹²)



In de volgende figuur is de aanvoer van vis en garnalen weergegeven¹². Schol, garnalen en tong zijn de meest aangevoerde vissoorten. Het aandeel niet-bodemgebonden (pelagische) vis is in de afgelopen jaren afgenomen, van 79% van het totaal in 2010 tot 74% van het totaal in 2016.

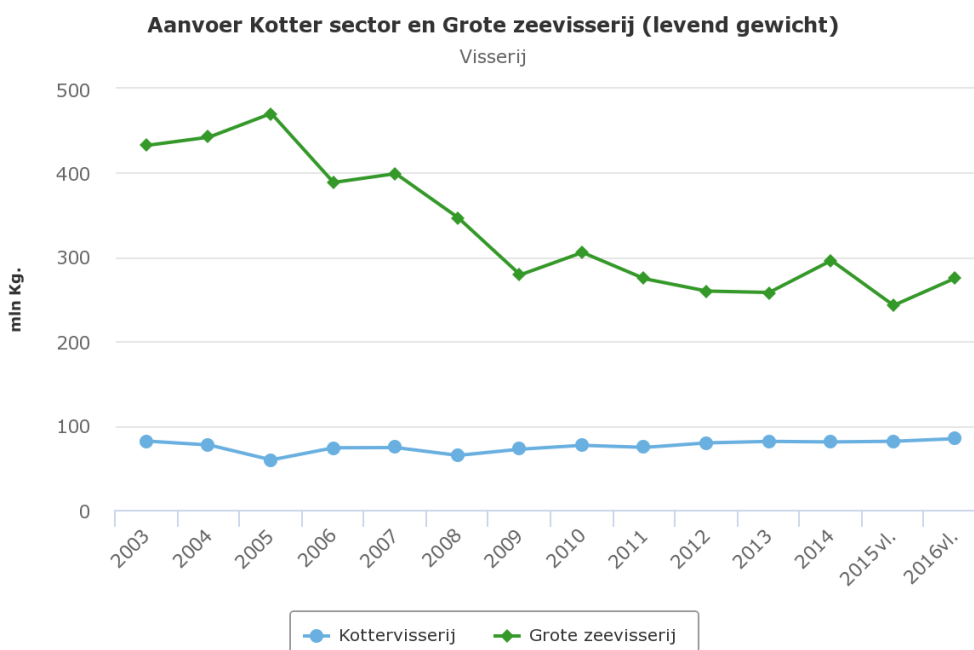
¹² Wageningen University (2017), <http://www.agrimatie.nl/PublicatiePage.aspx?subpubID=2526&themaID=2286&indicatorID=2880§orID=2860>, bron geraadpleegd in februari 2018.

Figuur 10.2 Aanvoer van vis en garnalen (Bron: Wageningen University, 2018¹²)



De aanvoer van diepgevroren en verpakte vis door de grote zeevisserij is tussen 2010 en 2016 afgenomen, van 306 miljoen kg naar 275 miljoen kg in 2016 (Figuur 10.3). De belangrijkste pelagische vissoorten die in 2016 aangevoerd zijn, zijn haring, blauwe wijting, sardine en horsmakreel. De belangrijkste bodemgebonden (demersale) vissoorten die in 2016 aangevoerd zijn, zijn schol, tong, tarbot, griet, garnalen en langoustines. De aanvoer van de kottersector schommelt de laatste jaren rond de 80 miljoen kg (Figuur 10.3)¹².

Figuur 10.3 Aanvoer Kotter en Grote zeevisserij (Bron: Wageningen University, 2018¹²)

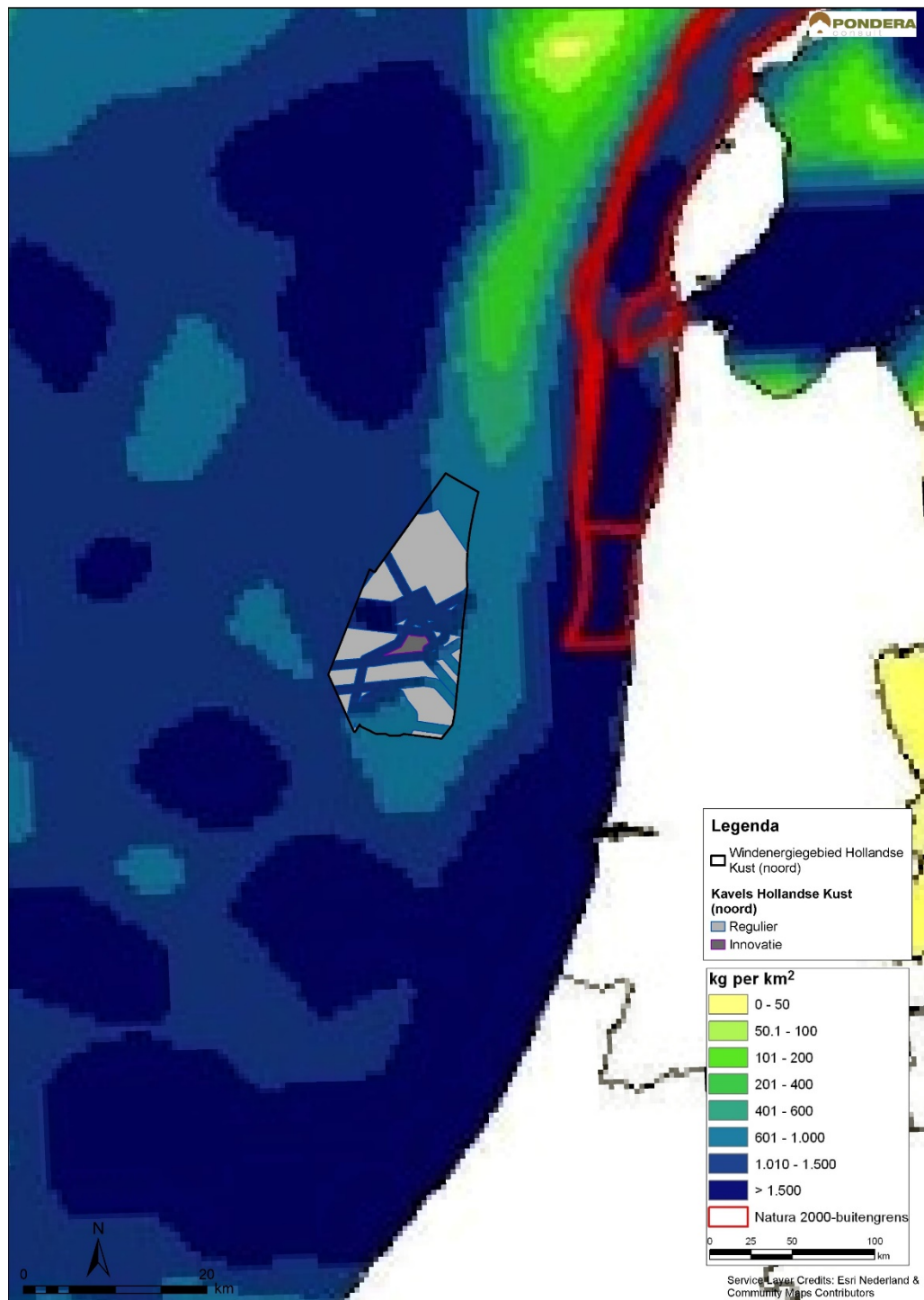


De praktijk is dat in beginsel overal gevist wordt, behalve daar waar het verboden is in verband met de ruimtelijke scheiding met andere functies, bijvoorbeeld in de buurt van platforms en windparken op zee en in opgroeigebieden van jonge vis. Ook is de visserij in delen van Natura 2000-gebieden verboden voor (bodemberoerende) visserij (VIBEG-akkoord¹³). Onderdeel hiervan is dat activiteiten van nationaal belang voorrang hebben zoals scheepvaart, olie- en gaswinning, CO₂-opslag, opwekking van duurzame (wind)energie, zandwinning- en suppletie en defensie (Beleidsnota Noordzee 2016-2021).

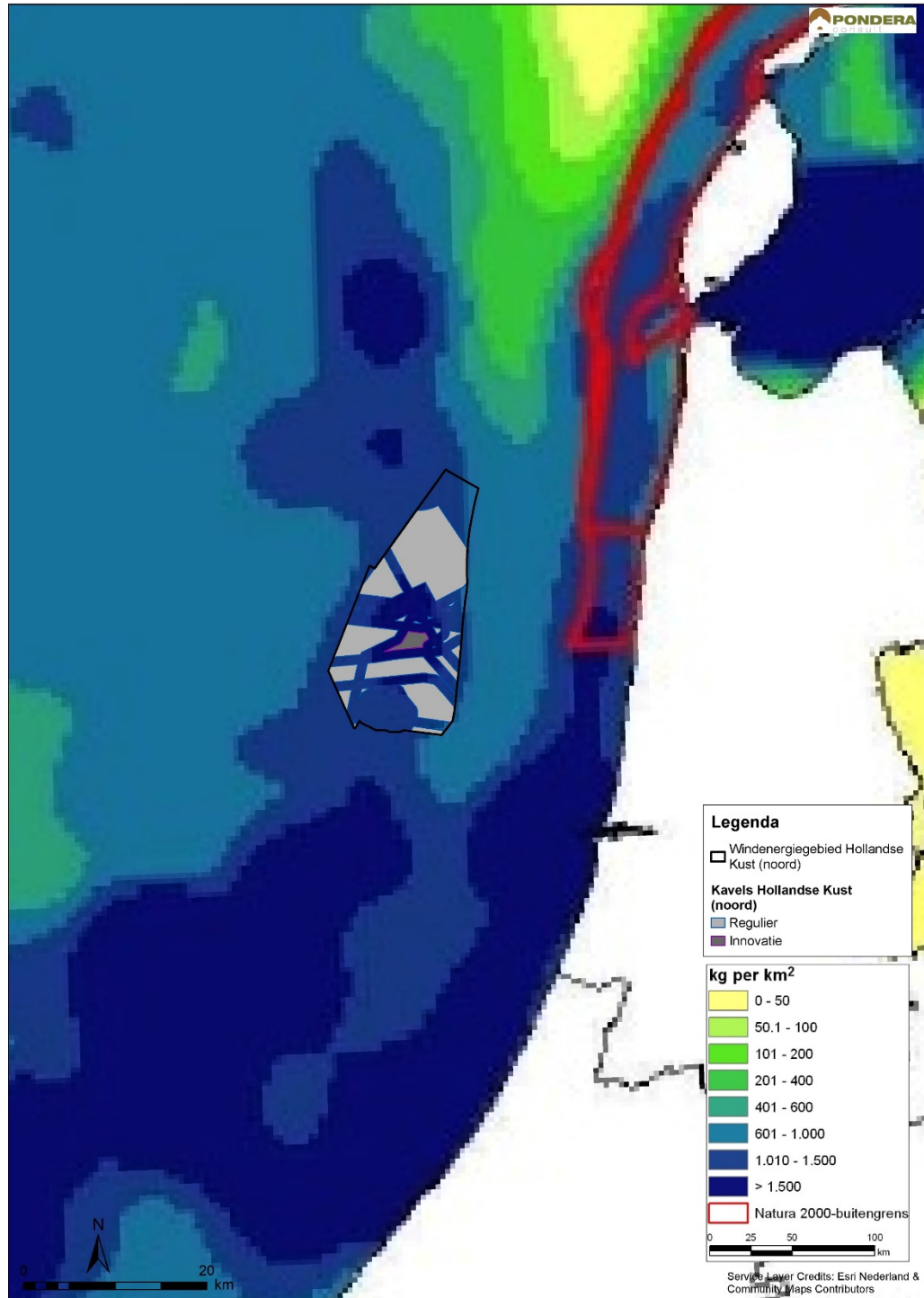
De vangstopbrengst in 2006, 2007 en 2008 in en rondom windenergiegebied Hollandse Kust (noord) is weergegeven in Figuur 10.4, Figuur 10.5 en Figuur 10.6. Alhoewel de figuur enigszins is gedateerd, geeft dit een indicatie van waar de meeste vangsten in en rondom het gebied historisch zijn gedaan. Hieruit blijkt dat kavels V en VI in een gebied liggen met een relatief hoge vangstopbrengst: tussen de 600 en 1500 (of meer) kg/km² in die jaren. Alle kavels bij elkaar opgeteld beslaan een oppervlakte van maximaal circa 131 km². Bij een opbrengst van gemiddeld ca. 1.000 kg/km² is de visopbrengst in deze kavels circa 131.000 kg/jaar.

¹³ 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>.

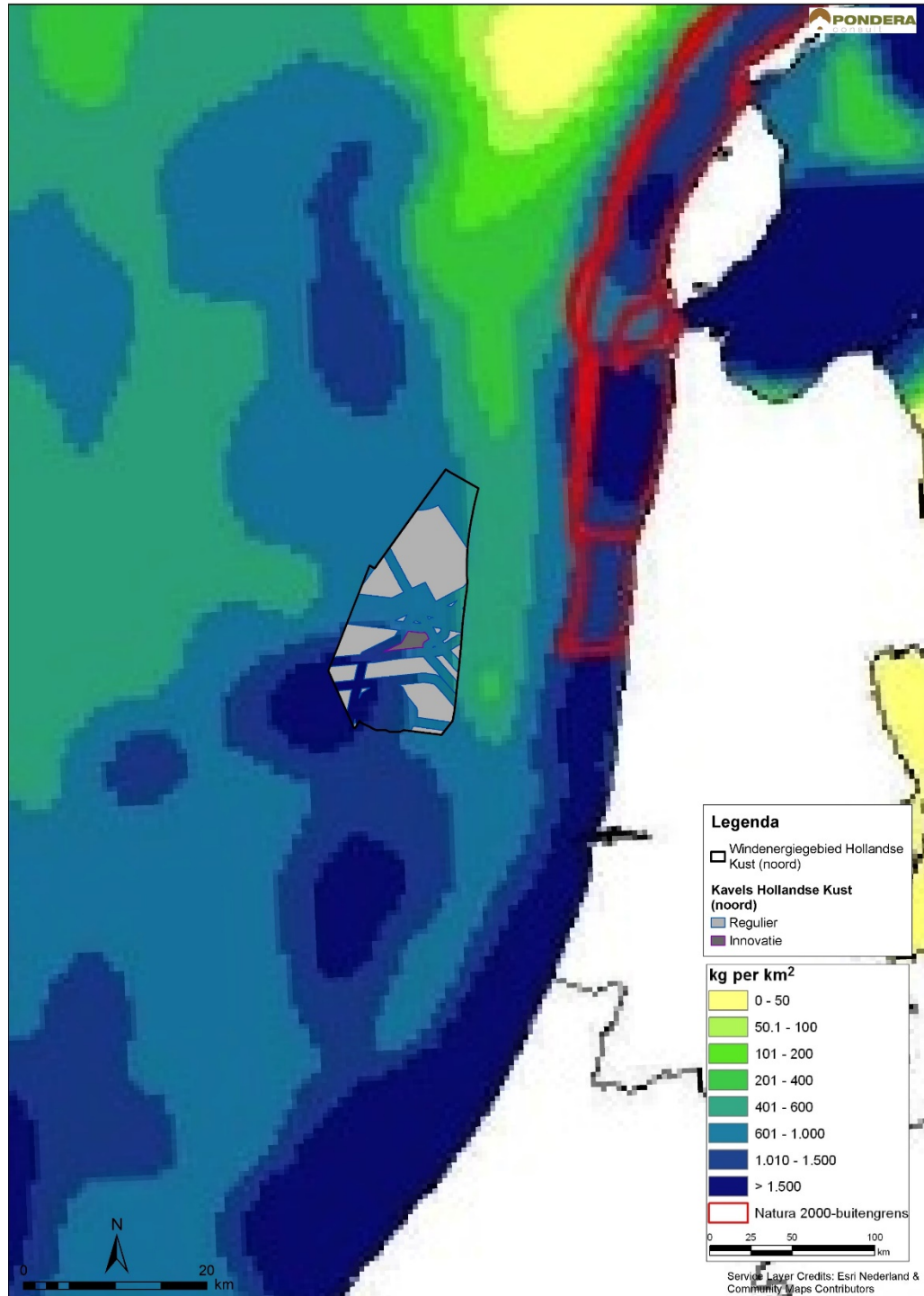
Figuur 10.4 Vangst visserij per km² in de omgeving van windenergiegebied Hollandse Kust (noord)
(peildatum 2006) Bron: LEI, Wageningen UR 2010



Figuur 10.5 Vangst visserij per km² in de omgeving van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (peildatum 2007) Bron: LEI, Wageningen UR 2010



Figuur 10.6 Vangst visserij per km² in de omgeving van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (peildatum 2008) Bron: LEI, Wageningen UR 2010



Aquacultuur

Naast visserij vindt er tevens kweek van aquacultuur plaats op de Noordzee, zij het veelal nog in 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 alleen voor de kust van Scheveningen een project in uitvoering. Dit aspect wordt daarom verder niet meegenomen in de effectbeoordelingen.

Autonome ontwikkeling

Ten aanzien van de visserij zijn de autonome ontwikkelingen van andere windparken op zee, zoals Borssele en Hollandse Kust (zuid) 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 worden beschreven in het paragraaf 10.19.

Wat betreft aquacultuur zijn er ontwikkelingen in de vorm van pilots. Deze ontwikkelingen bevinden zich echter nog in de planfase zonder planning of uitzicht op realisatie (Zeeboerderij IJmond) 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.

Nieuwe (duurzame) vistechnieken

De visserijsector in Nederland bevindt zich in een transitieproces, waaronder het gebruik van meer duurzame vismethoden. De 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 bijvangst verminderen. Lichtere vistuigen leiden tot forse besparingen op het brandstofverbruik. Ook met de trawlvisserij (twinrig, quadrig en outrig) en de ankerzegenvisserij zijn voordelen te behalen ten opzichte van de reguliere kottervisserij die vooral gebruik maakt van de traditionele boomkor met wekkerkettingen.

10.4.2 Effectbeschrijving

Per 1 mei 2018 zijn de drie 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);
- Verbinding met de bodem is verboden (geen ankers en sleepnetten, ofwel bodemberoerende visserij);
- Vistuig moet volledig boven de waterlijn te zien zijn.

Zoals blijkt uit Figuur 10.4, Figuur 10.5 en Figuur 10.6 is het gebied waar Hollandse Kust (noord) is gepland historisch gezien een plek waar veel vis is gevangen (circa 131.000 kg/jaar). Het ruimtebeslag van Hollandse Kust (noord) ten opzichte van het totale NCP is echter zeer gering. De oppervlakte van kavel V en VI zal, exclusief de onderhoudszones van de kabels en

leidingen die deze kavel doorsnijden, circa 131 km² moeten worden. Dit betekent dat, gezien de grootte van het NCP (57.000 km²), kwantitatief 0,23% (uitgaande van 131 km²) van het op het NCP verloren gaat voor boten die groter zijn dan 24 meter en bodemberoerende visserij. Het totale bevisbare oppervlak op het NCP is echter kleiner dan 57.000 km², aangezien niet alle ruimte beschikbaar is. Zo is het verboden om te vissen binnen een afstand van 500 meter van mijnbouwplatforms, boven munitiestortgebieden en in bepaalde delen van Natura 2000-gebieden.

Het verlies aan visgronden zal 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 beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud

De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windpark hebben geen gevolgen voor de visserij, omdat deze activiteiten zich binnen het gesloten gebied afspelen. De tijdelijke toename van scheepsbewegingen tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering zijn ten opzichte van de normale scheepsvaart zeer klein, de visserij wordt hierdoor niet belemmerd. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

10.5 Olie- en gaswinning

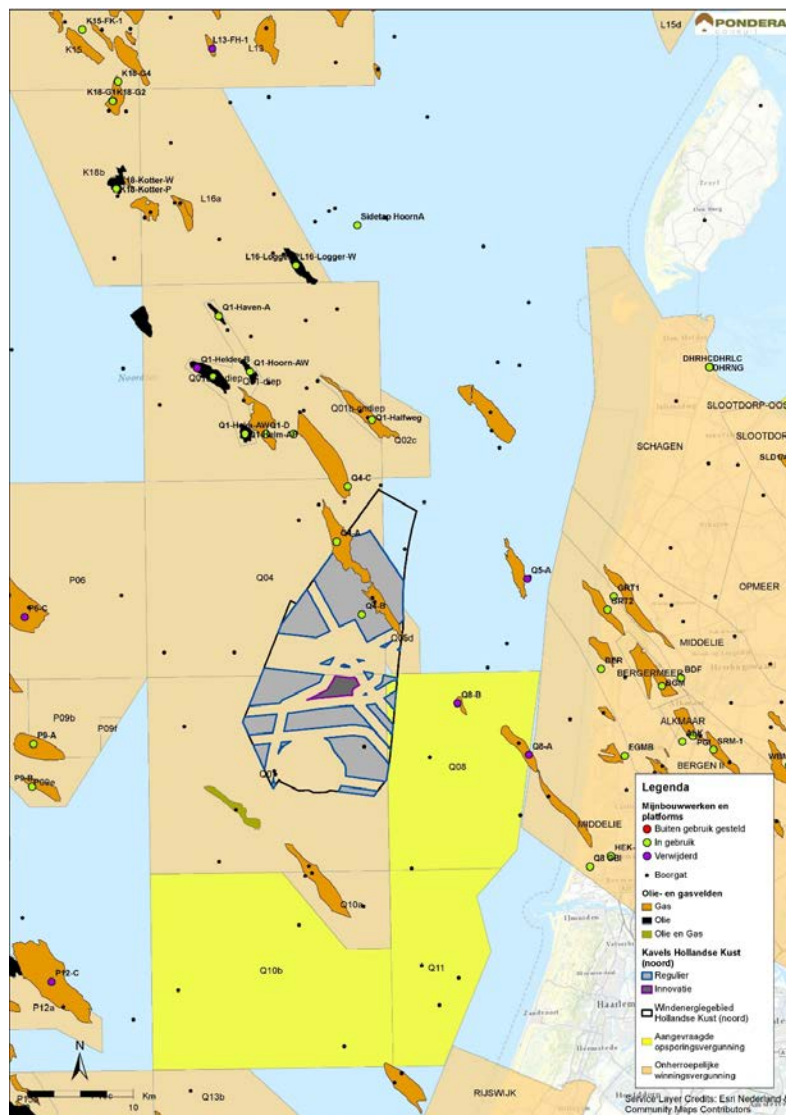
10.5.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) zijn verschillende vergunningen afgegeven voor de winning van delfstoffen. Het betreft één opsporingsvergunning en drie winningsvergunningen (zie Tabel 10.3 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 en in de directe omgeving van het windenergiegebied olie- en gasvelden aanwezig. In het noordelijke deel van het windenergiegebied ligt het nog in gebruik zijnde platform Q04-B en ten noordwesten net buiten de grens van het gebied ligt het nog in gebruik zijnde productieplatform Q04-A. Iets verder noordwestelijk ligt het platform Q04-C. De vliegbewegingen van helikopters van en naar de mijnbouwwerken (olie- en gasplatforms) komen in paragraaf 10.6 aan de orde. Tenslotte is er sprake van de aanwezigheid van enkele oude boorgaten in en rondom het windenergiegebied. In Figuur 10.7 zijn alle vergunningen, velden, platforms en boorgaten weergegeven.

Tabel 10.3 Overzicht vergunningen (bron: NLOG, update februari 2018)

Vergunning	Status	Tot	Vergunninghouder
Winningsvergunning Q04	Onherroepelijk van kracht	02-12-2019	Delta Hydrocarbons B.V., Dyas B.V. en Wintershall Noordzee B.V.
Winningsvergunning Q05d	Onherroepelijk van kracht	15-02-2021	Delta Hydrocarbons B.V., Dyas B.V., Wintershall Noordzee B.V.
Winningsvergunning Q07 & Q10a	Aangevraagd	-	Tulip Oil Netherlands Offshore B.V.
Opsporingsvergunning Q08	Onherroepelijk van kracht	24-08-2042	Tulip Oil Netherlands B.V.

Figuur 10.7 Vergunningen, velden, platforms en boorgaten in omgeving van Hollandse Kust (noord) (bron: NLOG, update februari 2018)



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 10.3 worden de verschillende vergunningen en vergunninghouders weergegeven. De windturbines in Hollandse Kust (noord) staan derhalve in gebieden waar winnings- opsporingsvergunningen van toepassing zijn.

Aangezien er in het windenergiegebied twee gasvelden liggen kan de aanwezigheid van een windpark in kavels V en VI olie- en gaswinning bemoeilijken. 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. Desondanks moet er rekening worden gehouden dat er duidelijke afspraken worden gemaakt met de vergunninghouders.

Zoals te zien in Figuur 10.7 is er één productieplatform (Q04-B) aanwezig in het windenergiegebied en twee productieplatforms (Q04-A en Q04-C) net daarbuiten. De vergunning van platform Q04-A en Q04-B, die beiden in winningsvergunninggebied Q04 liggen, verlopen vanaf 2 december 2019. Na deze datum zullen de platforms niet meer gebruikt worden voor de winning van olie en gas, waardoor ten tijde van de geplande aanleg van het windpark geen effecten zullen optreden ten aanzien van deze platforms. De bereikbaarheid van het platform Q04-C via helikopters (zie paragraaf 10.6) en schepen wordt wel belemmerd. Het alternatief met 76 turbines en grotere tussenafstanden tussen de turbines is daarom gunstiger dan het alternatief met 95 turbines aangezien er voor schepen bij 76 meer manoeuvreerruimte is.

Seismisch onderzoek naar de aanwezigheid van olie- of gasvelden (opsporing) is echter nagenoeg onmogelijk in een windpark. Voorafgaand aan de bouw tot circa 2023 en na de ontmanteling van het park zo'n 25 jaar later, is seismisch onderzoek weer mogelijk. Dit belemmert de vergunninghouder van opsporingsvergunning Q08 om onderzoek te doen in een klein gebied van het totale vergunningsgebied (zie Figuur 10.7). 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 76 turbines en grotere tussenafstanden tussen de turbines is daarom gunstiger dan het alternatief met 95 turbines. Vanwege bovengenoemde effecten worden de effecten tijdens de exploitatie voor beide alternatieven licht negatief (0/-) beoordeeld. Vanwege de grotere tussenafstanden tussen de turbines bij alternatief 2 heeft dit alternatief echter wel de voorkeur boven alternatief 1.

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 dit aspect 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 gasplatform Q04-A en B, wanneer de aanleg voor de einddatum van de vergunning (december 2019) plaatsvindt.

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 op 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, vergelijkbaar met de beoordeling tijdens de exploitatiefase, dat een windpark met 76 turbines gunstiger beoordeeld worden dan een park met 95 turbines. Vanwege bovengenoemde effecten worden de effecten tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud voor beide alternatieven licht negatief (0/-) beoordeeld, met een lichte voorkeur voor alternatief 2.

Aangezien de effecten tijdens de exploitatiefase en tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud licht negatief scoren krijgen beide alternatieven overall gezien, rekening houdend met alle fases, een negatieve beoordeling (-).

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 dit 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 300 meter) boven de hoogste hindernis binnen 8 km van de geschatte positie van het luchtvaartuig.

Het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) ligt binnen de laterale grenzen van verschillende TMA's (Terminal Manoeuvring Area's); Schiphol TMA 1, 2 en 6, Nieuw Milligen TMA A en North (zie Figuur 10.8). TMA's zijn naderingsverkeersleidingsgebieden rondom en boven militaire of civiele vliegvelden waar vliegverkeer wordt gecontroleerd dat het vliegveld nadert, dat vertrekt vanaf het vliegveld of dat de TMA doorkruist. De laagste ondergrens van deze TMA's is 1500 voet (circa 460 meter) en de hoogste bovengrens is FL095 (9500 voet ofwel 2900 meter).

Helikopterverkeer

In de omgeving van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) bevinden zich meerdere olie- en gasplatforms waardoor vliegbewegingen van helikopters zijn te verwachten (zie Figuur 10.8). 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 aanvliegeroutes van deze helikopters zijn relatief laag boven de zeespiegel en zijn door de overheid aangewezen, de zogenoemde *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, die vliegverkeer tussen en rondom platformen op een vlieghoogte vanaf een platform tot maximaal 2000 voet (circa 600 meter) mogelijk maken.

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 (noord). Militaire luchtvaartuigen vliegen in de praktijk soms ook buiten deze gebieden laag. Dit gebeurt op delen van de Noordzee waar geen obstakels aanwezig zijn.

obstakelverlichting conform de bepalingen van de IALA-richtlijn (IALA Recommendation O-139). Het luchtvaartverkeer vliegt op grote hoogte boven het windpark en het windpark heeft derhalve dus geen effect.

Effecten tijdens de exploitatie

Burgerluchtvaart

Lettende op de maximale tiphoogte van de turbines (251 meter) zal met het luchtverkeer in deze TMA's geen interferentie optreden. Ook het bestaande windpark Prinses Amaliawindpark ligt in TMA1 en TMA2. Daar is al rekening mee gehouden. De effecten ten aanzien van burgerluchtvaart worden als neutraal (0) beoordeeld.

Helikopterverkeer

Door het windenergiegebied (alleen door kavel V en niet door innovatiekavel VI) zijn twee Helicopter Main Routes (HMRs) gesitueerd; KZ60 en KZ66. Het hart van deze route doorkruist kavel V. 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 251 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 (150 meter) overschreden. De effecten van kavel V op het helikopterverkeer worden daarom als negatief (-) beoordeeld.

Daarnaast liggen kavels V en VI binnen de grenzen van de Helicopter Traffic Zone (HTZ) van platform Q04-A, Q-04B en Q-04C (zie Figuur 10.8). 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 'zone' van een HTZ (en ook 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 dus binnen een afstand van 5 NM tot de genoemde platforms en heeft daarom een effect op de platforms¹⁴.

Op 27 juni 2017 heeft de toenmalige minister van Economische Zaken in overeenstemming met de minister van Infrastructuur en Milieu een voorbereidingsbesluit genomen over windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Hierin wordt onder andere gesteld dat het is verboden om:

“... op de locatie, aangeduid als kavel V in bijlage 1 bij het besluit, alsmede binnen een zone van 500 meter daaromheen, werken te maken of te wijzigen of het gebruik van werken te wijzigen, dan wel vaste substanties of voorwerpen te storten, te plaatsen of neer te leggen, of deze te laten staan of liggen.”

Gezien de levensduur van de aardgasvelden en na overleg en afstemming met de operator is geconcludeerd dat bij het ontwerp van het kavel geen rekening gehouden hoeft te worden met platforms Q04-A en Q04-B.

¹⁴ 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).

Daarnaast wordt er in de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 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)¹⁵, 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 (noord) geen hinder ondervindt van andere bouwwerken binnen het gebied, is het van belang om samen met de andere partij tot veilige en werkbare maatwerkoplossing te komen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij platform Q04-C, dat verder is verwijderd van het windenergiegebied dan 500 meter, maar op afstand van 2,5 NM ligt. Dit is korter dan de HPZ van 5 NM en daarom dient er met de betreffende mijnbouwonderneming(en) een maatwerkoplossing gevonden te worden. Uit onderzoek van To70 (2018) is gebleken dat de bereikbaarheid van het platform Q04-C van 93% afneemt tot 91%. Vanwege laatst genoemde effect, wordt het totaaleffect op deze gebruiksfunctie beoordeeld met een beperkt negatieve score (0/-).

Bereikbaarheid TenneT-platform

Het platform van TenneT in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) wordt gezien de geringe afstand tot de kust uitgevoerd zonder een helikopterdek. Er is dan ook geen effect van helikopterverkeer van en naar dit platform te voorzien.

Vliegbewegingen in opdracht van de kustwacht (o.a. SAR)

Een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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 belemmering vormen voor een SAR-operatie. Met name de inzet van helikopters bij SAR-operaties kunnen 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 [Brown, 2005¹⁶]. 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

¹⁵ Tegenwoordig de minister van Economische Zaken en Klimaat samen met de minister van Binnenlandse Zaken

¹⁶ Brown, Offshore Wind Farm Helicopter Search and Rescue Trials Undertaken at the North Hoyle Wind Farm, 2005

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.

De effecten op vliegbewegingen in opdracht van de kustwacht (o.a. SAR) ter plaatse van het windpark worden om bovenstaande redenen beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Militaire luchtvaart

Hollandse Kust (noord) ligt niet in een laagvliegebied of een militaire TMA. Er kan daarom gesteld worden dat onder normale omstandigheden een windpark in kavels V en VI geen invloed zal hebben op de militaire luchtvaart. De effecten op de militaire luchtvaart worden om bovenstaande redenen neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

10.7 Zand-, grind- en schelpenwinning

10.7.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Zandwinning is alleen toegestaan zeewaarts van de doorgaande NAP -20 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 en zandwinning ten behoeve van de kustverdediging. Tot de 12-nautischemijlsgrens is aangemerkt als potentieel zandwinningsgebied. Het uitgangspunt is dat het potentiële zandwinningsgebied 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 commerciële doeleinden, strandsuppletie of kustlijnverzorging. In kavel V vindt actieve zand- of grindwinning plaats (zie Tabel 10.4 en Figuur 10.9). Deze zijn niet uitgeput. De zandwinningsgebieden waar kavel V mee overlapt zijn het zandwinningsgebied Q5J en commercieel zandwinningsgebied Q7A. Q5J is een groot zandwinningsgebied in het noorden van het windenergiegebied, dat tot en met 1 januari 2036 vergund is aan het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) ten behoeve van het binnen het Hoogwaterbeschermingsprogramma vallende Zwakke Schakels en de versterking van de Hondsbossche en Pettemer Zeewering. Momenteel wordt er geen zand gewonnen binnen dit gebied, maar daar is nog ruimte voor in de afgegeven vergunning. Het zandwinningsgebied Q7A is een klein gebied in het zuiden van het windenergiegebied, naast het Prinses Amaliawindpark, dat is vergund tot en met juli 2019.

In het windenergiegebied liggen ook enkele aangewezen zoekgebieden voor zandwinning. Dit zijn zoekgebieden Q5-7, Q8-4 en Q8-5. Uit het MER Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027 ¹⁷ blijkt dat er de komende 10 jaar een zandbehoefte is van 161 miljoen m³ om de kust te versterken en het kustfundament mee te laten groeien met de stijging van de zeespiegel. Er zijn voor die periode binnen de -20m NAP dieptelijn en 12 nautische mijlsgrens verschillende zoekgebieden aangewezen als locatie-alternatieven voor zandwinning dat benodigd is voor kustsuppletie (zie Figuur 10.10). Het betreft de alternatieven *Zeewaarts* en *Kustwaarts*. *Zeewaarts* betreft een zoekgebied landwaarts nabij de 12-mijlsgrens. Met het alternatief *Kustwaarts* wordt een locatie bedoeld die in de buurt van de doorgaande NAP -20m dieptelijn ligt.

Tabel 10.4 Zandwingegebieden in kavel V

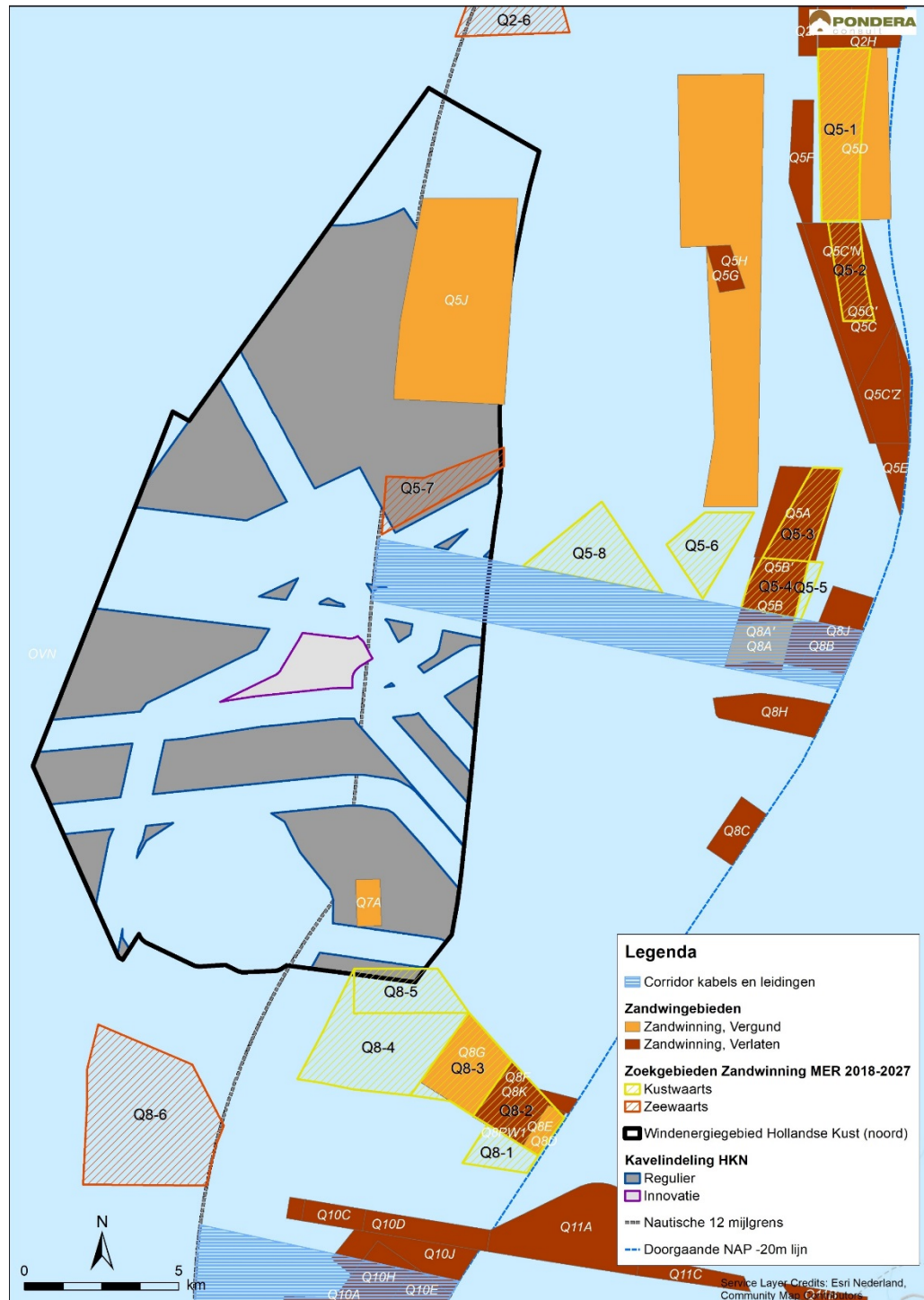
Naam	Soort	Status	Sinds:
Q5J	Suppletie-zandwinning	Actief	2015
Q7A	Commerciële zandwinning	Actief	2014
Q5 7	Zoekgebied zandwinning voor commercieel gebruik en kustlijnzorg	Aangewezen zoekgebied alternatief <i>Zeewaarts</i>	-
Q8 4	Zoekgebied zandwinning voor commercieel gebruik	Aangewezen zoekgebied alternatief <i>Kustwaarts</i>	-
Q8 5	Zoekgebied zandwinning voor kustlijnzorg	Aangewezen zoekgebied alternatief <i>Kustwaarts</i>	-

Ook de hier niet genoemde zandwingegebieden behoren tot het reserveringsgebied voor zandwinning.

Schelpenwinning vindt zeewaarts vanaf de NAP 5 m-dieptelijn plaats in hoeveelheden die in overeenstemming zijn met de natuurlijke aanwas.

¹⁷ Rijkswaterstaat Noordzee. 18 december 2017. MER Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027.

Figuur 10.9 Windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en wingegebieden



Figuur 10.10 Overzicht van zoekgebieden voor winning suppletiezand op de Noordzee. De licht blauwe vakken zijn de Zeewaarts alternatieven en de groene vakken zijn de Kustwaarts alternatieven. Bron: MER Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027.



10.7.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens de exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Er geldt dat het windpark gebied inneemt binnen de 12 nautische mijlsgrens waarvan de zandvoorraad gedurende de levensduur van het windturbinepark nodig is. Er zijn daarom beperkt negatieve effecten op (potentiële) zandwinning, aangezien er een overlap bestaat van kavel V met het reserveringsgebied voor zandwinning (het gebied tussen de doorgaande –NAP 20 meter dieptelijn en de 12-mijlsgrens).

Daarnaast zijn er twee actieve vergunde winningsgebieden (Q5J en Q7A) en drie zoekgebieden voor zandwinning gelegen binnen kavel V (Q5-7, Q8-4 en Q8-5). Er is geen effect op gebied Q7A omdat de vergunning in 2019 verloopt en het windpark pas na deze periode gerealiseerd gaat worden. De turbines kunnen voor de overige zandwingsgebieden wel een belemmering vormen. Er geldt dat wanneer het windpark gerealiseerd is er voorafgaand aan mogelijke zandwinning afstemming zal moeten plaatsvinden tussen de verschillende partijen. Daarnaast kan door de aanwezigheid van windturbines in kavel V mogelijk de afstand waarover zand getransporteerd moet worden toenemen, doordat de winningslocatie verder van de afzetlocaties is gelegen

De effecten worden, vanwege de overlap met actieve vergunde zandwingsgebieden en zoekgebieden als negatief (-) beoordeeld.

Het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) ligt volledig in vergund gebied voor schelpenwinning. Echter, het totale oppervlak waarbinnen schelpenwinning kan plaatsvinden is

van een dermate grote omvang, dat de beperking door kavel V en VI als verwaarloosbaar kan worden geacht. Het betreft een beperking van maximaal 131 km² op een totaal van 57.000 km². Dit betreft circa 0,23% van het totale oppervlak. In het planMER voor de Rijksstructuurvisie Windenergie op zee aanvulling Hollandse Kust wordt gesteld dat de gebieden waar daadwerkelijk schelpenwinning plaatsvindt meer naar de kust zijn gelegen en niet overlappen met kavel V en VI. De effecten worden dan ook als neutraal (0) beoordeeld.

10.8 Baggerstort

10.8.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Bagger wordt op zee gestort 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. In windenergiegebied Hollandse Kust (noord) zijn geen loswallen gelegen.

10.8.2 Effectbeschrijving

In het gebied liggen geen baggerstortgebieden of loswallen. Circa 10 kilometer ten zuidoosten van het gebied liggen de stortvakken van de IJ-geul loswal. De vakken liggen op een dermate grote afstand dat het windpark geen invloed heeft op de baggerstortgebieden of loswallen. De effecten worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

10.9 Scheeps-, wal- en luchtvaartradar

10.9.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Luchtvaartradar

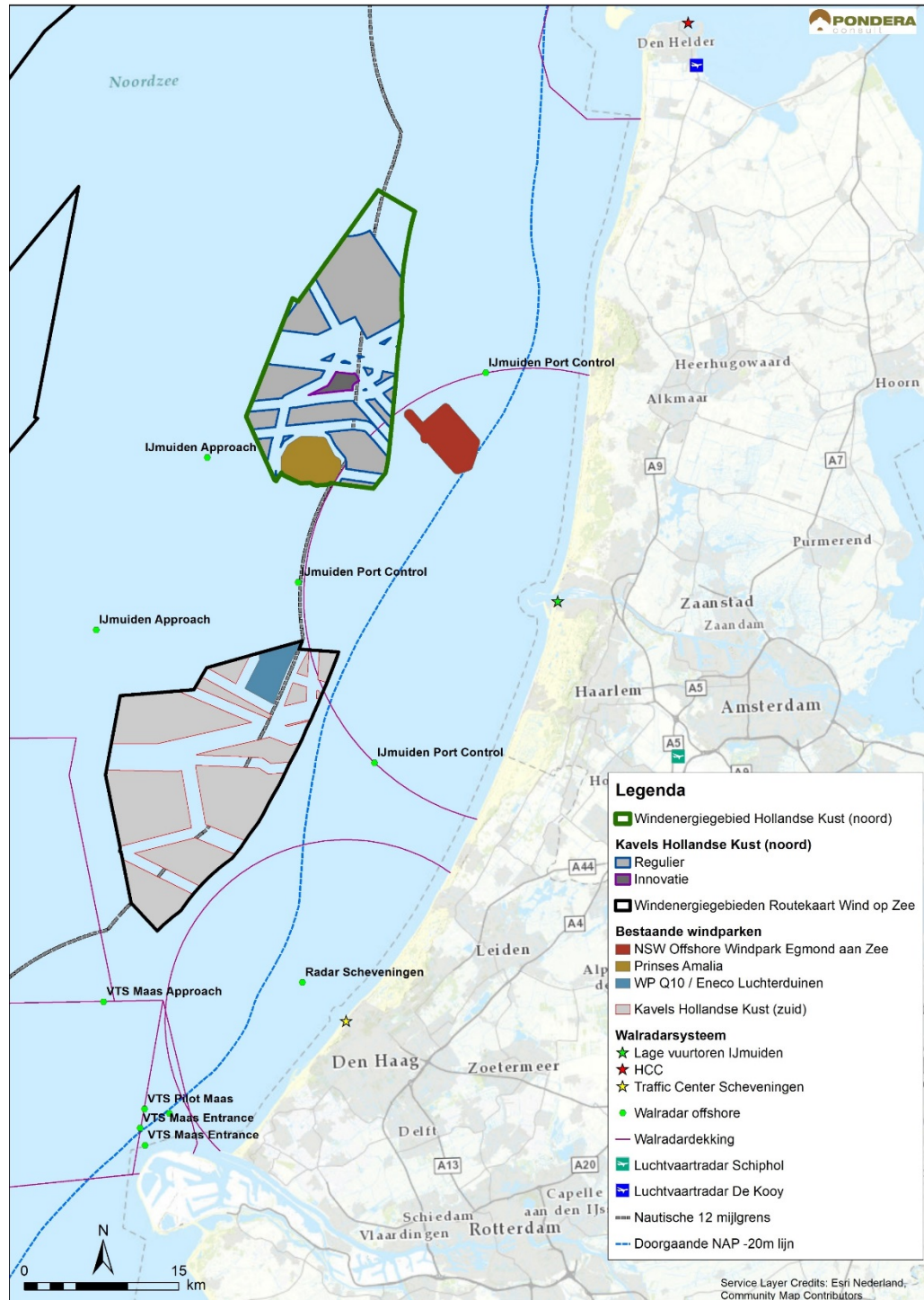
De radar voor de luchtverkeersbegeleiding van Schiphol ligt op circa 40 km afstand van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en de radar van de luchtverkeersbegeleiding van De Kooy ligt op circa 35 km afstand (zie Figuur 10.11).

Scheepvaart- en walradar

Langs de Nederlandse kust staan verschillende radarposten, onder andere voor de kust bij Den Haag, IJmuiden en Den Helder (zie Figuur 10.11). 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 aangegeven op de 1800-serie (blad 1801) van de Hydrografische Kaart voor Kust- en Binnenwateren van de Koninklijke Marine (Koninklijke Marine, 2013).

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 10.11 Scheeps-, wal en luchtvaartradar in de omgeving van Hollandse Kust (noord)



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) als AIS op het TenneT-platform is geïnstalleerd, hetgeen wordt overwogen. Dit is mogelijk middels een AIS sensor dan wel door het uitzenden van een virtuele AtoN (aid to navigation). 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 zien naderen, dan wordt dit schip opgeroepen en gewaarschuwd. 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 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 40 km afstand van windenergiegebied Hollandse Kust (noord). 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 (noord) is circa 35 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 (0) beoordeeld.

Scheeps- en walradar

De dekking van de walradarketen valt gedeeltelijk over het windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Deze keten wordt gevormd vanuit de grote Nederlandse havens (Rotterdam, Amsterdam/IJmuiden). Wanneer alle kavels in het windenergiegebied met windturbines bebouwd zijn, is het aannemelijk dat het huidige radarbeeld (bereik en kwaliteit) van de walradarketen afneemt door de effecten (verstoringen) die windparken hebben op de

radar(performance). De meest voorkomende effecten zijn het ontstaan van valse echo's achter 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. 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 hoofdvlucht 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 afstevenen. In deze situatie is echter de kans op het verlies van een echo kleiner omdat het aantal windturbines dat tussen beide schepen in ligt 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 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 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 (noord) 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 zijlsonderdrukking voldoende om de dubbele schijndoelen te onderdrukken. De afstand tussen windparken en de scheepvaartroutes (routegebonden scheepvaart) is conform de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 minimaal 1,24 NM (circa 2,3 kilometer).

In het onderzoek van Howard en Brown¹⁸ 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 digitaal radarsysteem is dit afregelen echter niet mogelijk.

Op basis van 5 experimenten door Radio Holland bij de bestaande windparken Prinses Amalia en OWEZ¹⁹ kan gesteld worden dat de aanwezigheid van deze windparken niet of nauwelijks leidt tot nadelige effecten op de detectie van schepen in de buurt van die windparken vanaf de wal. De veiligheidszone van 500 m rondom windparken zorgt ervoor dat schepen elkaar bij het naderen van het hoekpunt eerder visueel zien, omdat in de veiligheidszone geen obstakels

¹⁸ 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.

¹⁹ Radio Holland, Onderzoek naar radarverstoring door Prinses Amaliawindpark en Offshore Windpark Egmond aan Zee, Resultaten van de veldexperimenten in 2010 bij kalme zee, 2012

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 brengt risico's met zich mee. Het Rijk is van mening dat met maatregelen de veiligheid voldoende geborgd is en de risico's acceptabel zijn²⁰ (tevens wordt verwezen naar de nieuwe regels voor doorvaart per 1 mei 2018, paragraaf 10.4.2). Eén van die maatregelen is een AIS B- en marifooverplichting voor schepen die in het windpark varen.

De scheepvaartbegeleiding (VTS en Kustwacht) heeft weliswaar met de komst van AIS een ondersteunende sensor voor de beeldopbouw 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 beeldopbouw. 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). Bovendien is ook niet gegarandeerd dat er in windparken volledige AIS dekking is.

De effecten van kavels V en VI op de luchtvaart-, wal- en scheepvaartradar zijn –met inachtneming van de reeds getroffen maatregelen– beperkt en worden als neutraal (0) beoordeeld.

10.10 Kabels en leidingen

10.10.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Door het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) loopt een aantal kabels en (buis)leidingen. In onderstaande tabel en in Figuur 10.12 is aanvullende informatie van deze kabels weergegeven.

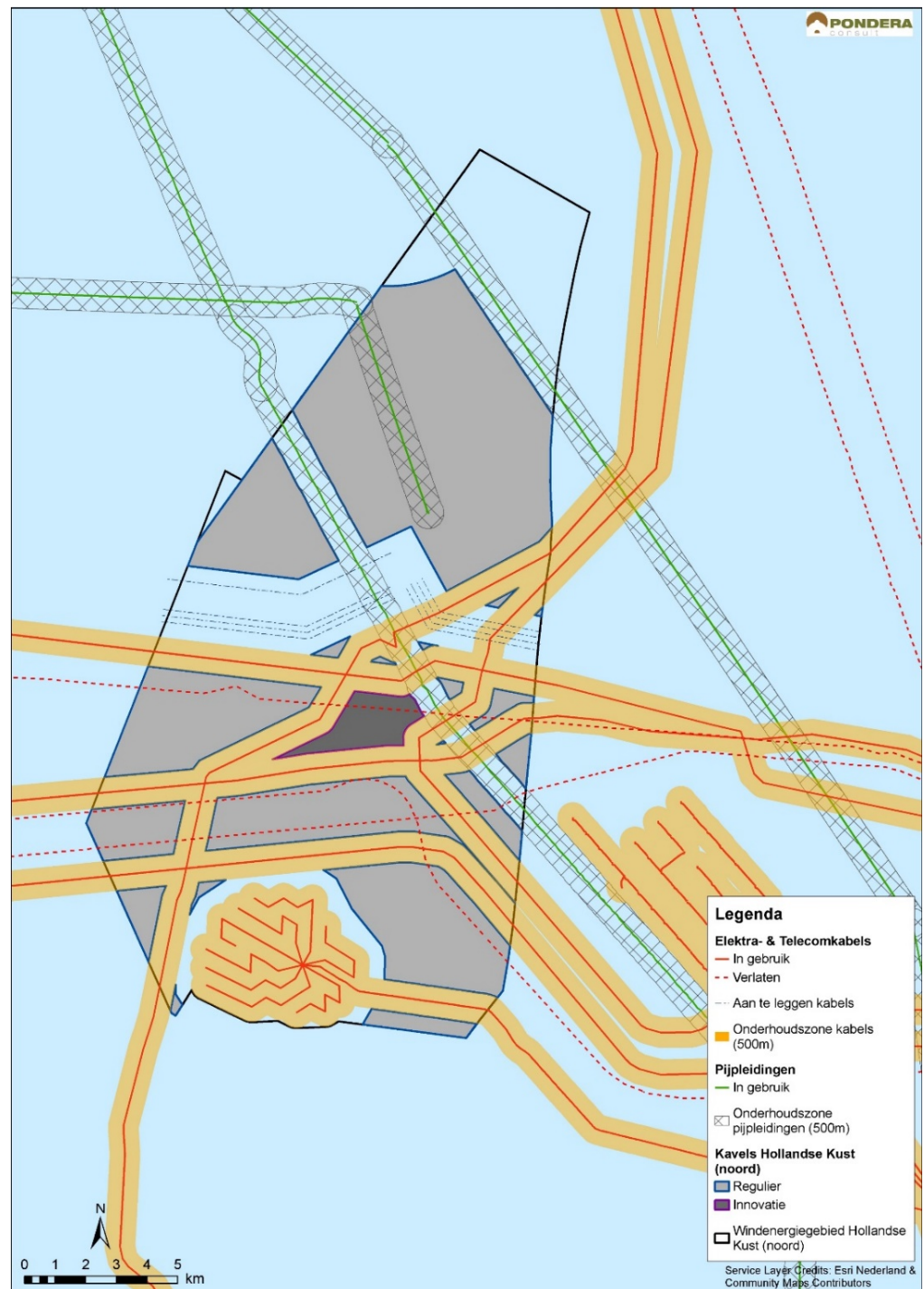
²⁰ Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Uitwerking besluit doorvaart en medegebruik van windparken op zee in het kader van Nationaal Waterplan 2016 – 2021, december 2015

Tabel 10.5 Informatie kabels gelegen in windenergiegebied Hollandse Kust (noord)

Naam	Soort	Eigenaar	Connectie
Gaspijplijn Wintershall Noordzee B.V.	Buisleiding	Wintershall Noordzee B.V.	Platform Q4C – Platform Q8A
Gaspijplijn Wintershall Noordzee B.V.	Buisleiding	Wintershall Noordzee B.V.	Platform Q4-B – Platform Q4-A
Olieprijplijn Chevron	Buisleiding	Chevron Exploration and Production Netherlands B.V.	Platform Q1-Helm-AP - IJmuiden
PANGEA Segment 2	Telecom	Alcatel Submarine Networks Ltd.	ENG-NL
UK - NL 10	Telecom (verlaten)	<i>Onbekend</i>	NL-ENG
UK - NL 14	Telecom	Cable and Wireless	NL-ENG
Atlantic Crossing 1 Segment B1	Telecom	Global Crossing	NL-ENG
Atlantic Crossing 1 Segment B2	Telecom	Global Crossing	NL-DK
TAT 14 Segment J	Telecom	<i>Meerdere eigenaars*</i>	NL-DE
Rembrandt 1	Telecom (verlaten)	KPN	NL-ENG
Rioja 3	Telecom (verlaten)	KPN	BEL-NL
Prinses Amaliawindpark (vh Q7-WP)	Elektra	TellTale Windparken BV	Prinses Amaliawindpark
Kabeltracé Hollandse Kust (west) – TenneT Platform Hollandse Kust (noord)	Elektra (toekomstig)	TenneT	HKW – HKN – Transformatorstation onshore
Kabeltracé Hollandse Kust (noord)	Elektra (toekomstig)	TenneT	HKN TenneT Platform - Transformatorstation onshore
Kabeltracé voor offshore olie- en gasplatforms	Elektra (toekomstig)	<i>Onbekend</i>	Offshore olie- en gasplatforms - HKN TenneT Platform

* BT, Verizon, Deutsche Telekom, Orange, Sprint, TeliaSonera, KPN, Telenor, Etisalat, OTEGLOBE, SingTel, KDDI, Softbank Telecom, Zayo Group, Portugal Telecom, Slovak Telekom, TDC, Telus, Tata Communications, Telefonica, AT&T, Proximus, Elisa Corporation, Cyta, Rostelecom, Vodafone, CenturyLink

Figuur 10.12 Ligging kabels en leidingen in omgeving Hollandse Kust (noord)



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

manoeuvrerruimte 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 veiligheids- en onderhoudszone worden verkleind.

Doordat langs de in gebruik zijnde kabels in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) een onderhoudszone wordt gehanteerd van 500 meter, heeft het windpark een effect op de nabijgelegen telecomkabels. De onderhoudszones van deze bestaande telecomkabels (*UK-NL 14* en *TAT 14 Segment J*) worden immers verkleind van 750 tot 500 meter. De effecten worden als beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-), omdat deze binnen de marge van de beleidsnota Noordzee vallen. Daarnaast loopt in het noorden van het windenergiegebied een gaspijplijn van Wintershall. Deze pijplijn loopt van platform Q04-A naar Q04-B en er wordt vanuitgegaan dat na het aflopen van de winningsvergunningen voor de platforms Q04-A en Q04-B in 2019, deze pijplijn ook buiten gebruik wordt gesteld. Dit betekent dat er geen effecten zijn op deze pijpleiding. Er moet tijdens de aanleg van het windpark echter wel rekening gehouden met de locatie van deze pijplijn.

Ook zullen mogelijk meerdere kabels gekruist worden door de parkbekabeling die nodig is van de windturbines naar 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 de effecten echter wel beperken. Wanneer de turbines geplaatst worden kan het namelijk zo zijn dat er geen enkele turbine in de kavels uiteindelijk binnen de 750 meter zone staat. Alternatief 2 heeft daarom licht de voorkeur aangezien er uiteindelijk minder turbines geplaatst worden en er daarom een kleinere kans is dat er turbines binnen de 750 meter zone worden geplaatst en er minder kabels nodig zijn met het oog op de parkbekabeling. De effecten op aanwezige kabels en leidingen worden echter voor beide alternatieven als beperkt negatief (0/-) beoordeeld.

10.11 Telecommunicatie

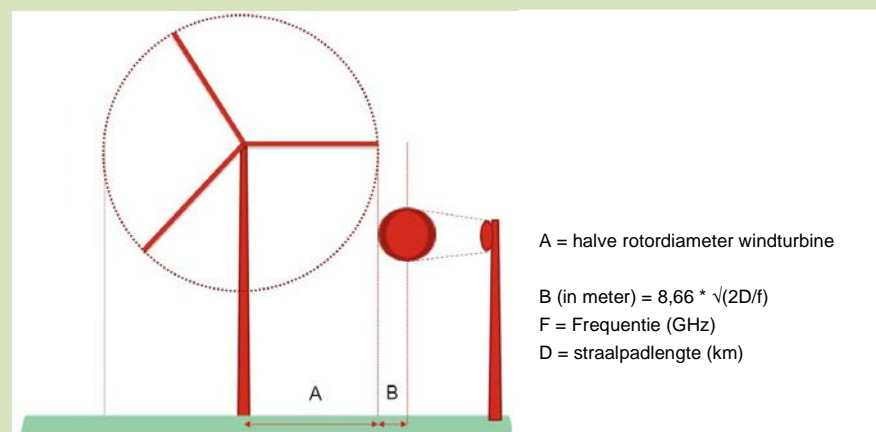
10.11.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

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 lopen een aantal hiervan door windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (zie Figuur 10.12). 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 er mogelijk worden verwacht wordt het 'toetsingscriterium straalverbindingen en windturbines' van Agentschap Telecom gebruikt.²¹ 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.

Kader 10.1 Bepaling afstand straalpaden

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:

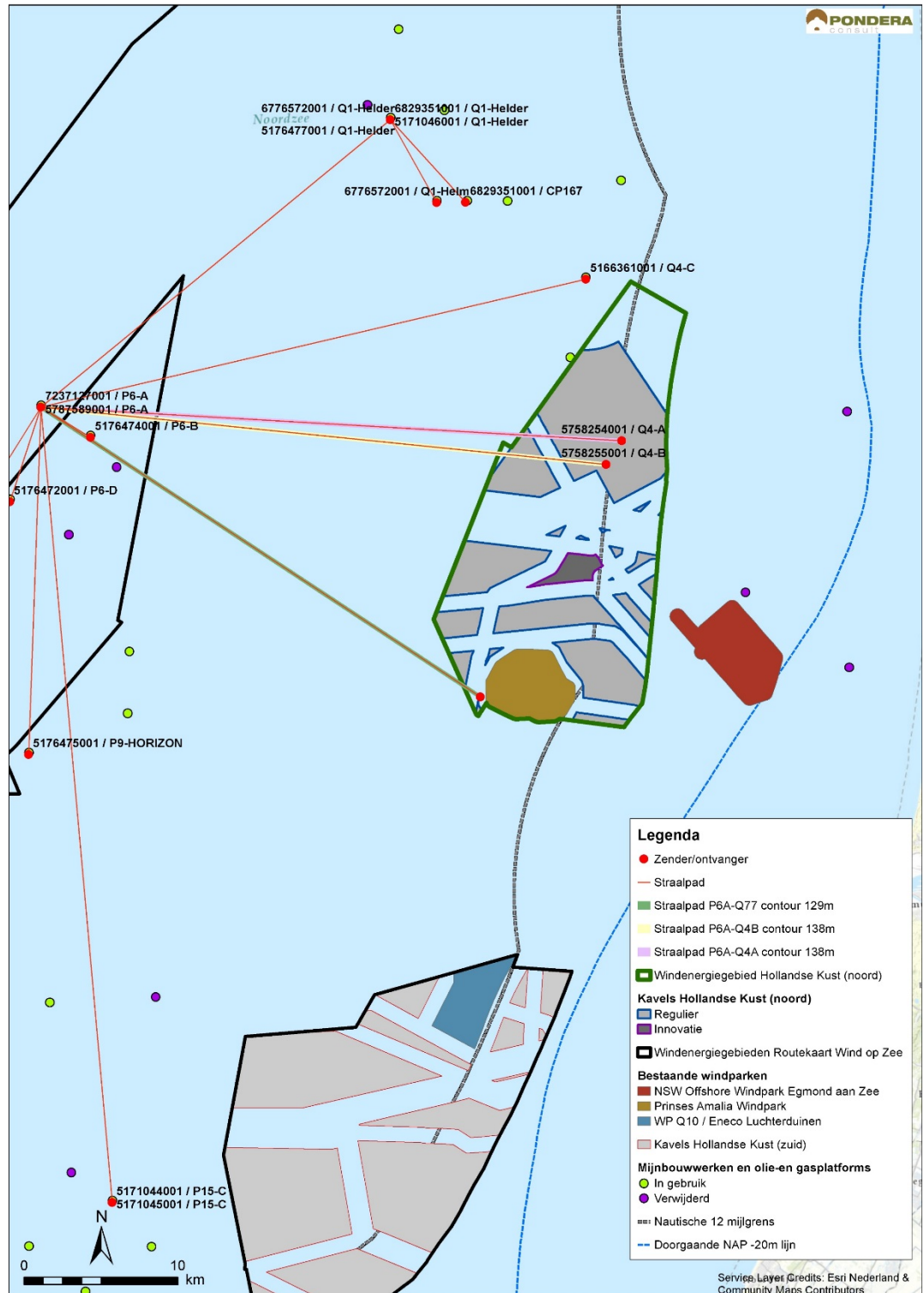
- De afstand van een halve rotordiameter (A) plus de tweede fresnelzone (B) is bepaald volgens een rekenmethode in Excel. Middels GIS zijn deze afstandscontouren om de straalpaden getekend.
- De hoogte van het straalpad is bepaald, op basis van de hoogste zendmast (worst case).

Middels deze benadering is een goede indicatie van mogelijke effecten te geven.

Figuur 10.13 geeft de in de omgeving van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) aanwezige straalpaden weer. Ook zijn er van de straalpaden die in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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).

²¹ Agentschap Telecom: toetsingscriterium straalverbindingen en windturbines'. Opgesteld in december 2017, gebaseerd op de ervaringen bij de ontwikkeling van windpark Wieringermeer.

Figuur 10.13 Aanwezige straalpaden. Bron straalpaden: Agentschap Telecom, 14 februari 2018



10.11.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Voor de effecten van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) op telecomkabels, wordt verwezen naar paragraaf 10.10.

Zoals uit Figuur 10.13 blijkt lopen er in totaal drie straalpaden door het windenergiegebied. Dit zijn de straalpaden die lopen tussen platform P6-A en de platforms Q4-A, Q4-B en Q7-7. Aangezien de platforms Q4-A en Q4-B zijn verwijderd voor de realisatie van het windpark is er enkel een mogelijk effect op de het straalpad tussen platform P6-A en Q7-7. 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 30 meter, alternatief 2). Binnen de afstand van een halve rotordiameter (worst case 221 meter, alternatief 2) plus de tweede Fresnelzone vanaf de hartlijn van het straalpad, zoals aangegeven in de contouren in Figuur 10.13, kunnen daarom geen windturbines geplaatst worden om effecten op deze straalpaden uit te sluiten.

De effecten worden licht negatief beoordeeld (0/-) aangezien er wel rekening moet worden gehouden met deze straalpaden wanneer de turbineopstellingen bepaald worden, maar de afstand tot de straalpaden in vergelijking tot de ruimte in de kavels is klein dus de impact hiervan is beperkt.

10.12 Munitiestortgebieden en militaire activiteiten

10.12.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

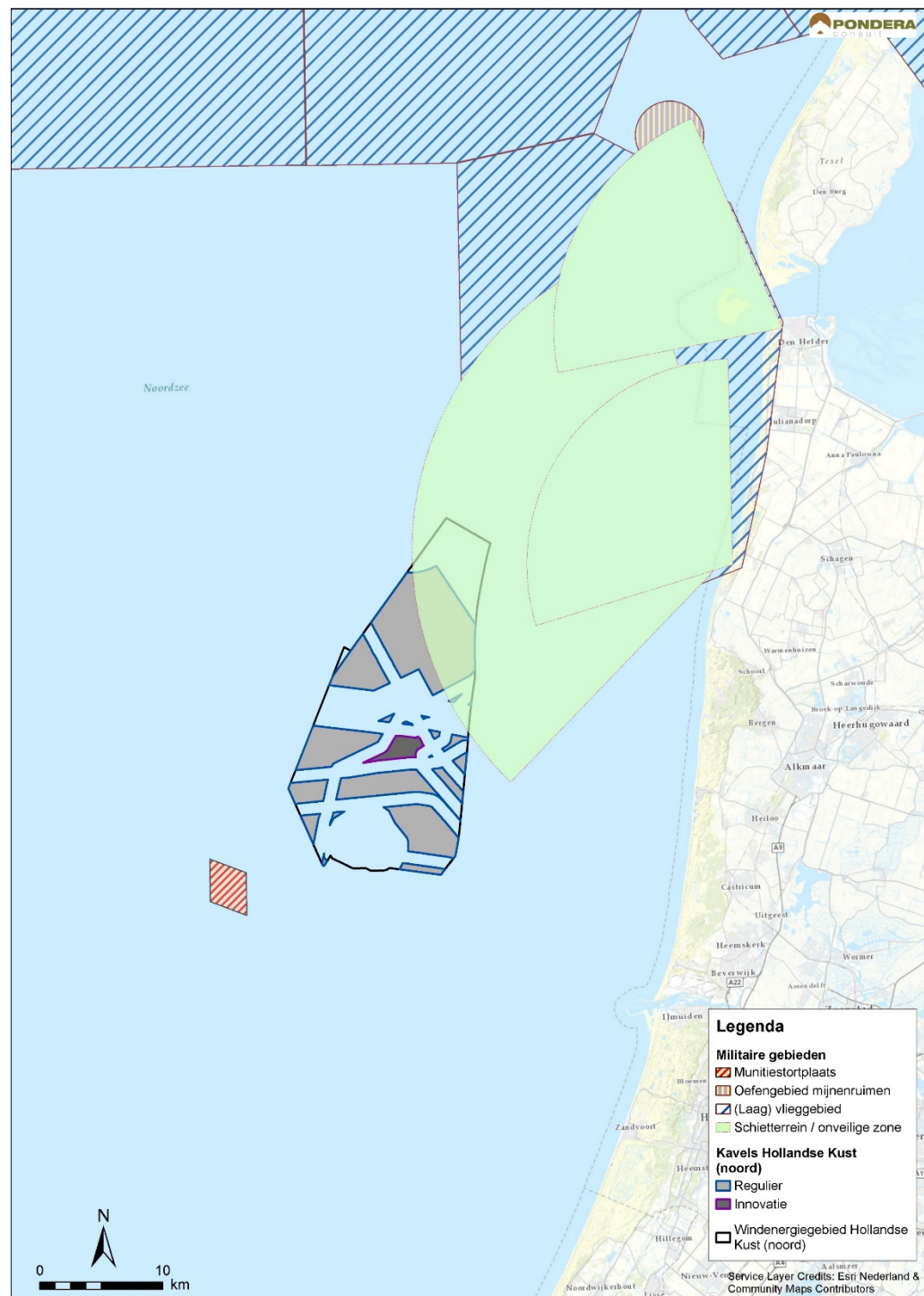
Defensie maakt tevens gebruik van delen van de Noordzee, veelal voor trainingsdoeleinden. Zo zijn delen van de Noordzee gereserveerd als (laag)vlieggebied, schietterrein/onveilige zone, oefengebied voor het ruimen van mijnen en gebieden voor beproevingen van militaire systemen. Daarnaast zijn er ook voormalige munitiestortgebieden in de Noordzee. Al deze gebieden zijn weergegeven in Figuur 10.14.

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.

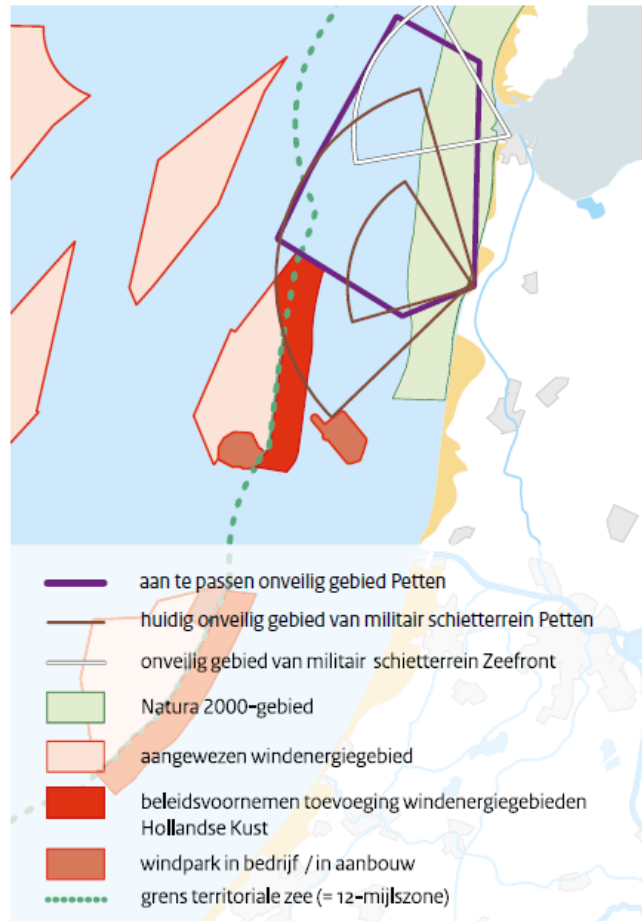
Zoals beschreven in de partiële herziening van het NWP2 voor het onderdeel Windenergie op Zee: de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling gebied Hollandse Kust, moet het onveilige gebied van het militair schietterrein bij Petten richting het noorden worden verlegd om de uitbreiding (binnen de 12-nautischemijlsgrens) van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) mogelijk te maken. Zie Figuur 10.15 voor een indicatie van de mogelijke aanpassing van deze begrenzing. In de partiële herziening is daarnaast beschreven dat vanaf het militair schietterrein bij Petten straks niet meer in westelijke maar in noordwestelijke richting moet worden geschoten, zodat de hierbij behorende onveilige zone in noordelijke richting kan worden verlegd. De aard en omvang van de activiteiten in Petten zelf zullen niet wijzigen. De onveilige zone van het militair schietgebied zal, uiterlijk vóór de vaststelling van het kavelbesluit

Hollandse Kust (noord), in de Regeling algemene regels ruimtelijke ordening (Rarro) worden aangepast. Aangezien voorafgaand aan de aanlegfase van de kavels het kavelbesluit wordt genomen, wordt in dit milieueffectrapport geanticipeerd op de verplaatsing van deze onveilige zones.

Figuur 10.14 Ligging munitiestortgebieden en militaire activiteiten



Figuur 10.15 Indicatieve kaart aanpassing onveilige zone Petten



Bron: Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee aanvulling gebied Hollandse Kust: Partiële Herziening Nationaal Waterplan 2 voor het onderdeel Windenergie op Zee (2016)

Er is een bureaustudie naar niet-gesprongen explosieven (NGE) in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) uitgevoerd²². Daaruit blijkt dat het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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 10.6. In figuur is een kaart weergegeven waarin de locaties van de geruimde NGE te zien zijn en de verdachte gebieden.

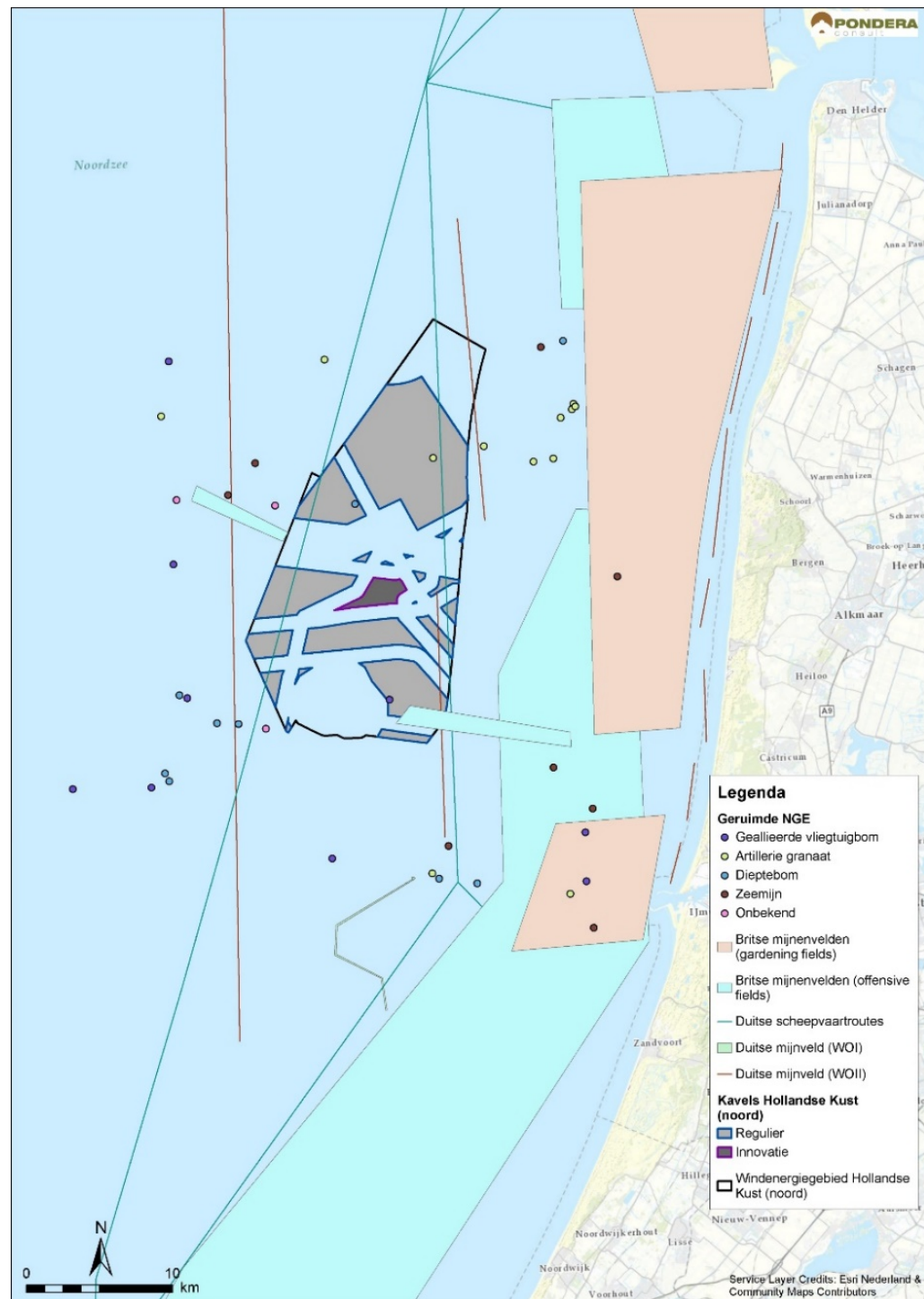
Tabel 10.6 (Verwachte) NGE soorten in en rondom windenergiegebied Hollandse Kust (noord)

NGE soort	Waarschijnlijkheid van aanwezigheid	Opmerkingen
Geallieerde vliegtuigbommen	Zeker	Het onderzoeksgebied bevindt zich nabij de geallieerde vluchtroutes. Wanneer een vliegtuig was beschadigd of

²² REASeuro. 2017. UXO desk study: site data Hollandse Kust (Noord) wind farm zone.

NGE soort	Waarschijnlijkheid van aanwezigheid	Opmerkingen
		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.
Zeemijnen	Waarschijnlijk	Het onderzoeksgebied heeft overlap met diverse WOI en WOII mijnevelden. Het betreft zowel geallieerde als Duitse mijnevelden. Ondanks naoorlogse mijnenveegoperaties liepen na de oorlog nog diverse schepen op mijnen. Sinds 2005 zijn diverse mijnen aangetroffen in (de omgeving van) het onderzoeksgebied.
Artilleriegranaten	Zeker	Na WOII werden enkele gebieden in de Noordzee aangewezen als militair oefengebied. Een groot oefengebied voor luchtafweergeschut heeft overlap met het onderzoeksgebied.
	Onwaarschijnlijk	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.
Torpedo's	Onwaarschijnlijk	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 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 de omgeving aangetroffen.

Figuur 10.16 NGE en verdachte gebieden in en rondom windenergiegebied Hollandse Kust (noord)



10.12.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Een groot deel van de kavels in Hollandse Kust (noord) ligt binnen de grenzen het onveilige gebied van het militair schietterrein bij Petten. Zoals aangegeven in de paragraaf hiervoor wordt

er uitgegaan van een wijziging van de gebieden voordat het kavelbesluit Hollandse Kust (noord) wordt genomen. Wanneer deze wijzigingen zijn doorgevoerd zijn er geen sprake van een conflict met het militaire schietterrein bij Petten. Daarnaast zijn er ook 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, 2017). Met goed NGE-ricisomanagement 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-ricisoanalyse te herijken op basis van het ontwerp van het windenergiegebied. Mogelijk kunnen 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 het windenergiegebied, mits bovenstaande maatregelen worden toegepast.

De effecten op het aspect munitiestortplaatsen en militaire activiteiten worden als neutraal beoordeeld, evenals het effect van niet-gesprongen explosieven (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting 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.

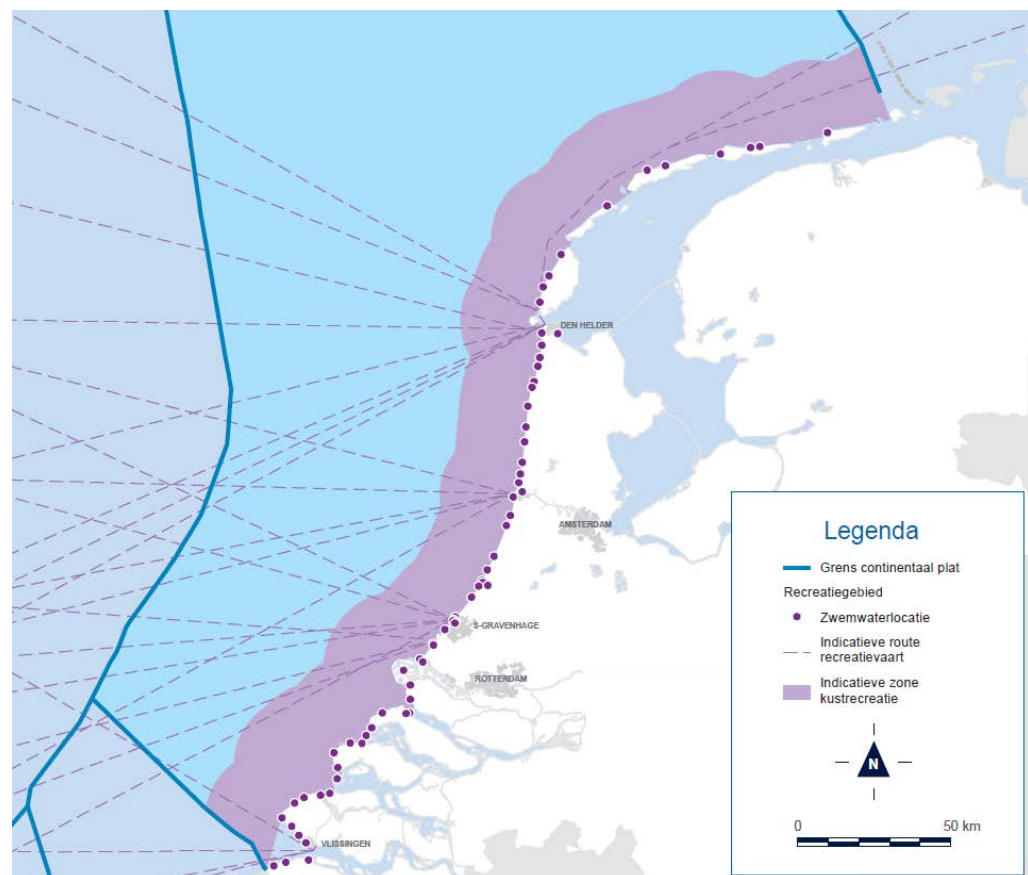
In Nederland is het toerisme de afgelopen jaren flink toegenomen. De Noordzeebadplaatsen zijn zowel voor binnenlandse als buitenlandse toeristen zeer populaire bestemmingen. Het gaat daarbij om dagrecreatie en verblijfsrecreatie. Er bestaan uiteenlopende cijfers over aantallen en bestemmingen van toeristen, zie het onderzoek dat is uitgevoerd door Decisio (2016)²³.

²³ Decisio (2016). Regionale effecten windmolenparken op zee, Maatschappelijke effecten en analyse regionaal economische impact.

Recreatievaart en sportvisserij

De sportvisserij vindt plaats vanaf strand, zeedijk en vanaf boten. 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 noorden. Vanuit onder andere de havens bij Den Helder, IJmuiden, Scheveningen en Hoek van Holland worden er ook oversteeken gemaakt naar Engeland. Ook het gebied ter plaatse van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) wordt gebruikt om de oversteek naar Engeland (Thamesmonding) te maken (zie Figuur 10.17). De recreatievaart mag ook van de grote scheepvaarroutes gebruik maken maar deze worden veelal door pleziervoertuigen gemeden.

Figuur 10.17 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



10.13.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Kustrecreatie

In het plan-MER voor uitbreiding van het windenergiegebied Hollandse Kust is beschreven welk onderzoek er is uitgevoerd naar de effecten van windparken op de kustrecreatie- en toerisme. Het betreft onderzoek van Decisio (2016), ZKA onderzoek (2013) en GfK onderzoek (2015). De

Minister van Economische Zaken heeft in zijn brief aan de Tweede Kamer van 12 februari 2016 (Kamerstukken II, 2015/16, 33 561, nr. 24) aangegeven extra belevingsonderzoek te laten uitvoeren teneinde de onderzoeksresultaten van Decisio te verifiëren. Decisio stelt in een memo het volgende²⁴: *Recent is een nieuwe enquête naar de beleving van zichtbare windmolens vanaf het strand door Motivaction uitgevoerd²⁵. Hierin zijn beelden gebruikt die wel goed aansluiten bij de huidige plannen. Meest opvallende resultaat is dat er nauwelijks een effect op de beleving wordt gemeten wanneer alleen de beelden worden getoond (en niet expliciet naar windmolens wordt gevraagd), en dat er vrij grote effecten worden gemeten wanneer wel expliciet naar de windmolens wordt gevraagd. Motivaction stelt de impliciete methode betrouwbaarder te vinden en verwacht dat de kust niet of nauwelijks aan aantrekkingskracht zal verliezen. Wij zien dan ook geen reden de conclusies uit “Regionale effecten windmolenparken op zee, Maatschappelijke effecten en analyse regionaal economische impact” aan te passen.*

Decisio uit 2016

Het onderzoek van Decisio (2016) trekt de volgende conclusie:

“Wat betreft het kustbezoek en de mogelijke gevolgen op toeristische activiteiten geldt dat er onderzoeken zijn waarin respondenten vooraf aangeven minder te komen, maar er is geen onderzoek gevonden waarin daadwerkelijk een afname van toeristisch bezoek is gemeten na realisatie van windparken. De exacte omvang van de te verwachten effecten is onzeker. Daarom is een bandbreedte geschetst van ‘geen effect’ tot een afname van maximaal 5 – 10% van het aantal bezoeken, afhankelijk van het type recreant. Het tijdelijke effect op de toeristisch recreatieve industrie is dus eveneens onzeker: van ‘geen effect’ tot maximaal een afname van 1.250 banen (fte) bij de plaatsing vanaf 10 mijl. Daar staat tegenover dat met de aanleg en het onderhoud van windmolens ook werkgelegenheid gecreëerd wordt. Dit is naar schatting tijdelijk 1.600 banen (fte) en structureel 475 banen (fte). Dit is onafhankelijk van de locatie van de windmolenparken.

Uiteindelijk is er hooguit een beperkt en tijdelijk effect op de werkgelegenheid dat zowel negatief als positief kan zijn. Lokaal kan dit voor de badplaatsen verschillen en is het afhankelijk van het daadwerkelijke gedrag van de kusttoeristen en lokale impact van werkgelegenheid in de off shore. Het effect op de werkgelegenheid is tijdelijk omdat op de lange termijn de arbeidsmarkt naar evenwicht tendeert. Per saldo is vooral door de grote kostenverschillen het welvaartseffect voor heel Nederland negatief wanneer de windmolens verder uit de kust worden geplaatst.”

Resultaten ZKA onderzoek in 2013 (uit het plan-MER voor uitbreiding van het windenergiegebied Hollandse Kust):

“Het ex-ante onderzoek van ZKA in 2013 onder 2.150 verblijfstoeristen en dagrecreanten toonde veelal negatieve resultaten voor het toerisme. Zowel Nederlandse bezoekers, als Duitse verblijfstoeristen gaven aan een windpark op zee storend te vinden. Vrij uitzicht over zee is voor toeristen en recreanten een belangrijk bezoekmotief; zowel toeristen als recreanten geven aan dat een windpark op zee dit uitzicht zal belemmeren. Het ZKA onderzoek ging uit van een geclusterd windpark op 6, 13 en 22 kilometer (3, 7 en 12 NM) afstand uit de kust. Uit het onderzoek blijkt dat:

²⁴ Te raadplegen via:

https://www.eerstekamer.nl/bijlage/20160701/bijlage_6_memo_decisio_3/document3/f=vk5em3tuogq4.pdf

²⁵ Motivaction, 2016 'Beleving Windparken Hollandse Kust - Onderzoek onder Nederlandse en Duitse kusttoeristen, opdrachtgever: RVO

- 10 procent van de Nederlandse respondenten een windpark op zee op 22km (12NM) afstand storend of zeer storend, 19 procent van de respondenten vindt een windpark op zee op 13 km (7NM) afstand (zeer) storend. De conclusie is dus dat hoe verder een windpark van de kust ligt, hoe minder bezoekers het windpark storend vinden.
- Kijkend naar beleving en gedrag, dan geeft 62 procent van de respondenten in het ZKA onderzoek aan geen verminderde beleving of ander gedrag (zoals wegblijven van de kust) te vertonen zodra windparken op 6 kilometer van de kust worden geplaatst. Dit percentage is hoger wanneer gevraagd wordt naar beleving en gedrag zodra windparken op 22 kilometer van de kust geplaatst worden, namelijk 81 procent van de respondenten.
- Een windpark voor de kust heeft op een klein deel van de respondenten echter wel een negatieve invloed op de kustbeleving en het gedrag. 28 procent van de Nederlandse respondenten en 35 procent van de Duitse respondenten geeft aan dat dit de beleving en het gedrag (enigszins) negatief zal beïnvloeden bij een windpark op 13 km (7 NM) van de kust. Dit aandeel neemt af bij een windpark op 22 km (12 NM) van de kust, namelijk 19 procent voor Nederlandse toeristen en 25 procent voor Duitse toeristen.
- De plaatsing van een windpark heeft effect op de bezoekingententive van zowel Duitse als Nederlandse respondenten. Dit wordt aangegeven door respondenten in het ZKA onderzoek die de kustplaats reeds eerder bezochten. Bij een windpark op 13 km (7 NM) afstand daalt de bezoekingententive met 2 procent voor Nederlandse toeristen, 13 procent zou omrijden naar een ander strand en 8 procent van de Duitse verblijfstoeristen zou minder vaak komen. Bij een windpark op 22 km (12 NM) is de verminderde interesse een stuk lager. De bezoekingententive daalt met 1 procent en 7 procent zou omrijden naar een ander strand na plaatsing van een windpark op die afstand.
- Daarnaast geeft een klein deel van de Nederlandse respondenten aan het strand vaker te bezoeken bij het plaatsen van een windpark voor de kust (1-2 procent). Van de Duitse verblijfstoeristen geeft 2 tot 8 procent (bij respectievelijk 13 km tot 22 km) aan het strand vaker te bezoeken.”

Resultaten GfK onderzoek in 2015 in opdracht van Stichting Natuur en Milieu²⁶ (uit het plan-MER voor uitbreiding van het windenergiegebied Hollandse Kust):

“GfK heeft in 2015 onderzoek gedaan naar de verandering van de perceptie van de aanwezigheid van het windpark in Egmond aan Zee. Dit onderzoek is een herhaling van een online onderzoek dat van 2005 t/m 2008 plaatsvond en die de beleving van het windpark vastlegde. Vergelijking van de resultaten uit de achtereenvolgende jaren laat zien dat men over het algemeen positief tegenover windenergie staat. Een meerderheid van de betrokkenen (65 tot 72 procent) meent ook dat de zee een goede plek is om windparken aan te leggen. Ook komt naar voren dat de weerstand tegen windparken op zee met de jaren afneemt. Het ex-post onderzoek van GfK (2015) geeft zowel positieve als negatieve resultaten voor het toerisme. De meerderheid van de respondenten zegt dat een zichtbaar windpark op zee went en dat ze op het strand geen last hebben van een zichtbaar windpark. Een opvallende uitkomst van dit onderzoek is dat een meerderheid van de respondenten (65 tot 72 procent) de zee een goede plek vindt om windparken te bouwen.”

²⁶ Natuur & Milieu en GfK, 2015. Houding & perceptie van Duitse toeristen t.a.v. windmolens aan de Nederlandse kust

Op basis van het hiervoor gepresenteerde onderzoek worden geen significante effecten verwacht op kustrecreatie en – toerisme door de komst van turbines in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (effectbeoordeling 0).

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 verstuivingen 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 weer²⁷. De gemiddelde windsnelheid binnen grote 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 10.18, waarin goed te zien is dat door windturbines wolkenvorming kan ontstaan.

Uit een analyse van het Institute of Technology van Karlsruhe²⁸ 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 luchtlaag 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

²⁷ 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.
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.

²⁸ 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

uiteenlopende temperatuur, maar allebei nabij het punt van verzadiging. Daarnaast moet de 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.

Figuur 10.18 Windpark Horns Rev 1 voor de kust van Denemarken. Foto Vattenfall



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)²⁹.

Het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) ligt op de indicatieve route van recreatievaart, vertrekkende vanuit het Noordzeekanaalgebied en Den Helder. De aanwezigheid van kavels V en VI zal dan ook resulteren in de verplichting tot omvaren voor de recreatievaart met schepen groter dan 24 meter. Het windenergiegebied ligt echter dusdanig ver van de kust, dat door de aanwezigheid van de kavels V en VI 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 (0) beoordeeld.

²⁹ Beleidsnota Noordzee 2016-2021, Bijlage 2 bij het NWP2.

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 boten. 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.

10.14 Cultuurhistorie en archeologie

10.14.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Zoals blijkt uit het archeologisch bureauonderzoek bestaat voor het windenergiegebied een hoge verwachting voor de aanwezigheid van (resten van) scheepswrakken en vliegtuigwrakken uit de Tweede Wereldoorlog³⁰. 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 (noord) is gebleken dat er binnen het hele windenergiegebied in totaal circa 244 objecten (waarvan ook wellicht scheepswrakken) aanwezig zijn. Uit het vervolgonderzoek³¹ is gebleken dat de meerderheid van deze objecten bestaan uit kleine objecten, kettingen of kabels en geen archeologische waarde hebben. Voor 12 objecten (wellicht wrakken) is de archeologische waarde niet vastgesteld. Twee van deze objecten zijn gevonden op de zeebodem. De overige tien objecten niet. 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.

Naast de 244 gevonden objecten zijn er ook 124 andere objecten gedetecteerd met de side sonar. Van deze 124 zijn er vijf onbekende objecten geselecteerd die wellicht van archeologische waarde zijn. In de onderstaande tabel zijn de in totaal zeven objecten met mogelijk archeologische waarde weergegeven.

³⁰ Periplus Archeomare Desk Study Archeological Assessment Hollandse Kust (Noord), mei 2017

³¹ Periplus Archeomare. An archeological assessment of geophysical survey results. januari 2018

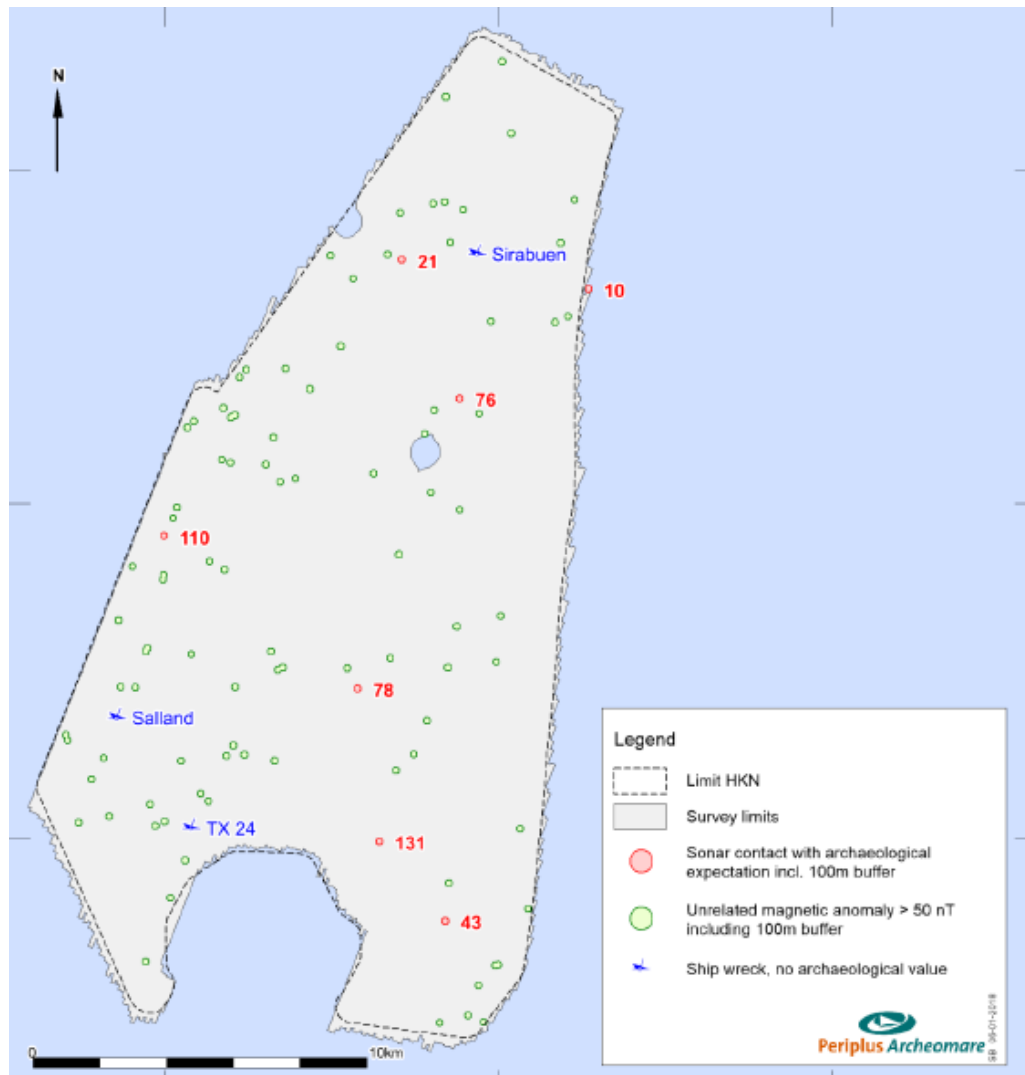
Tabel 10.7 Samenvatting van de objecten met mogelijke archeologische waarde, die gevonden zijn met de side sonar en de multibeam. Bron: Periplus (2018)³¹

Nr	Oostwaarde	Noordwaarde	L(m)	W(m)	H(m)	Omschrijving	Classificatie
10	592700	5846422	1,0	1,0	0,5	Mogelijke resten van een wrak	Wrakresten
21	587094	5847292	9,8	1,0	0,3	Helder object, gedeeltelijke begraven	Onbekend object
43	588396	5827503	14,3	10,4	2,3	Wrak gebroken, gedeeltelijk bedekt met zand	Wrakresten
76	588825	5843142	6,0	1,9	1,5	Drie objecten, één helder en scherp	Onbekend object
78	585770	5834462	4,1	3,1	1,3	Helder object	Onbekend object
110	579971	5839026	5,4	1,5	0,4	Helder object	Onbekend object
131	586424	5829880	5,4	1,1	0,5	Lineair object, loodrecht op huidige zandribbels	Onbekend object

Naast de eerdergenoemde objecten zijn er ook 1035 magnetische anomalieën gedetecteerd in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) met de magnetometer. 652 daarvan zijn bestaande kabels en pijpleidingen en zeven daarvan kunnen worden gerelateerd aan de objecten die zijn gevonden met de side sonar scan. Een totaal van 370 magnetische anomalieën zijn onbekende ijzerhoudende objecten, veelal ingegraven in de zeebodem en bedekt door sedimenten.

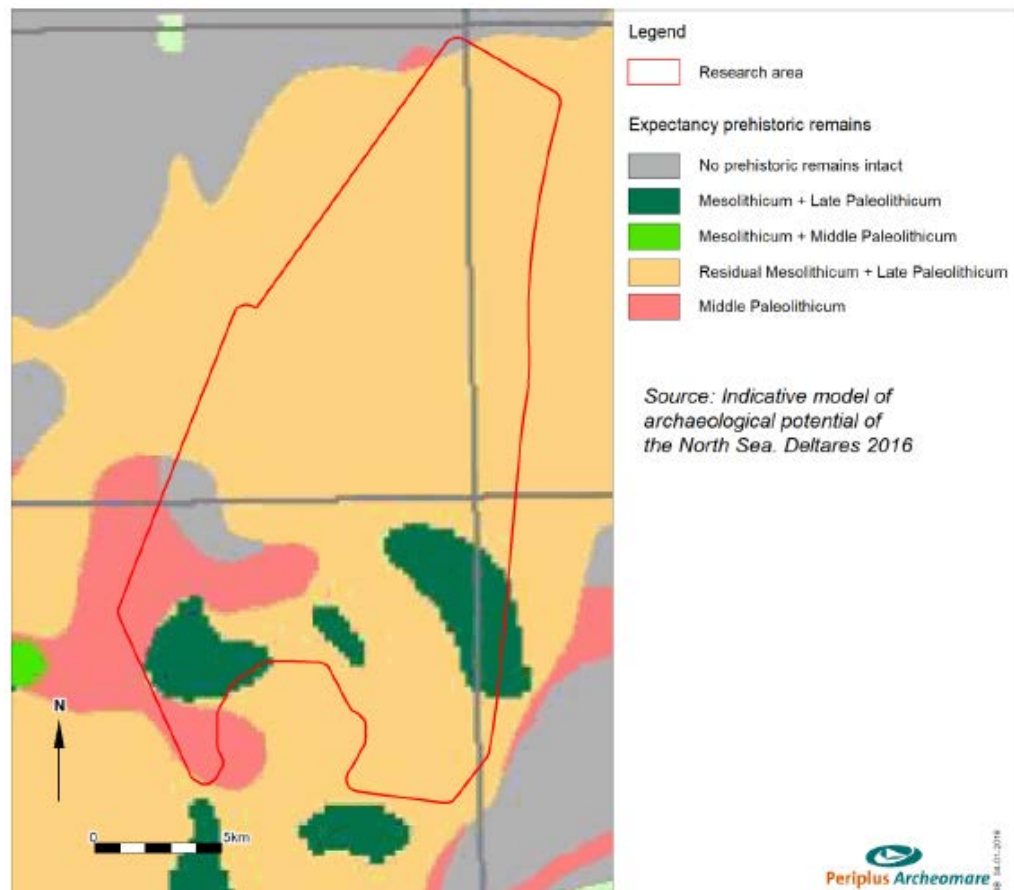
In Figuur 10.19 zijn de objecten weergegeven met een verwachte archeologische waarde.

Figuur 10.19 Objecten met een mogelijke archeologische waarde (inclusief de 100 meter bufferzones). Bron: Periplus (2018)³¹.



Daarnaast kan uit de seismische data worden geconcludeerd dat er goed bewaarde kampen uit het Late Paleolithische en Mesolithische tijdperk liggen in het zuiden van het windenergiegebied (zie Figuur 10.20). Interessante gebieden zijn de oevers van de smalle stromingen en de eolische duinen van de Boxtel formatie die dicht bij de vallei liggen. De gebieden zijn met name interessant als ze zijn bedekt met turf of klei.

Figuur 10.20 Gebieden met archeologische verwachtingen van prehistorische resten. Bron: Periplus (2018)



10.14.2 Effectbeschrijving

In het windenergiegebied zijn scheepswrakken, vliegtuigwrakken en mogelijk andere waardevolle archeologische resten geïdentificeerd (zie Figuur 10.19). 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 5.2 blijkt dat het oppervlak van de funderingen in het windpark zeer klein is ten opzichte van het oppervlak van het gehele windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Het totaal oppervlak van de funderingen die diep de bodem ingaan varieert van circa 3.000 m² (jacket en monopile 8 MW) tot circa 23.000 m² (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 5.2) kan worden gesteld dat de kans op aantasting van ondiepe archeologische resten het grootst is bij een gravity based fundatie (circa 860.000 m² 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.

Zolang de archeologische waarde niet bekend zijn, is het niet mogelijk activiteiten op de locaties van de objecten (zeven in totaal) plus een buffer van 100 meter afstand rondom het object, uit te voeren. Wanneer er geen ankers worden gebruikt tijdens het leggen van parkbekabeling is het wellicht, in samenspraak met Rijkswaterstaat, mogelijk om de bufferzone te verkleinen.

De locaties van deze ijzerhoudende objecten moeten worden vermeden (eveneens inclusief een bufferzone van 100 meter) tijdens de bouw van het windpark. De herkomst van deze objecten zijn onbekend en naast het feit dat ze misschien archeologische waarde hebben, zouden objecten wellicht door de mens gemaakte niet-gesprongen explosieven of ankers of kabels etc. kunnen zijn. Wanneer deze locaties niet kunnen worden vermeden dan is aanvullend onderzoek nodig om de waarde van deze objecten op deze locaties te bepalen. 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.

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.

Hoewel er verschillen zijn in effecten tussen alternatieven met veel en weinig turbines (en veel en weinig erosiebescherming), worden de alternatieven gezien de geringe absolute omvang van de effecten als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

10.15 Schelpdierkweek

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.

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.³² 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 (noord) 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.

10.15.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens aanleg, exploitatie, onderhoud en verwijdering

In en rondom windenergiegebied Hollandse Kust (noord) zijn geen mosselzaadinvanginstallaties (MZI's) aanwezig, hierdoor treden geen effecten op (effectbeoordeling: 0). Een windpark biedt mogelijk wel kansen voor MZI's door hier ruimte aan te bieden, mits de diepte-vereisten voor MZI's kunnen worden versoepeld.

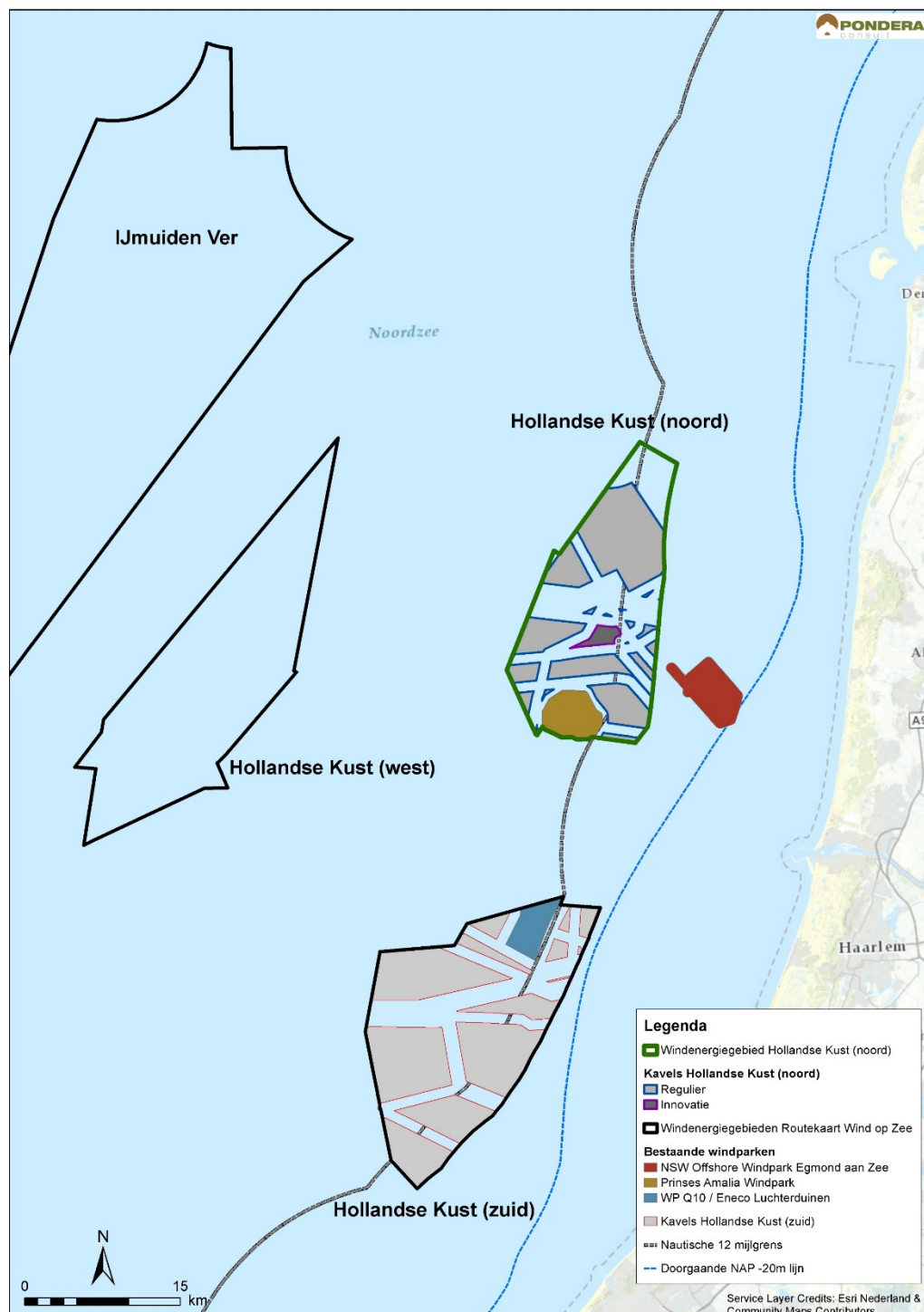
10.16 Bestaande windparken

10.16.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) ligt circa 15 kilometer ten noorden van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en circa 10 tot 20 kilometer ten (zuid)oosten van de in het Nationaal Waterplan 2 aangewezen windenergiegebieden Hollandse Kust (west) en (zuidwest) (zie Figuur 10.21). Op grotere afstand liggen de overige aangewezen gebieden, te weten IJmuiden-Ver (op 35 kilometer), Borssele (op 77 kilometer) en Ten Noorden van de Waddeneilanden (op 190 kilometer).

³² Wageningen Marine Research, Memo Pilot Mosselteelt op de Noordzee, 12 juni 2017

Figuur 10.21 Windenergiegebieden in omgeving Hollandse Kust (noord)



Naast de aangewezen windenergiegebieden zijn er in de directe omgeving van het gebied Hollandse Kust (noord) drie bestaande windparken aanwezig. Eén hiervan ligt binnen de grenzen van het windenergiegebied; Prinses Amaliawindpark. Daarnaast liggen de windparken OWEZ en Luchterduinen op redelijke afstand (respectievelijk 1,5 en 15 kilometer).

10.16.2 Effectbeschrijving

De realisatie van een windpark in kavel V kan voor enige windafvang zorgen op de reeds operationele windparken Prinses Amaliawindpark en OWEZ. Andersom kunnen de bestaande windparken ook voor windafvang zorgen op windturbines in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (zie tevens hoofdstuk 11 voor het effect op de elektriciteitsopbrengst).

Als gevolg van windafvang door de windturbines in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) is door ECN³³ berekend dat het Prinses Amaliawindpark maximaal 2,8% minder opwekt en OWEZ maximaal 2,1%. Door de aanwezigheid van het Prinses Amaliawindpark en OWEZ is de elektriciteitsopbrengst in kavel V maximaal 1,2% lager. Geconcludeerd wordt dat de effecten op bestaande windparken beperkt negatief (0/-) worden beoordeeld, doordat windafvang een negatieve invloed heeft op de energieopbrengst van het Prinses Amaliawindpark en OWEZ.

10.17 Innovatiekavel

Zoals reeds in paragraaf 10.2 is aangegeven zullen effecten niet anders zijn dan in dit hoofdstuk beschreven indien een deel in kavel V voor innovaties wordt benut, namelijk in kavel VI. Dat heeft als reden dat de bandbreedte van de te plaatsen windturbines niet zal verschillen in de innovatiekavel ten opzichte van kavel V. Voor de effecten maakt het dus niet uit of een deel van kavel V voor het innovatiekavel (kavel VI) wordt gereserveerd of niet.

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 rekening is gehouden met de aanwezige gebruiksfuncties. Bij de gebruiksfuncties scheeps- en luchtvaarradar en cultuurhistorie & archeologie is sprake van geringe effecten in de vorm van aantasting (archeologie) of beïnvloeding (scheepsradar). De effecten worden gezien de geringe omvang neutraal beoordeeld, de alternatieven zijn niet onderscheidend. De effecten op baggerstort worden ook als neutraal beoordeeld.

De effecten op de visserij als geheel worden, gezien het oppervlak dat verloren gaat (max circa 131 km²) en de waarde van dat gebied voor de visserij, beperkt negatief beoordeeld. Daarnaast worden de effecten op bestaande windparken ook beperkt negatief beoordeeld, doordat windafvang een negatieve invloed heeft op de energieopbrengst van het Prinses Amaliawindpark en OWEZ. Ook is er een beperkt negatief effect op de aanwezige kabels gelegen in kavels V en VI. De effecten op de vliegbewegingen van de Kustwacht en de vliegbewegingen van helikopters richting gasplatform Q-4C worden tevens als beperkt negatief beoordeeld. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend. Ten slotte worden de effecten op straalpaden ook licht negatief beïnvloed. De effecten op straalpaden kunnen geheel vermeden worden maar de score licht negatief is gegeven omdat er wel rekening moet worden gehouden met de straalpaden bij het bepalen van de windturbineposities.

³³ ECN, Scoping analysis of the potential yield of the Hollandse Kust (noord) wind farm and the influence on the existing wind farms in the proximity, 2018

De effecten op ondiepe delfstoffenwinning, en met name zandwinning, worden als negatief beoordeeld wegens overlap met een vergund winningsgebied en zoekgebieden. Ten aanzien van olie- en gaswinning wordt ook een negatieve score gegeven, aangezien het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) in zowel vergunde winnings- als exploratiegebieden ligt. Daarnaast 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 95 turbines (alternatief 1) dan bij een windpark met 76 turbines (alternatief 2), vanwege het verschil in ruimte tussen turbines. Dit maakt echter geen onderscheid in de uiteindelijke effectbeoordeling.

Tabel 10.8 Effectbeoordeling overige gebruiksfuncties

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alt 1 (95 x 8 MW op suction bucket)	Alt 2 (76 x 10 MW op gravity base)
Visserij	Beperkingen visserij	0/-	0/-
Olie- en gaswinning	Beperkingen olie- en gaswinning	-	-
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0	0
	Interferentie helikopterverkeer	0/-	0/-
	Interferentie Kustwacht	0/-	0/-
	Interferentie militaire luchtvaart	0	0
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	-	-
Baggerstort	Beperkingen baggerstortgebieden	0	0
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	Interferentie radar	0	0
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0/-	0/-
Telecommunicatie	Verstoring kabelverbindingen	0/-	0/-
	Verstoring straalpaden	0/-	0/-
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
Schelpdierweek	Beperkingen schelpdierweek	0	0
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0/-	0/-

10.19 Cumulatie

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat de meeste effecten gering tot verwaarloosbaar zijn. Alleen op de visserij, kabels en leidingen, olie- en gaswinning, zandwinning, mogelijkheden voor de Kustwacht bij SAR-operaties en windafvang voor bestaande windparken zijn (beperkt) negatieve effecten te verwachten. In deze paragraaf wordt toegelicht wat de effecten in cumulatie met andere vergunde (kavelbesluit) windparken als Borssele en Hollandse Kust (noord).

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 gaat circa 1,69% (0,6% Borssele, 0,62% Hollandse Kust (zuid) en 0,47% Hollandse Kust (noord)) van het NCP verloren en daarom ook visgebied. Het gebied dat verloren gaat voor de visserij betreft gemiddeld gunstige visgronden, waardoor in cumulatie sprake is van beperkte negatieve effecten voor de visserij.

Door het grotere aantal turbines op de Noordzee wordt ook de kans groter dat archeologisch resten worden aangetast. De realisatie van Hollandse Kust (noord) vergroot de kans.

Voor de recreatievaart heeft dit extra windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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 V en VI extra omvaren. Echter, in de zuidzijde van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) ligt het operationele Prinses Amaliawindpark, waardoor al dient te worden omgevaren.

Mogelijke werkzaamheden in de Noordzeekustzone bij de aanleg van koelleidingen voor de nieuwe PALLAS-reactor kunnen gelijktijdig plaatsvinden met de werkzaamheden tijdens de aanleg van het windpark. Aangezien het inname- en uitlaatpunt van de koelleidingen op respectievelijk circa 300 m (op een diepte van 5 m) en 700 m (op een diepte van 10 m) uit de kust gerealiseerd worden³⁴, wordt er geen conflict voorzien tussen de aanleg van de koelwaterleidingen voor de PALLAS reactor en de aanleg van het windpark. Er is daarom geen sprake van negatieve effecten in cumulatie en dit beïnvloedt de conclusies in dit hoofdstuk niet.

Ten slotte is er door de realisatie van Hollandse Kust (noord) nog minder gebied over voor zandwinning, naast het gegeven dat Borssele en Hollandse Kust (zuid) het totale zandwinareaal al doen afnemen. Hier is echter in het NWP2 2016-2021 al rekening mee gehouden en past binnen de ruimtelijke ontwikkeling op de Noordzee.

10.20 Mitigerende maatregelen

Om de walradardekking te vergroten kan het Automatic Identification System (AIS) op het TenneT-platform worden geïnstalleerd, hetgeen wordt overwogen.

³⁴ Plan-MER PALLAS, oktober 2017

Een mogelijkheid om te voorkomen dat objecten met mogelijke archeologische waarde worden aangetast is bijvoorbeeld om 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 (noord) uit 2017 vastlegt dat er in ieder geval geen ander gebruik mag plaatsvinden binnen het windenergiegebied en binnen een zone van 500 meter om het windenergie gebied heen, is het van belang om met de vergunninghouders en exploitanten van de betreffende platforms in overleg te gaan.

Aangezien er overlap bestaat met actieve en vergunde zandwingronden, is het noodzakelijk om in overleg te treden met de exploitant van deze gronden. Het is van belang afspraken te maken over de bruikbaarheid (volume) en de periode waarin deze gronden actief gebruikt worden voor zandwinning.

De overige effecten zijn zeer lokaal, tijdelijk en gering. De noodzaak van mitigerende maatregelen is dan ook niet aanwezig. Wel kunnen er 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 zo een (mogelijk) archeologische object te ontwijken.

10.21 Leemten in kennis

Voor het aspect recreatie en toerisme is sprake van een leemte in kennis. Daadwerkelijk optredende economische effecten op kustrecreatie na de aanleg van zichtbare windparken zijn in Nederland niet eerder onderzocht. In andere landen is beperkt ex post onderzoek gedaan. Daaruit zijn geen significant negatieve effecten op recreatie en toerisme naar voren gekomen.

Voor overige 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 de kleinste (8 MW) en grootste (10 MW) momenteel beschikbare windturbine de elektriciteitsopbrengst en de vermeden emissies uitgerekend. Om de bandbreedte te beschouwen hanteert dit hoofdstuk twee alternatieven: een minimum alternatief met 95 turbines van 8 MW (Vestas V164-8.0 MW) en een maximum alternatief met 76 turbines van 10 MW (AMSC SeaTitan 10 MW). Het aantal windturbines wordt bepaald door de omvang van kavel V (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). De cijfers in dit hoofdstuk betreffen dus een indicatie.

Tabel 11.1 Kenmerken van de te onderscheiden alternatieven voor elektriciteitsopbrengst.

Kenmerken	Minimum alternatief	Maximum alternatief
Aantal turbines	95	76
Vermogen turbine	8 MW	10 MW
Rotordiameter	164	190
Ashoogte*	107	125

* De ashoogte wordt bepaald door de tiplagte (30 m boven zeeniveau (maximum alternatief) of 25 m boven zeeniveau (minimum alternatief) + de halve rotordiameter

De trend bij de ontwikkeling van windturbines leidt momenteel tot turbines met een relatief groot vermogen en een grote rotordiameter. Het aantal watt per m² neemt de laatste jaren af en ligt nu tussen circa 380 W/m² en 260 W/m² (uitkomsten werksessie ECN, september 2014). Uitgaande van een ondergrens van 8 MW en bovengrens van 10 MW aan opgesteld vermogen, resulteert dit in de rotordiameters zoals weergegeven in de onderstaande tabel. De rij bij 260 W/m² geeft de maximale rotordiameter weer per MW opgesteld vermogen, de rij bij 380 W/m² geeft de minimale rotordiameter weer per MW opgesteld vermogen.

Tabel 11.2 Rotordiameters.

Power Density Rotor (W/m^2)	Opgesteld vermogen (MW)				
	6	7	8	9	10
260	171	185	198	210	221
280	165	178	191	202	213
300	160	172	184	195	206
320	155	167	178	189	199
340	150	162	173	184	194
360	146	157	168	178	188
380	142	153	164	174	183

11.2 Beoordelingskader

In de onderstaande tabel zijn 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 ₂ -emissie reductie SO ₂ -emissie reductie NO _x -emissie reductie	Kwantitatief in MWh/jaar en ton/jaar

11.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het Prinses Amaliawindpark en Windpark Egmond Aan Zee (OWEZ) produceren jaarlijks circa 435¹ en 315² GWh, een equivalent van het jaarlijkse elektriciteitsverbruik van circa 214.000 huishoudens.

Ook produceren de windparken Luchterduinen (531 GWh³) en Gemini I en II (ZeeEnergie en Buitengaats, 2.600 GWh) elektriciteit, en zullen de windparken in windenergiegebied Borssele en Hollandse Kust (zuid) dit in de toekomst ook gaan doen.

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;

¹ <http://www.prinsesamaliawindpark.eu/nl/windpark.asp>

² http://www.noordzeewind.nl/wp-content/uploads/2012/02/OWEZ_R_000_20101112_Operations_2009.pdf

³ <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

In tabel 11.4 is per alternatief de opbrengst van het windpark weergegeven, evenals de emissiereductie van CO₂, NO_x en SO₂. De jaarlijkse CO₂-, NO_x- en SO₂-reductie is uitgedrukt in ton per jaar. De opbrengstgegevens zijn berekend met WindPro en zijn hier opgenomen ter indicatie. De opbrengst is namelijk erg afhankelijk van het type windturbine en de uitgangspunten als parkeffecten en windsnelheid. In bijlage 12 zijn de uitgangspunten van WindPro opgenomen. Er is rekening gehouden met windafvang door het windpark Amalia, OWEZ en Luchterduinen en gebruik is gemaakt van de winddata die gebruikt is in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)⁴, aangezien dat de momenteel best beschikbare dataset is. Geen rekening is gehouden met de realisatie van de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), omdat a) deze windturbines op grotere afstand zijn gelegen en b) specifieke windturbintypes in die kavels nog niet bekend zijn.

Tabel 11.4 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies kavel V op basis van een voorbeeldturbine (turbinekeuze vindt echter later plaats door vergunninghouder).

Alternatief	Netto elektriciteitsopbrengst (MWh/jaar)	CO ₂ -reductie (ton/jaar)	NO _x -reductie (ton/jaar)	SO ₂ -reductie (ton/jaar)
Minimum alternatief (8 MW)	3.064.800	2.076.069	1.559	533
Maximum alternatief (10 MW)	3.443.000	2.332.258	1.796	599

De energieopbrengst van het maximumalternatief (76 turbines van 10 MW) is circa 12% hoger dan het minimumalternatief (95 turbines van 8 MW). Dat is niet per definitie zo, maar geldt wel voor de beschouwde turbintypes. Een verklaring voor het verschil is dat voor de 8 MW turbine is gekozen voor een turbine met een relatief geringe rotordiameter (namelijk 164, dat is ook de ondergrens, zie tabel 11.2) en dat voor de 10 MW turbine deze rotordiameter relatief groter is (namelijk 190 waarbij de ondergrens 183 meter bedraagt voor een 10 MW turbine conform tabel 11.2).

⁴ <https://offshorewind.rvo.nl/file/view/51102772/calculated-wind-climate-wra-1-hkz-wfz-ecofys>

De energieopbrengst in het alternatief met 10 MW-turbines wordt met een minder aantal turbines gerealiseerd dan in het alternatief met 8 MW turbines, namelijk 95 om 76. De bijdrage van het windpark aan de reductie van CO₂, NO_x en SO₂ is recht evenredig met de netto energieopbrengst. De reductie is berekend aan de hand van het gemiddelde gebruik van brandstoffen bij elektriciteitscentrales (voornamelijk gas). Hierbij zijn de volgende kengetallen gehanteerd: 77,9 kg CO₂/GJ (CBS, Hernieuwbare energie in 2016, 2017), 0,06 kg NO_x/GJ en 0,02 kg SO₂/GJ (ECN-C--05-090). Voor het rendement van elektriciteitscentrales is uitgegaan van 41,4% (CBS, Hernieuwbare energie 2016, 2017).

Benodigde energie voor productie, bouw, onderhoud en verwijdering

Het produceren, bouwen, onderhouden en verwijderen van een windturbine kost energie. Uit onderzoek van Oregon State University⁵ blijkt een energetische terugverdientijd van 5,2 en 6,4 maanden. Florida Atlantic University⁶ geeft een energetische terugverdientijd van 6 tot 9 maanden. Voor de uitstoot van CO₂, NO_x en SO₂ is de terugverdientijd ongeveer tussen de 4 en 9 maanden (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 productplatformen⁷. 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.

Bijdrage aan Nederlandse doelstelling voor duurzame energie

Het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik bedroeg in 2015 6,0%⁸. De Rijksoverheid wil het percentage duurzame energie laten groeien. De doelstelling voor 2020 bedraagt 14% duurzame energie, voor 2023 bedraagt deze 16%.

Voor het berekenen van de bijdrage van het windpark aan een duurzame energieproductie is uitgegaan van het verbruik in 2016. Toen bedroeg het landelijke energieverbruik 580.550 GWh (2.090 PJ, totaal bruto energetisch eindverbruik, bron: CBS, Hernieuwbare energie in Nederland 2016, 2017). Kavel V levert met een energieproductie van 3.443.000 MWh (10 MW-turbine) een bijdrage van 0,59% aan een duurzame energieproductie (van 2016).

Het gemiddelde huishouden heeft een elektriciteitsverbruik van 3.300 kWh per jaar. Kavel V kan met een energieproductie van 3.443.000 MWh per jaar, circa 1.043.300 huishoudens van elektriciteit voorzien. Op basis van de nieuwe berekeningsmethodiek van NWEA

⁵ 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>

⁶ 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>

⁷ <http://www.energy.siemens.com/hq/en/renewable-energy/wind-power/epd.htm>

⁸ CBS, Hernieuwbare energie in Nederland 2016, 2017

(<http://www.nwea.nl/over-windenergie/windenergie-op-land/calculators-windenergie>) staat een elektriciteitsopbrengst van een windpark op zee met een vermogen van 760 MW ongeveer gelijk aan 2,86% van het jaarlijkse Nederlandse elektriciteitsverbruik en komt dit overeen met het totale elektriciteitsverbruik van circa 485.000 Nederlanders (niet alleen het thuisverbruik, maar alle verbruik, dus ook verbruik op werk, op school, etc.).

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 11.5 Samenvatting effectbeoordeling elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies.

Aspecten	Beoordeling	
	8 MW	10 MW
Elektriciteitsopbrengst	++	++
Vermeden emissies	++	++

11.6 Cumulatie

Bij de verdere invulling van windenergiegebieden, zal de productie van duurzame energie verder toenemen. De doelstelling voor deze gebieden is voor Borssele 1.400 MW, Hollandse Kust (zuid) 1.400 MW en Hollandse Kust (noord) 700 MW. De positieve effecten van een duurzame energieproductie (minder emissies) nemen bij realisatie van deze doelstelling verder toe.

Als gevolg van windafvang door de windturbines in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) is door ECN⁹ berekend dat het Prinses Amalia windpark maximaal 2,8% minder opwekt en OWEZ maximaal 2,1%. Door de aanwezigheid van het Prinses Amaliawindpark en OWEZ is de elektriciteitsopbrengst in kavel V maximaal 1,2% lager (hier is reeds rekening mee gehouden bij de opbrengstberekening, waarvan het resultaat is opgenomen in tabel 11.4).

11.7 Innovatiekavel

Voor 50 MW wordt er in het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) mogelijk ruimte gereserveerd voor de mogelijkheid om innovaties te testen. Dat betekent voor de elektriciteitsopbrengst dat deze voor de turbines in het innovatiekavel lager kan liggen, omdat het doel niet (alleen) is om duurzame elektriciteit te genereren, maar ook om innovaties te testen. Dat laatste kan, maar hoeft niet, ten koste gaan van de elektriciteitsopbrengst. Omdat het naar verwachting om slechts enkele turbines gaat en ook om een mogelijk geringe vermindering van de elektriciteitsopbrengst, is niet te verwachten dat door gebruik te maken van het innovatiekavel de elektriciteitsproductie van het gehele windenergiegebied wezenlijk verandert ten opzichte van de gepresenteerde cijfers in dit hoofdstuk.

⁹ ECN, Scoping analysis of the potential yield of the Hollandse Kust (noord) wind farm and the influence on the existing wind farms in the proximity, 2018

11.8 Mitigerende maatregelen

Er zijn alleen positieve effecten te verwachten op elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies. De noodzaak van mitigerende maatregelen zijn 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 maximeren van de elektriciteitsopbrengst (en daarmee de vermeden emissies) gestimuleerd.

11.9 Leemten in kennis

Verwacht wordt dat de berekeningen in dit hoofdstuk een goede indicatie geven. 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 AFWEGING

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 bandbreedte die gehanteerd wordt in het kavelbesluit, te nemen mitigerende maatregelen, waaronder een verkleining van kavel V. 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 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.

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 eruitziet.

12.3 Effecten binnen de bandbreedte

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. 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 per aspect naar de verschillende beoordelingscriteria weer. 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, de omschrijving van de beoordelingscriteria is hiervoor vereenvoudigd.

In dit MER is een bandbreedte beoordeeld op milieueffecten. Voor zover mogelijk in het kader van het MER is onderzocht wat de maximale bandbreedte is, waarbinnen de effecten zich kunnen voordoen. In dit licht is per aspect onderzocht wat de worst case en de best case situatie is. Deze kunnen per aspect verschillend zijn.

12.3.1 Vogels en vleermuizen

Tabel 12.1 Beoordeling effecten vogels en vleermuizen zonder mitigerende maatregelen.

Effecten windpark	Alternatief 1 95 * 8 MW ø 164 m	Alternatief 2 76 * 10 MW ø 221 m
Aanlegfase vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Gebruiksfase vogels		
<i>Lokale zeevogels</i>		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
<i>Kolonievogels</i>		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
<i>Trekvogels</i>		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
Verwijderingsfase vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Vleermuizen		
- aanvaringen	--/-	-

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	95 * 8 MW ø 164 m	76 * 10 MW ø 221 m
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	+/-	+/-
OVERALL BEOORDELING	--	-

Het alternatief met 76 x 10 MW-turbines en een rotordiameter van 221 meter is het meest milieuvriendelijke alternatief gezien vanuit vogels en vleermuizen, vanwege het geringere aantal aanvaringssslachtoffers in vergelijking met het andere alternatief. De worst case situatie is het alternatief met 95 x 8 MW-turbines en een rotordiameter van 164 meter.

12.3.2 Onderwaterleven

Tabel 12.2 Beoordeling effecten onderwaterleven zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		95 * 8 MW	76 * 10 MW
Effecten bij aanleg, gebruik en verwijdering op: Biodiversiteit Recruitment Dichtheden/biomassa Bijzondere soorten	<i>Bodemdieren</i>		
	Bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
	Habitatverlies	0	0
	<i>Vissen</i>		
	Geluid/trillingen	0/-	0/-
	Bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
	Habitatverlies	0	0
<i>Zeezoogdieren</i>			
Aanleg Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen Fysieke aantasting			
	Verstoord oppervlak (km ²)	-	-
	Aantal verstoorde dieren	-	--
	Dierversstoringsdagen	--	--
	Aantal aangetaste dieren	--	--
	Populatie-effecten (Noordzee)	--	--
Gebruik Verstoring door geluid en trillingen turbines Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)			
	Verstoord oppervlak (km ²)	0	0
	Aantal verstoorde dieren	0	0
	Verstoord oppervlak (km ²)	0	0
	Aantal verstoorde dieren	0	0
Verwijdering Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden			

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		95 * 8 MW	76 * 10 MW
door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	Verstoord oppervlak (km ²) Aantal verstoorde dieren	0/- 0/-	0/- 0/-

Voor wat betreft de effecten als gevolg van onderwatergeluid, blijkt voor zeezoogdieren alternatief 1 (95 x 8 MW-turbines) de *best case* te zijn. Dit vanwege het kleinere verstoorde oppervlak (afname hei-energie) en dit ondanks het grotere aantal funderingen in vergelijking met alternatief 2 (76 x 10 MW-turbines). Het verschil in verstoord oppervlak is echter dermate gering dat dit niet zichtbaar is in de effectbeoordeling op dit criterium an sich (beide alternatieven scoren - op dit criterium). De effecten voor bruinvissen en zeehonden kunnen voor beide alternatieven sterk negatief zijn. De populatiereductie van bruinvissen is in beide alternatieven groter dan toelaatbaar wordt geacht in het Kader Ecologie en Cumulatie en aanvullende studies (Heinis, 2015). Afgesproken is dat de populatie als gevolg van de aanleg van de 10 offshore windparken van het Energie-akkoord met niet meer dan 5% afneemt (in plaats van de eerdere 20%). Dit betekent dat de berekende populatieafname voor dit windpark niet meer dan **510** dieren mag bedragen. De effecten op zeehonden kunnen niet op dergelijke wijze worden gekwantificeerd, maar met een maximaal mogelijke versterking van 98% van de Nederlandse populatie zijn zeer negatieve effecten niet uit te sluiten. Door toepassing van mitigerende maatregelen zijn deze effecten te beperken en voor bruinvissen kan dit tot onder deze drempelwaarde (zie paragraaf 12.5 en 12.6). Voor wat betreft bodemdieren en vissen zijn de effecten zeer gering van omvang.

12.3.3 Scheepvaart en veiligheid

Tabel 12.3 Beoordeling effecten scheepvaart en veiligheid zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1 met 8 MW-turbines	Alternatief 2 met 10 MW-turbines
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving	0/-	0
	Gevolgschade van aanvaring of aandrijving	0	0
Scheepvaart	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0	0
	Effecten van doorvaart voor schepen <24 meter	0	0

Voor twee alternatieven van kavel V zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de turbines. Voor de variant met 8 MW-turbines zijn de kansen hoger dan voor de variant met 10 MW-turbines. Dit komt zowel door het hogere aantal turbines als door het gebruik van jackets binnen de eerste variant. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24 meter is 0,073882 per jaar voor het alternatief met 8 MW turbines, of te wel eens per 13,5 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24 meter is 0,046974 per jaar voor het alternatief met

10 MW turbines, of te wel eens per 21,3 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. Voor verkeer kleiner dan 24 meter is de aanvaar- en aandrijffrequentie respectievelijk 0,021375 voor de 8 MW variant en 0,008895 voor de 10 MW variant, oftewel respectievelijk eens per 46,8 jaar en 112,4 jaar.

Als gevolg van het alternatief met 8 MW turbines wordt eens per 496 jaar een uitstroom van olie verwacht, terwijl dit voor het alternatief met 10 MW turbines eens per 646 jaar is. De frequentie op uitstroom van bunkerolie en ladingolie op het gehele NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine van kavel V met 0.40% toe voor het alternatief met 8 MW turbines. Voor het alternatief met 10 MW turbines is dit lager (0.31%).

Bij de 8 MW variant is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine $1,06 \times 10^{-3}$. Het verwachte aantal doden voor de 10 MW variant is $6,6 \times 10^{-4}$.

12.3.4 Morfologie en hydrologie

Tabel 12.4 Beoordeling effecten morfologie en hydrologie zonder mitigerende maatregelen.

Aspect (gedurende aanleg, onderhoud en exploitatie)	Alternatief 1	Alternatief 2
	een 8 MW-turbine op een suction bucket fundering met een doorsnede van 17,5 meter. Erosiebescherming (stortstenen): geen.	een 10 MW-turbine op een gravity based fundering met een doorsnede van 40 meter ter plaatse van de zeebodem. Erosiebescherming (stortstenen): drie maal 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
Kustveiligheid	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. Beide alternatieven verschillen hierin nauwelijks en zijn derhalve nagenoeg gelijk.

12.3.5 Landschap

Tabel 12.5 Beoordeling effecten landschap zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Beoordeling	
	Alternatief 1	Alternatief 2
	95 x 8 MW-turbines Max. tiphoogte 189 m	76 x 10 MW-turbines Max. tiphoogte 251 m
- Zichtbaarheid in percentage van de tijd - Interpretatie zichtbaarheid aan de hand van visualisaties	-	-

De zichtbaarheid van windturbines in kavel V en VI is kwantitatief weergegeven door het percentage van de tijd dat de meteorologische omstandigheden zodanig zijn, dat het windpark is te zien. Dat is 37% van de tijd gedurende de zomermaanden (1 mei- 30 september) in de dagperiode, vanaf het dichtstbijzijnde punt op land (Castricum aan Zee en Egmond aan Zee). Buiten deze periode is het zichtbaarheidspercentage lager. Ook is dit percentage lager op andere zichtlocaties, die verder van de kavel zijn gelegen.

Verder geven fotovisualisaties aan dat het windpark, als de meteorologische omstandigheden goed zijn, zichtbaar is. Onderscheid tussen de alternatieven is gering. De 10 MW turbines zijn afzonderlijk iets beter waarneembaar vanwege hun grotere omvang, maar het zijn er in totaal weer minder dan bij het alternatief met 8 MW turbines. De 10 MW turbines zijn op een afstand van 47 kilometer of meer nog wel (theoretisch) zichtbaar, de kleinere 8 MW turbines niet meer (vanwege kimduiking). Dit verschil in effect is echter klein.

Op basis van met name De Vries et al. (2008) wordt geconcludeerd dat de beleving subjectief is en afhankelijk van de achtergrond van de waarnemer zoals opleidingsniveau, inkomen en houding ten opzichte van duurzame energie. De grote gemene deler uit het belevingsonderzoek laat zien dat verstoring van het zeelandschap met vaste objecten, zoals windparken of boorplatforms, licht negatief beoordeeld wordt, dat daarbij het eerste verstorende object het meest negatief wordt beoordeeld en dat daarna volgende objecten steeds relatief minder negatief beoordeeld worden, en dat een grotere afstand leidt tot een minder negatieve beoordeling. Ook zijn er groepen mensen die met windturbines in het algemeen en met windenergie op zee positieve associaties blijken te hebben.

De verlichting die wordt toegepast op de gondel van de windturbines zorgt ervoor dat het windpark onder goede meteorologische omstandigheden ook 's nachts zichtbaar kan zijn vanaf de kust. Hoe meer windturbines, hoe zichtbaarder in de nacht. Het alternatief met de meeste turbines scoort dan ook minder goed op zichtbaarheid in de nacht dan het alternatief met de minste turbines. Dit effect wordt kleiner als alleen de buitenste turbines verlicht worden (zie het informatieblad aanduiding offshore windturbines en offshore windparken, in relatie tot luchtvaart, (versie 3.0, 30 september 2016) zie hiertoe ook paragraaf 9.8 over mitigerende maatregelen.

12.3.6 Overige gebruiksfuncties

Tabel 12.6 Beoordeling effecten overige gebruiksfuncties zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alt 1 (95 x 8 MW op suction bucket)	Alt 2 (76 x 10 MW op gravity base)
Visserij	Beperkingen visserij	0/-	0/-
Olie- en gaswinning	Beperkingen olie- en gaswinning	-	-
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0	0
	Interferentie helikopterverkeer	0/-	0/-
	Interferentie Kustwacht	0/-	0/-
	Interferentie militaire luchtvaart	0	0
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	-	-
Baggerstort	Beperkingen baggerstortgebieden	0	0
Scheeps-, wal- en luchtvaarradar	Interferentie radar	0	0
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0/-	0/-
Telecommunicatie	Verstoring kabelverbindingen	0/-	0/-
	Verstoring straalpaden	0/-	0/-
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	Beperkingen schelpdierkweek	0	0
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0/-	0/-

Voor de meeste aanwezige gebruiksfuncties blijken er geen of slechts geringe effecten op te treden wanneer turbines worden gerealiseerd in kavel V. De meeste effecten worden gezien de geringe omvang als neutraal beoordeeld. Dit komt deels doordat bij de locatiekeuze rekening is gehouden met de aanwezige gebruiksfuncties. Bij de gebruiksfuncties scheeps- en luchtvaarradar en cultuurhistorie & archeologie is sprake van geringe effecten in de vorm van aantasting (archeologie) of beïnvloeding (scheepsradar). De effecten worden gezien de geringe omvang neutraal beoordeeld, de alternatieven zijn niet onderscheidend. De effecten op baggerstort worden ook als neutraal beoordeeld.

De effecten op de visserij als geheel worden, gezien het oppervlak dat verloren gaat (max. circa 131 km²) en de waarde van dat gebied voor de visserij, beperkt negatief beoordeeld. Daarnaast worden de effecten op bestaande windparken ook beperkt negatief beoordeeld, doordat windafvang een negatieve invloed heeft op de energieopbrengst van het Prinses Amaliawindpark en OWEZ. De effecten op de vliegbewegingen van de Kustwacht en de vliegbewegingen van helikopters richting gasplatform Q-4C worden tevens als beperkt negatief beoordeeld. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend. Ten slotte worden de effecten op straalpaden ook als licht negatief beoordeeld. De effecten op straalpaden kunnen geheel vermeden worden, maar de score licht negatief is gegeven omdat er wel rekening moet worden gehouden met de straalpaden bij het bepalen van de windturbineposities.

De effecten op ondiepe delfstoffenwinning, en met name zandwinning, worden als negatief beoordeeld wegens overlap met een vergund winningsgebied en zoekgebieden. Ten aanzien van olie- en gaswinning wordt ook een negatieve score gegeven, aangezien het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) in zowel vergunde winnings- als exploratiegebieden ligt. Daarnaast 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 95 turbines (alternatief 1) dan bij een windpark met 76 turbines (alternatief 2), vanwege het verschil in ruimte tussen turbines. Dit maakt echter geen onderscheid in de uiteindelijke effectbeoordeling.

12.3.7 Elektriciteitsopbrengst

Tabel 12.7 Beoordeling effecten elektriciteitsopbrengst zonder mitigerende maatregelen.

Aspecten	Beoordeling	
	Alternatief 1 95 x 8 MW-turbines	Alternatief 2 76 x 10 MW-turbines
Elektriciteitsopbrengst	++	++
Vermeden emissies	++	++

De energieopbrengst van het maximumalternatief (76 turbines van 10 MW) is circa 12% hoger dan het minimumalternatief (95 turbines van 8 MW). Dat is niet per definitie zo, maar geldt wel voor de beschouwde turbinetypes. Voor de 8 MW turbine is een Vestas V164-8.0 MW doorgerekend en voor de 10 MW turbine is een AMSC SeaTitan doorgerekend. Voor de Vestas is een netto elektriciteitsopbrengst berekend van 3.064.800 MWh/jaar, voor de SeaTitan 3.443.000 MWh/jaar. Een elektriciteitsproductie van 3.443.000 MWh per jaar staat gelijk aan het jaarlijks elektriciteitsverbruik van circa 1.043.300 huishoudens (uitgegaan van gemiddeld 3.300 kWh/huishouden/jaar).

Een verklaring voor het verschil tussen beide alternatieven is dat voor de 8 MW turbine is gekozen voor een turbine met een relatief geringe rotordiameter (namelijk 164, dat is ook de ondergrens, zie tabel 11.2) en dat voor de 10 MW turbine deze rotordiameter relatief groter is (namelijk 190 waarbij de ondergrens 183 meter bedraagt voor een 10 MW turbine conform tabel 11.2).

De energieopbrengst in het alternatief met 10 MW-turbines wordt met een minder aantal turbines gerealiseerd dan in het alternatief met 8 MW turbines, namelijk 95 om 76. De bijdrage van het windpark aan de reductie van CO₂, NO_x en SO₂ 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.

12.4 Cumulatie

In de volgende tabel is kort aangegeven welke cumulatieve effecten optreden en welke gevolgen dit heeft voor het te nemen kavelbesluit.

Tabel 12.8 Overzicht cumulatieve effecten kavel V Hollandse Kust (noord).

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
<i>Vogels en vleermuizen</i>	Overschrijding van de PBR in het onderzochte internationale worst case scenario met 3 MW-turbines in het KEC voor kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en zilvermeeuw is niet uit te sluiten.	Als er in de berekeningen realistische windturbintypes worden gebruikt voor de bestaande en geplande windparken in de zuidelijke Noordzee (Borssele I/II: 4 MW, Borssele III-V: 6 MW, Hollandse Kust (zuid) I – IV: 6 MW en Hollandse Kust (noord): 8 MW), blijft alleen het aantal slachtoffers bij de kleine mantelmeeuw boven de PBR-norm liggen (in het internationale scenario) (Gyimesi & Fijn 2015b). Toetsen we de aantallen slachtoffers als gevolg van Nederlandse parken aan de Nederlandse PBR-norm ¹ dan blijven de gecumuleerde aantallen slachtoffers onder of op de PBR-norm van de grote meeuwensoorten, waardoor wel met zekerheid kan worden gezegd dat deze populaties veerkrachtig genoeg zijn om deze additionele sterfte op te vangen. Bovendien liet eerdere populatiemodellering van de kleine mantelmeeuw ook zien dat de Nederlandse populatie kleine mantelmeeuwen niet in gevaar komt (Poot et al. 2011).
	In een worst case scenario in cumulatie met alle ontwikkelingen van windparken op de Noordzee zoals in het KEC beschouwd, wordt de voorlopig berekende PBR waarde voor de ruige dwergvleermuis	Mitigerende maatregelen zijn te treffen om wel acceptabele effecten te bereiken (zie paragraaf 12.5 en 12.6).

¹ Voor het NCP is meer betrouwbare en gedetailleerde data beschikbaar dan voor de gehele Zuidelijke Noordzee. Bovendien is voor het NCP ook meer zekerheid over de tot en met 2023 op te richten windparken. De onzekerheidsmarge in resultaten is bij deze analyse daarom kleiner. Bij deze analyses zijn tevens de effecten van het gebruik van de zone tussen 10-12 mijl bij windenergiegebied Hollandse Kust (noord en zuid) meegenomen. Daarom is ervoor gekozen om een analyse te doen waarin het aantal door Nederlandse parken veroorzaakte slachtoffers wordt vergeleken met een op Nederlandse populaties gebaseerde PBR.

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
	(Nathusius' Pipistrelles) overschreden	
<i>Zeezoogdieren</i>	Effecten op de GSI kunnen niet worden uitgesloten	Mitigerende maatregelen zijn te treffen om wel acceptabele effecten te bereiken (zie paragraaf 12.5 en 12.6).
<i>Scheepvaart en veiligheid</i>	Windparken in de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en andere bestaande windparken kunnen leiden tot andere effecten op scheepvaart en veiligheid	Geen gevolgen kavelbesluit. Het cumulatieve effect van andere windparken op de verkeersveiligheid is niet apart inzichtelijk gemaakt, maar is als basissituatie beschouwd. In het ontwerpcriterium afstand tussen scheepvaartroutes en windparken uit de Beleidsnota Noordzee (2016-2021) zijn de afstanden tussen het scheepvaartscheidingstelsel en de toekomstige windparken vastgelegd en deze zijn geëffectueerd in de nieuwe routestructuur die vanaf augustus 2013 van kracht is geworden.
<i>Morfologie en hydrologie</i>	Windparken in de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kunnen ook leiden tot effecten op geologie en hydrologie	Geen, bij de invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zullen nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en verwaarloosbare effecten optreden als voor kavel V zijn beschreven. Dat betekent dat er geen sprake is van cumulatie, ook niet met andere activiteiten en andere verder weg gelegen windparken.
<i>Landschap</i>	Windparken in overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) hebben tevens invloed op de zichtbaarheid van windturbines vanaf het strand.	Gering, de inbeslagname van de horizontale beeldhoek door windturbines in kavel V in Hollandse Kust (noord) zal toenemen bij de ontwikkeling van deze windturbines ten opzichte van de huidige situatie. De afstand tot de kust van de windturbines in kavel V is over het algemeen dermate groot, dat de meteorologische omstandigheden de zichtbaarheid van de windturbines beperken. De kortste afstand tussen de windturbines op zee en het strand bedraagt 18,5 kilometer. Op deze afstand is een windpark in de zomerperiode gemiddeld overdag 37% van de tijd zichtbaar.
<i>Overige gebruiksfuncties</i>	Windparken in de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en Borssele hebben tevens invloed op overige gebruiksfuncties.	Gering m.b.t. de visserij, bij de ontwikkeling van windenergiegebied Hollandse Kust (noord) wordt het totale ruimtebeslag groter waardoor een groter gebied verloren gaat voor de visserij. In totaal gaat circa 1,69% (0,6% Borssele, 0,62% Hollandse Kust (zuid) en 0,47% Hollandse Kust (noord)) van het NCP verloren en daarmee ook visgebied. Het gebied dat verloren gaat voor de visserij betreft gemiddeld gunstige visgronden, waardoor in cumulatie sprake is van beperkte negatieve effecten voor de visserij. Door het grotere aantal turbines wordt ook de kans groter

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
		<p>dat archeologisch resten worden aangetast.</p> <p>Voor de recreatievaart heeft windenergiegebied Hollandse Kust (noord) 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 V en VI extra omvaren. Echter, in de zuidzijde van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) ligt het operationele Prinses Amaliawindpark, waardoor al dient te worden omgevaren. De effecten op kustrecreatie zijn als neutraal beoordeeld en hebben geen gevolgen voor het kavelbesluit.</p> <p>Ten slotte is er door de realisatie van Hollandse Kust (noord) minder gebied over voor zandwinning, naast het gegeven dat Borssele en Hollandse Kust (zuid) het totale zandwinareaal al doen afnemen. Hier is echter in het NWP2 2016-2021 al rekening mee gehouden en past binnen de ruimtelijke ontwikkeling op de Noordzee.</p>
<i>Elektriciteits-opbrengst</i>	Windparken in de omgeving kunnen wind van elkaar afvangen	Geen, de mate van windafvang is afhankelijk van de exacte invulling van kavel V.

12.5 Mitigerende maatregelen

Na toetsing blijkt dat vrijwel bij elk aspect voldaan kan worden aan de voorwaarden uit het wettelijk kader. Voor het beperken van cumulatieve effecten op vogels en vleermuizen en bruinvissen zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk. Het optreden van (resterende) negatieve effecten door aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark kan echter niet worden uitgesloten. Deze mogelijke resterende effecten kunnen worden gemitigeerd door middel van de volgende maatregelen. Ten behoeve van het voorkeursalternatief zullen uit deze mogelijke mitigerende maatregelen een aantal geselecteerd worden.

Tabel 12.9 Mogelijke mitigerende maatregelen.

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
<i>Vogels en vleermuizen</i>	Aanleg- en verwijderingsfase	<ul style="list-style-type: none"> Bouw en verwijder vanaf juni tot en met september omdat er dan nauwelijks verstoringsoefige zeevogelsoorten aanwezig zijn. Minimaliseer verlichting op schepen en/of gebruik vogelvriendelijke kleur van verlichting.

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
	Operationele fase	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • Installeer zo min mogelijk grote turbines in plaats van meer kleinere. • Installeer tweebbladige in plaats van driebladige turbines. • 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. • 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. • Zo klein mogelijk oppervlak windpark (minste habitatverlies).
<i>Onderwaterlev en</i>	Bodemdieren en vissen	<ul style="list-style-type: none"> • Plaatsen van funderingen met beperkte omvang. • Plaatsen van funderingen die niet hoeven te worden geheid. • Plaatsen van 8 MW turbines omwille van het beperken van trillingen.
	Verstoring en daarmee gepaard gaande populatiereductie zeezoogdieren, PTS	<ul style="list-style-type: none"> • De oppervlakte door geluid verstoord gebied beperken. • Beperken van de aanlegperiode en/of termijn. • Gebruik maken van 'Slow start' en 'Acoustic Deterrent Devices' (ADD's). • Maximaal toelaatbaar geluidniveau vastleggen.
<i>Scheepvaart en veiligheid</i>	Aandrijving	<ul style="list-style-type: none"> • Gebruik maken van het Automatic Identification System (AIS). • Inzetten van een Emergency Towing Vessel.
<i>Morfologie en hydrologie</i>	-	-
<i>Landschap</i>	Zichtbaarheid overdag	<ul style="list-style-type: none"> • Geven van informatie over het wat, hoe en waarom van de windparken, zodat de waarnemer begrip heeft van de noodzaak van het windpark.

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
		<ul style="list-style-type: none"> • Kiezen voor zo groot mogelijke turbines, zodat een kleiner aantal kan worden geplaatst. Dat geeft een rustiger beeld aan de horizon. • Niet benutten van het gehele kavel V met alle deelgebieden, zodat horizontale beeldhoek wordt verkleind. • Kleur RAL7035 (grijs) voorschrijven voor de turbines.
	Zichtbaarheid 's nachts	<ul style="list-style-type: none"> • Voorschrijven van vastbrandende in plaats van knipperende verlichting. • Met behulp van zichtbaarheidsmeters kan de verlichting gedimd worden wanneer de zichtomstandigheden goed zijn, dan hoeft de verlichting niet altijd voluit te branden. • Met behulp van radarsystemen alleen verlichten bij luchtvaartbewegingen. • Alleen de buitenste windturbines voorzien van obstakelverlichting.
<i>Overige gebruiksfuncties</i>	Aantasting archeologische waarden	<ul style="list-style-type: none"> • De locatie van een windturbine of kabel wijzigen om zo een (mogelijk) archeologisch object te ontwijken.
	Risico van niet-gesprongen explosieven	<ul style="list-style-type: none"> • Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen.
	Overlap kavel V met mijnbouwvergunninghouders en obstakelvrije zone rondom platforms	<ul style="list-style-type: none"> • Afstemming zoeken met mijnbouwonderneming.
	Overlap kavel V met actieve zandwingronden	<ul style="list-style-type: none"> • Afstemming zoeken met exploitanten.
	Invloed van windturbines op walradarketen	<ul style="list-style-type: none"> • Toepassing van radar op de te realiseren TenneT-platforms of tussen de windparken en de scheepvaartroutes.
<i>Elektriciteitsopbrengst</i>	-	-

12.6 Voorkeursalternatief

12.6.1 Inleiding

In deze paragraaf over het gekozen voorkeursalternatief gaat het achtereenvolgens over de keuze van de bandbreedte die is beschouwd in dit MER, de te nemen mitigerende maatregelen,

het inperken van de grootte van kavel V en het niet onderscheiden van een apart kavel ten behoeve van innovaties (innovatiekavel VI).

12.6.2 Keuze voorkeursbandbreedte

Er zijn geen aspecten in dit MER die de beschouwde bandbreedte inperken. Als uitgangspunt voor de gehanteerde bandbreedte is namelijk al 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 8 MW (in plaats van 3 MW bij windenergiegebied Borssele). Het aspect vogels beperkte de bandbreedte namelijk voor de kavels in windenergiegebied Borssele. Wel zijn op basis van dit MER mitigerende maatregelen te nemen die de effecten tenietdoen of verminderen. De keuze welke maatregelen genomen dienen te worden volgt nu.

12.6.3 Te nemen mitigerende maatregelen

Maatregelen die getroffen worden om tot een benodigde vermindering van effecten te komen zijn:

Vogels en vleermuizen

- Gedurende nachten (tussen zonsondergang en zonsopkomst) met massale vogeltrek wordt het aantal rotaties per minuut per windturbine tot minder dan 1 gebracht;
- de cut-in windspeed van de turbines bedraagt gedurende de periode van 15 augustus tot en met 30 september tussen 1 uur na zonsondergang tot 2 uur voor zonsopkomst 5,0 m/s op ashoogte.

Onderwaterleven

- De geluidsproductie tijdens heien wordt begrensd tot een maximale waarde tussen 165 en 174 dB re $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 meter van de heilocatie. Hierbij wordt rekening gehouden met de verschillen in dichtheden van bruinvissen (als gevoeligste soort) in bepaalde seizoenen en het aantal palen dat geheid wordt. De volgende normering wordt aangehouden:

Tabel 12.10 Normstelling onderwatergeluid voor windparken in gebied Hollandse Kust (noord) (inclusief de opstart toeslag van 1dB).

Hollandse Kust (noord)	Maximale geluidsbelasting (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m)*		
760 MW	Periode		
# turbines	jan – mei	jun – aug	sep – dec
95 (hier onderzocht)	165	169	172
84	165	169	173
76 (hier onderzocht)	166	170	174

Naast de geluidsnormering dient gebruik gemaakt te worden van zogenaamde 'Acoustic Deterrent Devices', 'soft start' procedures ter voorkoming van permanente effecten op het gehoor (PTS: *permament threshold shift*).

Overige gebruiksfuncties

Er zijn nadere afspraken nodig met stakeholders voor de invulling van het voorkeursalternatief.

In de nabijheid en binnen kavel V liggen verschillende kabels. Voor kabels en leidingen zal een onderhoudszone van 500 meter aan weerszijde van de kabel of leiding worden vastgelegd in de kavelbesluiten. Dit is smaller dan de 750 meter die doorgaans wordt gehanteerd. De Beleidsnota Noordzee (2016-2021) stelt dat in het kader van efficiënt ruimtegebruik op de Noordzee het toegestaan is de onderhoudszone te versmallen.

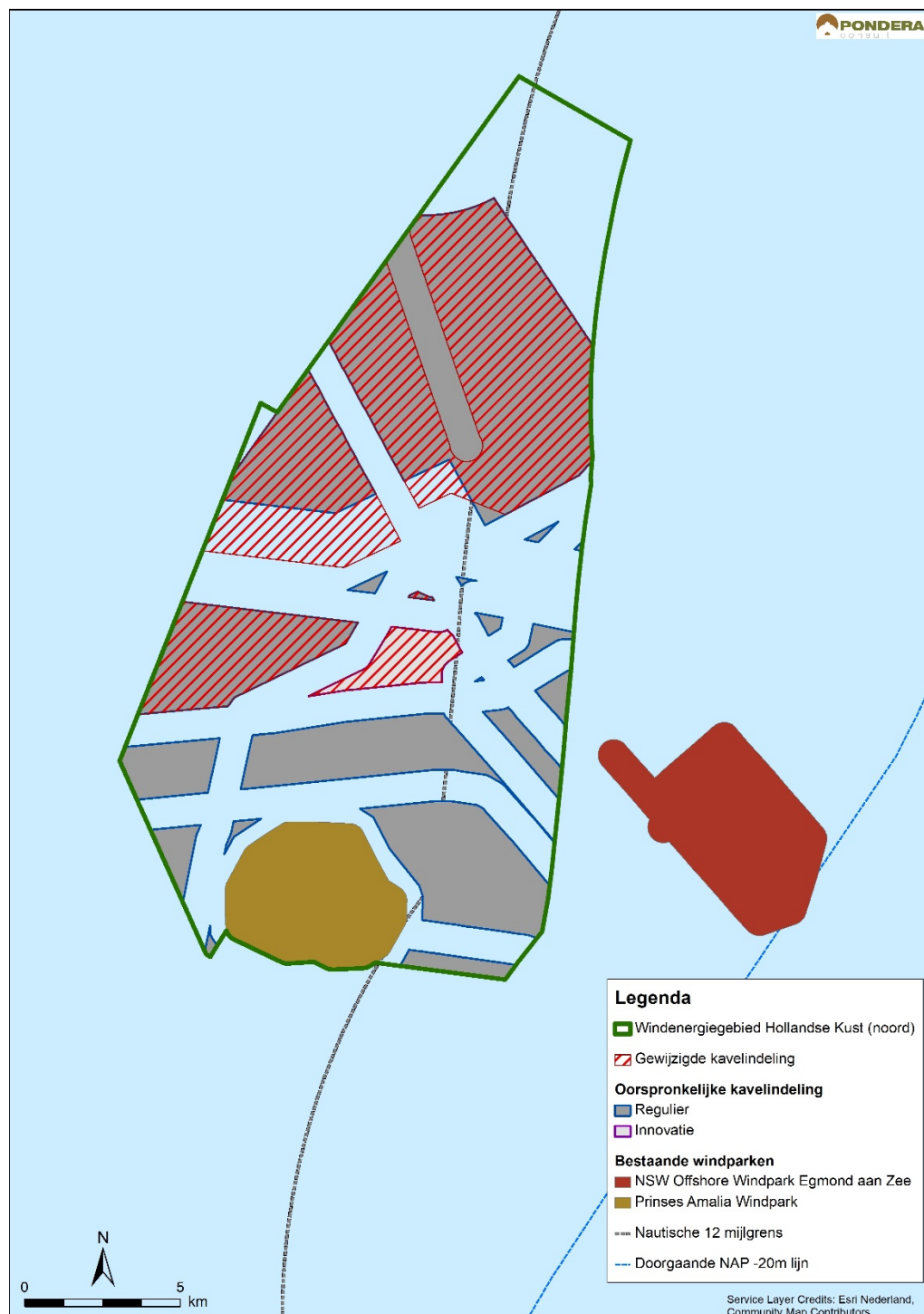
Er is afstemming nodig met de mijnbouw over de overlap van kavel V met mijnbouwvergunningen en zones rond platforms. Ook is afstemming nodig met vergunninghouders van zandwingsgebieden die overlappen met kavel V. De vergunningen voor zandwinning zullen voor het aanvangen van de bouwwerkzaamheden zijn ingetrokken of verlopen. Daarnaast is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen. Ook dient rekening gehouden te worden met (mogelijk) aanwezige archeologische waarden, die de plaatsing van windturbines in kavel V kunnen beïnvloeden. Ten behoeve van de vermindering van de zichtbaarheid van het windpark wordt gekozen om de noodzakelijke verlichting met vastbrandende in plaats van knipperende lampen voor te schrijven en wordt de kleur RAL7035 voor de turbine voorgeschreven.

Naast genoemde maatregelen wordt de kavelgrootte beperkt. De volgende paragraaf geeft de reden daartoe aan en geeft weer wat de effecten daarvan zijn.

12.6.4 Inperking kavelgrootte

Het voor de plaatsing van windturbines beschikbaar oppervlak van kavel V dat is beschouwd in dit MER, heeft een omvang van circa 131 km². Wegens de effecten van ruimtebeslag zoals onderzocht in dit MER, is tevens onderzoek gedaan naar wat het effect op de kostprijs per opgewekte kilowattuur (Levelised Cost of Energy; LCoE) is, in het geval een kleiner oppervlak beschikbaar wordt gesteld en tot welk oppervlak dit zo blijft. Hiertoe heeft Ecofys onderzoek uitgevoerd (*in prep.*), waaruit is gebleken dat de LCoE acceptabel blijft, wanneer kavel V een oppervlak van 88 km² heeft en overeenkomstig de volgende figuur wordt ingedeeld. De windafvang is door de vrije ligging van 700 MW op een afstand van Amalia en OWEZ en andere windenergiegebieden, ongeveer gelijk aan de windafvang in Borssele (1.400 MW + aangrenzende Belgische windparken) en Hollandse Kust (zuid) (1.400 MW en aansluitend Luchterduinen). Mede omwille van de redenen voor het verminderen van effecten voor landschap en visserij wordt ervoor gekozen delen van het windenergiegebied niet te benutten voor de kavel.

Figuur 12.1 Wijziging kavelgrootte kavel V



In bijlage 15 en hierna is specifiek aangegeven wat de redenen zijn van deze afbakening van kavel V.

Landschap

Om het effect van zichtbaarheid te beperken, is gekozen om met name het gebied in de zone tussen 10 en 12 nautische mijl slechts beperkt te gebruiken. Daarnaast zal het Prinses Amaliawindpark op termijn worden ontmanteld en is ook met name aan de zuidzijde van het oorspronkelijke kavel V ruimte vrijgehouden. Daarmee zal een grotere tussenruimte worden gecreëerd tussen kavel V en de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Daarmee zal vanuit kustplaatsen als Noordwijk en Zandvoort een beperkter deel van de horizon van turbines zijn voorzien.

Visserij

Door de kavel met 43 km² te verkleinen, wordt ook minder visgrond 'onttrokken' aan het NCP. Het effect op de visserij wordt daarmee verkleind.

Overige effecten

De overwegingen op basis van landschap en visserij hebben er met name toe geleid dat is gekozen voor een kleiner kavel V. Dit MER heeft een grotere kavelindeling voor kavel V beschouwd dan nu in het voorkeursalternatief is gekozen. In het algemeen kan gesteld worden dat effecten die in dit MER zijn beschreven gelijk zijn aan of minder zijn dan bij het inperken van de kavel zoals in het voorkeursalternatief. Dat heeft er mee te maken dat dezelfde ingreep (95 turbines van 8 MW of minder turbines van een groter aantal megawatt dan 8 MW elk) op een geringer oppervlak wordt voorzien en het aantal turbines en de afmetingen van de turbines hoofdzakelijk de effecten bepalen en in mindere mate de exacte locatie van de turbines in het windenergiegebied. Het enige aspect dat niet leidt tot een neutraal of positief effect bij een kleiner kavel is elektriciteitsopbrengst, omdat de windturbines dichter op elkaar worden geplaatst en daardoor meer wind van elkaar afvangen. Nog steeds is sprake van voldoende ruimte, omdat de windafvang vergelijkbaar is met de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). In bijlage 15 is per milieuaspect een effectbeschrijving gegeven van het ingeperkte kavel van het voorkeursalternatief, waarin deze conclusie nader wordt onderbouwd.

12.6.5 Geen innovatiekavel VI

In de verschillende hoofdstukken is ingegaan op de effecten van een innovatiekavel VI. Omdat de bandbreedte van te plaatsen turbines in dat kavel VI niet verschilde van de rest van de te plaatsen turbines in kavel V, kan de conclusie worden getrokken dat de effecten niet anders zijn dan wanneer kavel V wordt beschouwd en de locatie van kavel VI daarin als onderdeel wordt meegenomen in de effectbeoordeling. Kortom: voor de bepaling van milieueffecten maakt het niet uit of er wel of geen kavel VI voor innovaties wordt aangewezen als de locatie van kavel VI onderdeel vormt van kavel V.

Er is voor gekozen om geen apart kavel VI voor innovaties aan te wijzen. De overwegingen hiervoor zijn:

- Het aantal biedingen voor de tender een innovatiekavel bij Borssele is zeer beperkt gebleken.
- De schaalnadelen van gescheiden bouw en exploitatie van een innovatiekavel roepen vragen op over de efficiency van een dergelijke constructie.

- De Routekaart wind op zee 2030 leidt tot een andere focus voor de innovatieopgave. De uitwerking daarvan vergt meer tijd dan op dit moment beschikbaar is, gegeven de planning van de kavelbesluiten voor Hollandse Kust (noord).
- Met het oog hierop zal worden onderzocht of en zo ja op welke wijze bij toekomstige windparken een innovatiekavel zal kunnen worden ontwikkeld.

Ook binnen de kaders van het reguliere kavel is veel innovatie mogelijk. De verwachting is dat kennis en kunde rondom windparken zich in de komende jaren zullen ontwikkelen. Het gaat dan om de technologie van de windturbines zelf, waaronder bijvoorbeeld nieuwe turbintypes en de wijze van funderen. Het kavelbesluit verhindert dan ook niet om dergelijke innovaties mits:

- De innovaties geen belemmering vormen voor de voorgenomen productie van minimaal 700 MW;
- De innovaties voldoen aan de voorschriften die aan het windpark worden gesteld, zie het kavelbesluit.

12.6.6 Conclusie

Het kavelbesluit dient de voorkeursbandbreedte mogelijk te maken en noodzakelijke mitigerende maatregelen te borgen. Tevens zal het kavelbesluit toezien op het ingeperkte kaveloppervlak. De voorkeursbandbreedte, mitigerende maatregelen en de ingeperkte kavelgrootte vormen samen het voorkeursalternatief dat wordt geborgd in het kavelbesluit voor kavel V. Er wordt geen kavelbesluit genomen voor kavel VI.

12.7 Leemten in kennis

12.7.1 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 V 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 en overige gebruiksfuncties.

12.7.2 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 aanvaringsslachtoffers te voorspellen op zee ontbreekt. Ook over verstoringsgevoeligheden en verstoringsafstanden 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 verstoorte vogels sterft. Het is niet bekend in hoeverre deze aanname overeenkomt met de werkelijkheid.

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.

12.7.3 Onderwaterleven

Benthos

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

Zeezoogdieren

De belangrijkste leemten in kennis met gevolgen voor de omvang van de berekende effecten hebben betrekking op de schatting van effecten op de bruinvispopulatie. Het gaat dan om leemten in kennis op het gebied van het kwantificeren van het aantal verstoorte dieren en dierverstoringsdagen, maar ook om de doorvertaling hiervan naar vital rates.

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 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.

- Het totale aantal dierverstoringsdagen is berekend door het aantal, op een dag mogelijk verstoorte dieren te vermenigvuldigen met de duur van de verstoring. Uit de tot nu toe beschikbare informatie over de duur van de verstoring is nog geen eenduidig beeld naar voren gekomen. De modeluitkomsten blijken echter relatief gevoelig te zijn voor keuzes die hierin worden gemaakt (8, 24 en 48 uur).
- Voor bruinvissen geldt dat de beschikbare dichtheidsschattingen een grote onzekerheid kennen (95% betrouwbaarheidsinterval rond de hier gebruikte gemiddelde schattingen ligt tussen ongeveer -50% en +100% [Geelhoed et al, 2011]). Ook 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 vooral voor de regio van Kattegat/Skagerrak meer informatie beschikbaar is (e.g. Sveegaard, 2011, Wizniewska 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 dat in verschillende tijden van het jaar wordt beïnvloed.

- Voor het NCP is door Wageningen Marine Reserach (voorheen IMARES) op basis van telemetriegegevens een kaart met de ruimtelijke variatie in de dichtheid van gewone zeehonden gemaakt (Aarts e.a. 2016). Voor grijze zeehonden is een dergelijke kaart ook gemaakt (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 verstoorde grijze zeehonden te maken.

Doorvertalen van dierverstoring naar vital rates

Bij het bepalen van effecten op de bruinvispopulatie liggen de belangrijkste leemten in kennis op het gebied van de doorvertaling van geluidverstoring van individuele dieren naar effecten op de gezondheid/conditie van dat dier en wat de gevolgen daarvan kunnen zijn op overlevingskans en voortplantingssucces. Deze kennisleemte is in het Interim PCoD model ingevuld door gebruik te maken van schattingen van deskundigen voor de relatie tussen verstoring en vital rate' in een formeel expert elicitation proces. Hoewel het Interim PCoD model op dit moment in feite het enige operationele instrument is om populatie-effecten voor de Nederlandse situatie te kunnen bepalen, zijn er nog veel kanttekeningen bij te zetten. Een deel van de bedenkingen zou kunnen worden weggenomen als meer kwantitatieve informatie beschikbaar zou komen over de relatie tussen verstoring en de gezondheid/conditie van individuele dieren (van verschillende leeftijd). Daarmee wordt het mogelijk een 'full PCoD model' toe te passen (zie Figuur 2-7 in Heinis & de Jong, 2015). In 2018 zal op basis van een tweetal nieuwe Expert Elicitations een update van het Interim PCoD worden gemaakt. Deze zal naar verechting eind 2018 beschikbaar komen.

Door de leden van de Werkgroep Onderwatergeluid is met betrekking tot deze stap in de effectberekeningen voor bruinvissen een groot aantal kennisleemten benoemd. De volgende aspecten kwamen daarbij naar voren:

- Invloed van verstoring op voedselopname en energieverbruik ('time-budget' analyse): Dit aspect is, meer dan voor andere zeezoogdieren van belang voor bruinvissen, omdat zij relatief klein zijn en regelmatig moeten eten om op gewicht te blijven. Zij zijn daarom relatief gevoelig voor verstoring, omdat dat gevolgen kan hebben voor hun voedselopname. Het gaat om vragen als: bij welke mate van verstoring verbruikt een verstoord dier meer energie dan een niet verstoord dier, bij welke mate van verstoring stopt een dier met foerageren, treedt gewenning op, hoe lang kan een dier zonder eten, onder welke omstandigheden (w.o. duur van vasten, voedselbeschikbaarheid) kan een (tijdelijk) tekort zonder substantiële invloed op de overlevingskans worden aangevuld en hoe hangt dat samen met de periode van het jaar?
- Habitatgeschiktheid: voor bruinvissen is nog niet goed bekend of en zo ja, waarom de gebieden waar (bij momentopnamen) 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 (zie voorgaand punt)? Hoe hangen seizoensvariaties in het voorkomen samen met variaties in het voorkomen van voedsel?

- Zogende moeder-jong combinaties: gevoeligheid van combinaties van moeders met nog niet gespeende jongen voor verstoring in vergelijking met solitaire dieren, kan maskering van communicatie door heigeluid daarbij een rol spelen?

Voor de gewone en de grijze zeehond zijn veel meer gegevens 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 et al, 2007], [Sparling & Fedak, 2004], [Sparling et al, 2007]) zou het effect op de populatie kunnen worden ingeschat door een zogenaamd 'agent based' model (zie bijvoorbeeld (Nabe-Nielsen et al, 2014) te combineren met een Dynamisch Energie Budget.

Vissen

Voor vissen is al het nodige 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.

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 (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 onbegrensd tipsnelheid en de daarmee gepaard gaande geluidsniveaus tot verhoogde verstoring onder vissen leiden.

12.7.4 Scheepvaart en veiligheid

Bij het openstellen van de windparken wordt, evenals in voorgaande kavelbesluiten, een monitoringsverplichting opgenomen. Gemonitord wordt hoeveel en welke schepen gebruik maken van de omgeving van het windpark en hoeveel en welke incidenten hierbij 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.

12.7.5 Morfologie en hydrologie

Er is nader onderzoek nodig ten aanzien van de mogelijke effecten op stratificatieprocessen van een grootschalige (internationale) ontwikkeling van windenergie op de Noordzee. De daadwerkelijke impact op de stratificatieprocessen in de Noordzee van ontwikkelingen op het Nederlands continentaal plat zijn niet eenduidig te benoemen.

12.7.6 Landschap

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

12.7.7 Overige gebruiksfuncties

Voor het aspect recreatie en toerisme is sprake van een leemte in kennis. Daadwerkelijk optredende economische effecten op kustrecreatie na de aanleg van zichtbare windparken zijn in Nederland niet eerder onderzocht. In andere landen is beperkt ex post onderzoek gedaan. Daaruit zijn geen significant negatieve effecten op recreatie en toerisme naar voren gekomen.

Voor overige aspecten binnen overige gebruiksfuncties zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de besluitvorming.

12.7.8 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.

12.7.9 Conclusie

De leemten in kennis leiden er niet toe dat geen goed beeld verkregen is van de effecten van een windpark in kavel V in windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Een kavelbesluit kan genomen worden, ondanks de bestaande leemten in kennis en onzekerheden. 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.

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

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

Bij de evaluatie van het Wozep wordt aandacht 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. Het Wozep is gestart in 2016 en zal vijf jaar duren.

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 Noordzeelands is en wordt gedaan.

Eind 2016 is een meerjarig monitoring- en onderzoeksprogramma opgeleverd waarin globaal de onderzoekslijnen voor de periode 2017-2021 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.