

715082
26 april 2017

MER KAVEL IV
WINDENERGIEGEBIED
HOLLANDSE KUST (ZUID)

Ministeries van Economische
Zaken en Infrastructuur en Milieu

Definitief



Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

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

Documenttitel	MER Kavel IV Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)
Soort document	Definitief
Datum	26 april 2017
Projectnummer	715082
Opdrachtgever	Ministeries van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu
Auteur	Sergej van de Bilt, Maarten Jaspers Fajier en Eric Arends, Pondera Consult
Vrijgave	Joost Spanjer, Aveco de Bondt

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 keuze is gemaakt deze doelstelling te realiseren door middel van een nieuw uitgiftesysteem. Hiervoor is de Wet windenergie op zee in werking getreden. Deze geeft het Rijk de mogelijkheid kavels uit te geven voor de ontwikkeling van windparken op zee. In het kavelbesluit wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden. Na een kavelbesluit volgt vergunningverlening. Alleen de vergunninghouder heeft het recht om op de locatie van de kavel een windpark te bouwen en te exploiteren. In het Waterbesluit zijn algemene regels voor windenergie op zee vastgesteld.

De Minister van Economische Zaken is (in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Milieu) 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 IV in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Het MER beschrijft de milieueffecten die optreden bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbines in het kavel.

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

In deze samenvatting wordt achtereenvolgend ingegaan op:

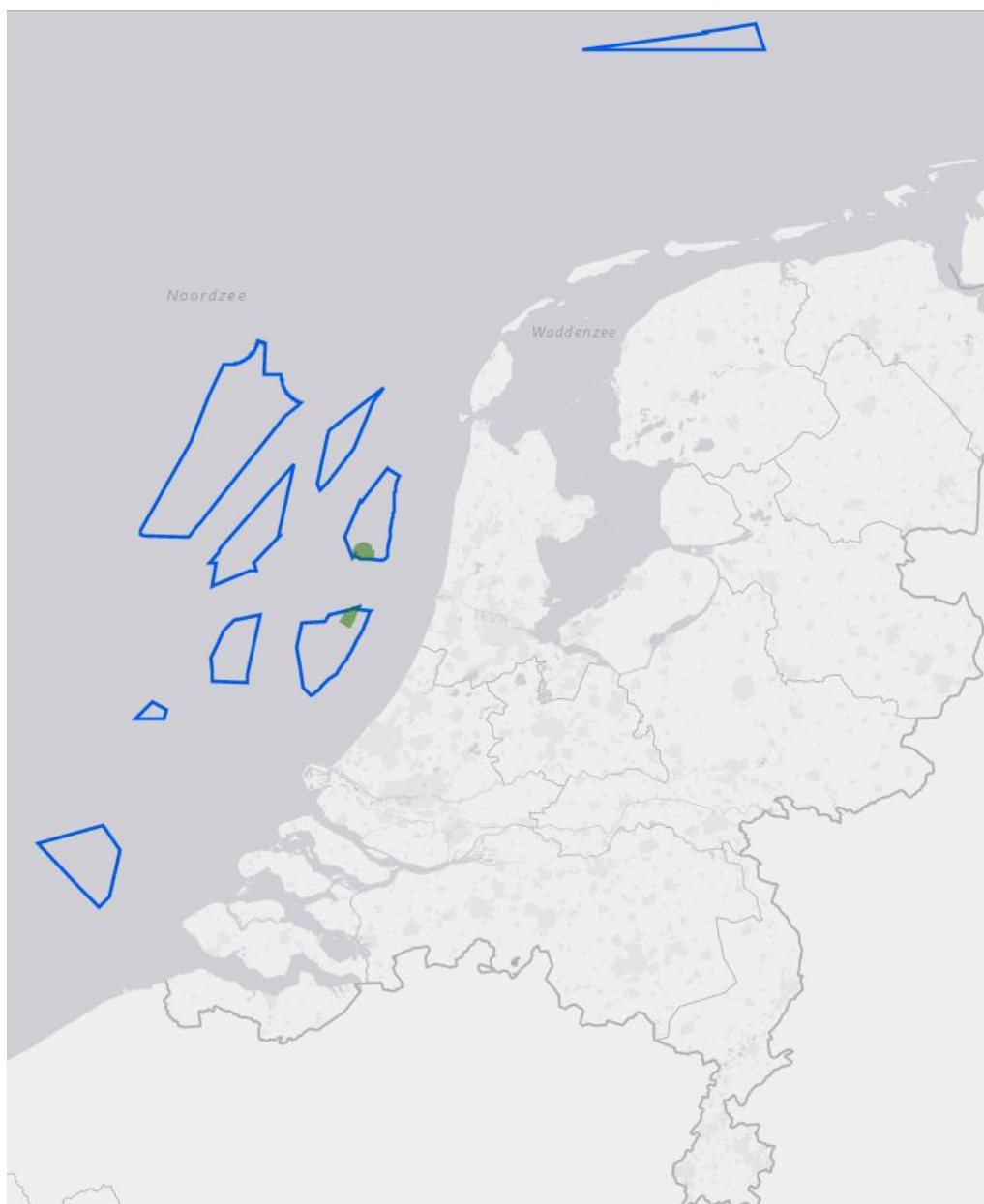
- de beleidscontext en de aanleiding voor de te nemen kavelbesluiten;
- de locatiekeuze voor windenergiegebied Hollandse Kust (zuid);
- de verkaveling binnen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid);
- de wijze van effectbeoordeling;
- het resultaat van de effectbeoordeling;
- de afweging;
- leemten in 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 (blauw omlijnde gebieden).



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). 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. Inmiddels is TenneT 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.

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>

3. Locatiekeuze

In de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee (bijlage bij Kamerstukken I/II, 2014–15, 33 561, A/nr. 11 Herdruk) is nagegaan of windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) geschikt is voor de realisatie van windenergie. In deze structuurvisie zijn de effecten van windenergie in het gebied Hollandse Kust (zuid) op het detailniveau van een structuurvisie onderzocht vanuit de aspecten ecologie, scheepvaartveiligheid, overige gebruiksfuncties (olie en gas, visserij, zandwinning etc.), geologie en hydrologie, landschap (zichtbaarheid) 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 het MER voor de kavels van windenergiegebied Borssele is op hoofdlijnen de vergelijking tussen de gebieden gemaakt. In bijlage 2 is deze vergelijking op hoofdlijnen opgenomen. In het onderhavige MER is een nader onderzoek naar de geschiktheid van het gebied Hollandse Kust (zuid) voor windenergie dan ook niet nodig.

In de brief van 26 september 2014 is ook ingegaan op een onderzoek naar de haalbaarheid van het ontwikkelen van windenergie in vijf gebieden op 3 NM van de kust. In geen van de vijf onderzochte gebieden was windenergie op voorhand onmogelijk. Echter om tegemoet te komen

¹ April 2016

aan bezwaren en toch kosteneffectiviteit te bevorderen heeft het kabinet gezocht naar een minimaal gebruik van de 12-mijlszone door slechts twee van de vijf onderzochte gebieden ook maar voor een deel te benutten. Door een smalle strook tussen 10 en 12 NM te laten aansluiten bij de Hollandse Kust gebieden buiten de 12-mijlszone, kan er voor de kust van Zuid-Holland 1400 MW gerealiseerd worden en voor de kust van Noord-Holland 700 MW.

4. Verkaveling

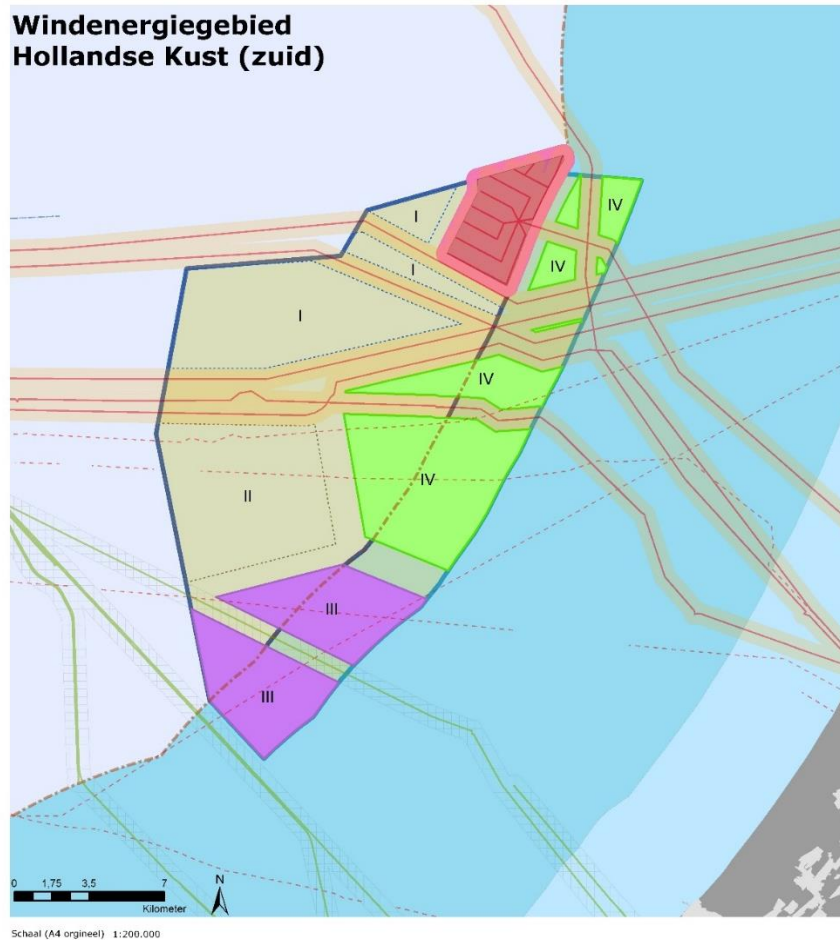
Met de uitbreiding van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), door het toevoegen van een strook tussen 10 en 12 NM is er ruimte voor vier kavels. Vanwege de omvang van de beoogde platforms op zee van TenneT van elk circa 700 MW en de totaal beschikbare oppervlakte (356 km²), is het voorstel om het gebied te verkavelen in vier deelgebieden die elk twee aan twee kunnen aansluiten op deze platforms op zee. De vier deelgebieden samen bieden op deze wijze ruimte voor circa 1.400 MW.

Het voorstel voor verkaveling is in eerste instantie ontstaan 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 S2 is het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) weergegeven met de aanwezige belemmeringen. Vervolgens is op basis van de volgende uitgangspunten gekomen tot een verkaveling:

- Geen kabels of leidingen door meerdere kavels;
- Zo kort mogelijk tracé van de kabels tussen turbines en het platform (interarray kabels). Voor het kabeltracé van de platforms naar de kust is uitgegaan van een ander korter tracé dan het tracé door de voorkeurszone voor kabels en leidingen uit het Nationaal Waterplan 2 vanwege de geringere kosten.
- Het gebied aan de west- en zuidzijde van het windenergiegebied vangt wind af van de meer oost of noordoost gelegen gebieden. Kavels die daardoor minder vrije aanstroom van wind hebben zijn dan ook groter om de onderlinge afstand tussen windturbines te kunnen vergroten.

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

Figuur S2 Voorgestelde verkaveling windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).



Legenda

Kavels Hollandse Kust Zuid

- I
- II
- III
- IV
- Kabels
- Kabels: inactief
- Buisleidingen

- Buisleidingen: inactief
- Buisleiding onderhoudszone (500m)
- Kabel onderhoudszone (500m)

Windenergiegebied HKZ

- Hollandse Kust (zuid) buiten 12 NM
- Hollandse Kust (zuid) binnen 12 NM
- Grens 12mijlszone
- EEZ van Nederland
- Territoriale wateren



Author: MJF

Datum: 29-11-2016

Als eerste zijn de twee kavels die buiten de 12 NM liggen in procedure gebracht (kavel I en II in figuur S2). Dit vanwege de eerdere formele aanwijzing van het windenergiegebied dan het gebied gelegen binnen de 10 en 12 NM. Om de kavels in de tijd twee aan twee te kunnen laten aansluiten op de platforms op zee van TenneT moeten de kavels per paar naast elkaar liggen. De combinaties van de kavels I en II en kavels III en IV liggen daarom het meest voor de hand.

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 voor elke kavel uitgegaan van in totaal 380 MW (zodat effecten niet kunnen worden onderschat).

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 kavels binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden 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	6 – 10 MW
Tiphoogte individuele windturbines	167 – 251 meter
Tiplaagte individuele windturbines	25 – 30 meter
Rotordiameter individuele windturbines	142 – 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 6 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	63 x 6 MW-turbines Tiplaagte 25 m, rotordiameter 142 m	38 x 10 MW-turbines Tiplaagte 30 m, rotordiameter 221 m
Onderwaterleven*	38 x 10 MW-turbines Hei-energie: 3.000 kJ 1 turbinelocatie per dag	63 x 6 MW-turbines Hei-energie: 1.000 kJ 1 turbinelocatie per dag
Scheepvaart	63 x 6 MW-turbines Jacket-fundering met diameter 15 m	38 x 10 MW-turbines Monopaalfundering met diameter 10 m
Geologie en hydrologie	63 x 6 MW-turbines	38 x 10 MW-turbines

Milieuaspect	Bandbreedte	
Landschap**	63 x 6 MW-turbines Min. rotordiameter 142 m Min. ashoogte: 96 m	38 x 10 MW-turbines Max. rotordiameter 221 m Max. ashoogte: 140 m
Overige gebruiksfuncties	63 x 6 MW-turbines	38 x 10 MW-turbines
Elektriciteitsopbrengst**	63 x 6 MW-turbines	38 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>		

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 beoordelingsschaal 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 IV zijn ook cumulatieve effecten van andere windparken en activiteiten beschouwd en zijn tevens mitigerende maatregelen onderzocht.

6. Resultaat milieubeoordeling

De volgende tabellen geven de beoordelingen van de alternatieven per aspect naar de verschillende beoordelingscriteria weer zonder de inzet van mitigerende 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 63 * 6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 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	0	0
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- 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 38 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 de andere alternatieven (dat is overigens niet altijd in

de score terug te vinden). De worst case situatie is het alternatief met 63 x 6 MW-turbines en een rotordiameter van 142 meter.

Onderwaterleven

Tabel S5 Beoordeling effecten onderwaterleven zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
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	-	--
	Dierverstoringsdagen	--	--
	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 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 (63 x 6 MW-turbines) de *best case* te zijn. Dit vanwege het kleinere verstoorde oppervlak (afname hei-energie) en het in het algemeen net geringere aantal dierverstoringsdagen dan bij alternatief 2 (38 x 10 MW-turbines). Het verschil in dierverstoringsdagen is echter dermate gering dat dit niet zichtbaar is in de effectbeoordeling op dit criterium an sich (beide alternatieven scoren --). De effecten voor bruinvissen kunnen, indien toepassing wordt gegeven aan beide alternatieven, zeer negatief zijn. In dit scenario zal populatiereductie van bruinvissen groter zijn 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 SER-akkoord met niet meer dan 5% afneemt. Dit betekent dat de berekende populatieafname per windpark niet meer dan 255 dieren mag bedragen. Door toepassing van mitigerende maatregelen is dit effect te beperken 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 6 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 IV zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de turbines. Voor de variant met 6 MW zijn de kansen hoger dan voor de variant met 10 MW. 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 0,039 per jaar voor het alternatief met 6 MW, of te wel eens per 25,6 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24 meter is 0,01714 per jaar voor het alternatief 10 MW, of te wel eens per 58,3 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. Voor verkeer kleiner dan 24 meter is de aanvaar- en aandrijffrequentie respectievelijk 0,01517 voor het alternatief met 6 MW en 0,00485 voor het alternatief met 10 MW, oftewel respectievelijk eens per 6594 jaar en 206,1 jaar.

Als gevolg van het alternatief 6 MW wordt eens per 907 jaar een uitstroom van olie verwacht, terwijl dit voor het alternatief met 10MW eens per 1642 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 IV met 0.22% toe voor het alternatief met 6 MW. Voor het alternatief met 10MW is dit lager (0.12%).

Bij het alternatief met 6 MW is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine $1,69 \times 10^{-4}$. Het verwachte aantal doden voor het alternatief met 10 MW is $0,93 \times 10^{-4}$.

Morfologie en hydrologie

Tabel S7 Beoordeling effecten geologie en hydrologie zonder mitigerende maatregelen.

Aspect (gedurende aanleg, onderhoud en exploitatie)	Alternatief 1	Alternatief 2
	een 6 MW-turbine op een suction bucket fundering met een doorsnede van 15 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 windpark en de kabels zijn zeer beperkt van omvang en 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 kabeltracé 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	Alternatief 2
	63 x 6 MW-turbines Max. tiphoogte 167 m	38 x 10 MW-turbines Max. tiphoogte 251 m
Zichtbaarheid in percentage van de tijd Interpretatie zichtbaarheid aan de hand van visualisaties	-	-

De zichtbaarheid van een windpark in kavel IV is kwantitatief weergegeven door het percentage van de tijd dat de meteorologische omstandigheden zodanig zijn, dat het windpark is te zien. Dat is 43% van de tijd gedurende de zomermaanden (1 mei- 30 september) in de dagperiode, vanaf het dichtstbijzijnde punt op land (Noordwijk en Katwijk). 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 44 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 dit 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 wind 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 (63 x 6 MW op suction bucket)	Alt 2 (38 x 10 MW op gravity base)
Visserij	Beperkingen visserij	0/-	0/-
Olie- en gaswinning	Beperkingen olie- en gaswinning	0	0
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0	0
	Interferentie militaire luchtvaart	0	0
	Interferentie Kustwacht	0/-	0/-
	Interferentie helikopterverkeer	0/-	0/-
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	-	-
Baggerstort	Beperkingen baggerstortgebieden	0	0
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	Interferentie radar	0	0

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alt 1 (63 x 6 MW op suction bucket)	Alt 2 (38 x 10 MW op gravity base)
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/-

Er blijken slechts geringe effecten op te treden 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 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. Ten aanzien van olie- en gaswinning wordt ook een neutrale score gegeven, aangezien er alleen overlap bestaat met exploratievergunningen. De effecten op recreatie en toerisme, straalpaden en baggerstort worden ook als neutraal beoordeeld.

De effecten op de visserij als geheel worden, gezien het oppervlak dat verloren gaat (101 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 windpark Luchterduinen (en in mindere mate op OWEZ en Prinses Amalia). Ook is er een beperkt negatief effect op de aanwezige kabels gelegen in kavel IV. De effecten op de vliegbewegingen van de Kustwacht en helikopterverkeer worden tevens als beperkt negatief beoordeeld. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

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

Elektriciteitsopbrengst

Tabel S10 Beoordeling effecten elektriciteitsopbrengst zonder mitigerende maatregelen.

Aspecten	Beoordeling	
	Alternatief 1	Alternatief 2
	63 x 6 MW-turbines	47 x 8 MW-turbines (er zijn nog geen 10 MW-turbines op de markt)
Elektriciteitsopbrengst	++	++
Vermeden emissies	++	++

Voor het bepalen van de elektriciteitsopbrengst zijn berekeningen uitgevoerd met een tweetal turbines waarvoor gegevens beschikbaar zijn en die wat betreft grootte zo ver mogelijk uit elkaar liggen. Uit deze berekeningen komt vrijwel geen verschil in opbrengst naar voren. Beide alternatieven verschillen nauwelijks qua elektriciteitsproductie en vermeden emissies. Hierbij kan aangetekend worden dat dit niet wil zeggen dat alle turbinetypes gelijk zullen scoren, ook al is het opgestelde vermogen telkens 380 MW (uitgangspunt inrichting kavel). Turbines die relatief grote rotoren hebben (dus een laag aantal W/m²) zullen meer energie opwekken dan turbines met een relatief kleine rotor. Daarbij speelt ook de onderlinge windafvang en de windafvang van Luchterduinen een rol. Waarschijnlijk zullen turbines met een hoog vermogen én een relatief grote rotor het beste scoren. 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 IV Hollandse Kust (zuid).

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 ² 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

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 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
	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>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 overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kunnen leiden tot andere effecten op scheepvaart en veiligheid	Geen gevolgen kavelbesluit. Het cumulatieve effect van andere windparken op de verkeersveiligheid is, in tegenstelling tot eerdere veiligheidsstudies, niet apart inzichtelijk gemaakt, maar is als basissituatie beschouwd. In het ontwerp criterium 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. Tevens is in de berekeningen voor kavel IV gecumuleerd over kavels I, II en III; de routestructuur voor kavel IV verandert niet als kavels I, II en III ook worden meegenomen.
<i>Morfologie en hydrologie</i>	Windparken in de overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kunnen ook leiden tot effecten op geologie en hydrologie	Geen, bij de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (kavel I, II en III) zullen nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en verwaarloosbare effecten optreden. 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 de overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) hebben tevens invloed op de zichtbaarheid van	Gering, de inbeslagname van de horizontale beeldhoek door windturbines in de kavels in Hollandse Kust (zuid) zal toenemen bij de ontwikkeling van deze windturbines ten opzichte van de huidige situatie. De afstand tot de kust van de windturbines in kavel IV is over het algemeen dermate groot, dat de meteorologische omstandigheden de zichtbaarheid van de windturbines beperken. De kortste

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
	windturbines vanaf het strand.	afstand tussen de windturbines op zee en het strand bedraagt 18,5 kilometer. Op deze afstand is een windpark in de zomerperiode gemiddeld overdag 43% van de tijd zichtbaar, waardoor Kavel IV wel een grotere invloed heeft op de zichtbaarheid van windturbines dan kavels I en II. Op kustlocaties die verder dan 18,5 kilometer van kavel IV zijn gelegen is dit percentage van de tijd minder.
<i>Overige gebruiksfuncties</i>	Windparken in de overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) hebben tevens invloed op overige gebruiksfuncties.	<p>Geen, bij de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (kavel I, II en III) wordt het totale ruimtebeslag groter waardoor een groter gebied verloren gaat voor de visserij. In totaal gaat circa 0,6% van het bevisbare oppervlak van het NCP dan verloren. 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>Er dient rekening gehouden te worden met de vergunning voor het winnen van zand in de actieve gebieden Q10F en Q10R.</p> <p>Voor recreatie en toerisme heeft de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) beperkte gevolgen omdat de recreatievaart met name gebruik maakt van de 10 à 20 km brede zone langs de kust. Voor vaartuigen die vanuit het Noordzeekanaalgebied de oversteek naar Engeland willen maken en groter zijn dan 24 meter betekent de realisatie van kavel IV extra omvaren, omdat kavel III en kavel IV ten oosten van de reeds in een MER onderzochte kavels I en II liggen. Aanvullend ligt kavel IV ook nog wat noordelijker ten opzichte van kavels I en II. De effecten op kustrecreatie zijn als neutraal beoordeeld en hebben geen gevolgen voor het kavelbesluit.</p> <p>De realisatie van de overige kavels in het Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), heeft in toenemende mate invloed op de walrader. Dit heeft geen directe gevolgen voor het kavelbesluit.</p>
<i>Elektriciteitsopbrengst</i>	Windparken in de overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en Luchterduinen kunnen wind van elkaar afvangen	Geen, de realisatie van kavels I, II en III zal leiden tot meer windafvang voor kavel IV. De mate van windafvang is afhankelijk van de exacte invulling van deze kavels.

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	Bouw vanaf juni tot en met september omdat er dan nauwelijks verstoringsevoelige zeevogelsoorten aanwezig zijn. Minimaliseer verlichting op schepen en/of gebruik vogelvriendelijke kleur van verlichting. Reductie van hei-geluid, echter effect van geluid van heien op vogels is onbekend en dus de noodzaak van deze maatregel ook.
	Operationele fase	Installeer zo min mogelijk grote turbines in plaats van meer kleinere. Hollandse Kust (zuid) zoveel mogelijk laten aansluiten op windpark Luchterduinen om verstoringengebied zo klein mogelijk te houden. Installeer twebladige in plaats van driebladige turbines. Creëer een corridor in het windpark waar vogels gebruik van kunnen maken. 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>Zeezoogdieren</i>	Verstoring en daarmee gepaard gaande populatiereductie, PTS	Beperken van de aanlegperiode. Gebruik maken van 'Slow start' en 'Acoustic Deterrent Devices' (ADD's). Maximaal toelaatbaar geluidniveau vastleggen.
<i>Scheepvaart en veiligheid</i>	Aandrijving	Gebruik maken van het Automatic Identification System (AIS). Inzetten van een Emergency Towing Vessel.
<i>Morfologie en hydrologie</i>	-	-

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
<i>Landschap</i>	Zichtbaarheid overdag	Aanbrengen van kleurpatronen / camouflage op de turbines. 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 de noordelijke deelgebieden in kavel IV.
	Zichtbaarheid 's nachts	Constant laten branden van de verlichting Met behulp van zichtbaarheidsmeters kan de verlichting gedimd worden wanneer de zichtomstandigheden goed zijn, dan behoeft de verlichting niet altijd voluit te branden. Alleen de buitenste windturbines voorzien van obstakelverlichting.
<i>Overige gebruiksfuncties</i>	Dichter dan 750 meter op actieve telecomkabels	Benaderen tot 500 meter. Overleg met kabeleigenaren.
	Aantasting archeologische waarden	De locatie van een windturbine of kabel wijzigen om zo een (mogelijk) archeologische object te ontwijken.
	Risico van niet-gesprongen explosieven	Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen.
	Invloed van windturbines op walradarketen	Toepassing van radar op de te realiseren TenneT-platforms of tussen de windparken en de scheepvaartroutes.
	Overlap kavel IV met obstakelvrije zone rondom platform Q13a-A	Afstemming zoeken met mijnbouwonderneming.
	Overlap kavel IV met actieve zandwingronden Q10F en Q10R	Afstemming zoeken met exploitanten
<i>Elektriciteitsopbrengst</i>	-	-

Een aantal maatregelen zal in ieder geval uitgevoerd worden, zoals het gebruik maken van een 'slow start' en ADD's. Voor de overige mitigerende maatregelen is nog niet bepaald of en in welke mate deze worden toegepast. In de volgende paragraaf wordt echter wel aangegeven welke mitigerende maatregelen minimaal toegepast moeten worden. In het kavelbesluit wordt vermeld welke maatregelen genomen worden.

7. Afweging

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. Dat aspect beperkte de bandbreedte namelijk voor de kavels in windenergiegebied Borssele. Wel zijn op basis van dit MER mitigerende maatregelen te nemen die de effecten teniet doen 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

Er is voor gekozen om de geluidsnormering voor het gehele windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) vast te stellen. Het kavel waarin de strengste geluidsnormen moeten worden opgelegd, bepaalt de geluidsnormen in de andere kavels. Verder zijn de normen zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode. De voorgestelde normstelling staat in de volgende tabel.

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

Hollandse Kust (zuid)	Maximale geluidsbelasting (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m)*		
380 MW per kavel	Periode		
# turbines	jan – mei	jun – aug	sep – dec
63 (hier onderzocht)	163	169	171
54	164	170	172
48	165	171	173
42	166	172	174
38 (hier onderzocht)	167	173	175

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

In de nabijheid en binnen kavel IV 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 wordt gehanteerd voor telecomkabels. De Beleidsnota Noordzee (2016-2021) stelt dat in het kader van efficiënt ruimtegebruik op de Noordzee het toegestaan is de onderhoudszone te versmallen in overleg met de eigenaren. Ook is er afstemming nodig met de mijnbouwonderneming over de geringe overlap van kavel IV met de obstakelvrije zone van platform Q13a-A.

Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen. Daarnaast kunnen aanwezige archeologische waarden de plaatsing van windturbines in kavel IV beïnvloeden.

Conclusie voorkeursalternatief

Het kavelbesluit dient de voorkeursbandbreedte mogelijk te maken en noodzakelijke mitigerende maatregelen te borgen; voorkeursbandbreedte en maatregelen vormen samen het voorkeursalternatief.

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 IV 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:

- Lokale vogels: In het algemeen is de kennis van de verspreiding in ruimte en tijd van zeevogels op zee nog onvolledig;
- Trekvogels: Algemeen is de kennis van het tijdsbeslag en de ruimtelijke omvang van de vogeltrek nog onvolledig. Het gebrek aan representatieve gegevens hangt samen met het vaak moeilijk toegankelijke leefgebied en het ontbreken van gestandaardiseerde telmethodes. Er bestaan aanwijzingen voor verschillende trekroutes in het Noordzeegebied. Kwantitatieve data hierover, hoe groot het aandeel van deze trekroutes is op de trek in zijn geheel ontbreken, evenals data over trekdichtheden in de verschillende gedeeltes van de Noordzee.
- Vleermuizen: kennisleemten bestaan ten aanzien van het voorkomen van vleermuizen op zee en het gedrag in windparken alsmede de aantallen aanvaringslachtoffers.
- 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: Leemten in kennis doen zich voor ten aanzien van aspecten als verspreiding en voorkomen van zeezoogdieren, migratiepatronen, drempelwaarden voor TTS, PTS en vermijding, gedragsreacties als gevolg van onderwatergeluid en foeragegedrag. Modelberekeningen van de verspreiding van onderwatergeluid in combinatie met drempelwaarden die afgeleid zijn uit verschillende studies voorspellen het optreden van vermijding, TTS en PTS bij zeezoogdieren. Nader onderzoek in de vorm van monitoring in het veld, aanvullend laboratoriumonderzoek en verdere modelontwikkeling is nodig om de leemten in kennis aan te vullen.
- 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.
- 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.
- Elektriciteitsopbrengst: De windafvang vanuit Luchterduinen en vanuit de overige kavels binnen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kan vrij goed berekend worden nadat de exacte opstellingen van die windparken bekend zijn. Verwacht wordt dat de berekeningen in dit MER een goede indicatie geven.

De leemten in kennis leiden er niet toe dat geen goed beeld verkregen is van de effecten van een windpark in kavel IV in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). 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.

9. Monitoring en evaluatie

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

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). A decision has been made to achieve these objectives using a new issuance system. 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. A wind farm site decision stipulates where and under what conditions a wind farm may be constructed and operated. A permit is granted after a wind farm site decision is made. Only the permit holder has the right to construct and operate a wind farm at the site location. The Water Directive contains general regulations on offshore wind energy.

The Minister of Economic Affairs (in coordination with the Minister of Infrastructure and the Environment) 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 IV in the Hollandse Kust (zuid) Wind Farm Zone (HKZWFZ). The EIA describes the environmental impact of the construction, operation and decommissioning of wind turbines at that site.

The wind turbines installed in the HKZWFZ must be connected to the high-voltage grid. TenneT is responsible for providing this connection. This comprises two platforms in the HKZWFZ, the cables from these platforms 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:

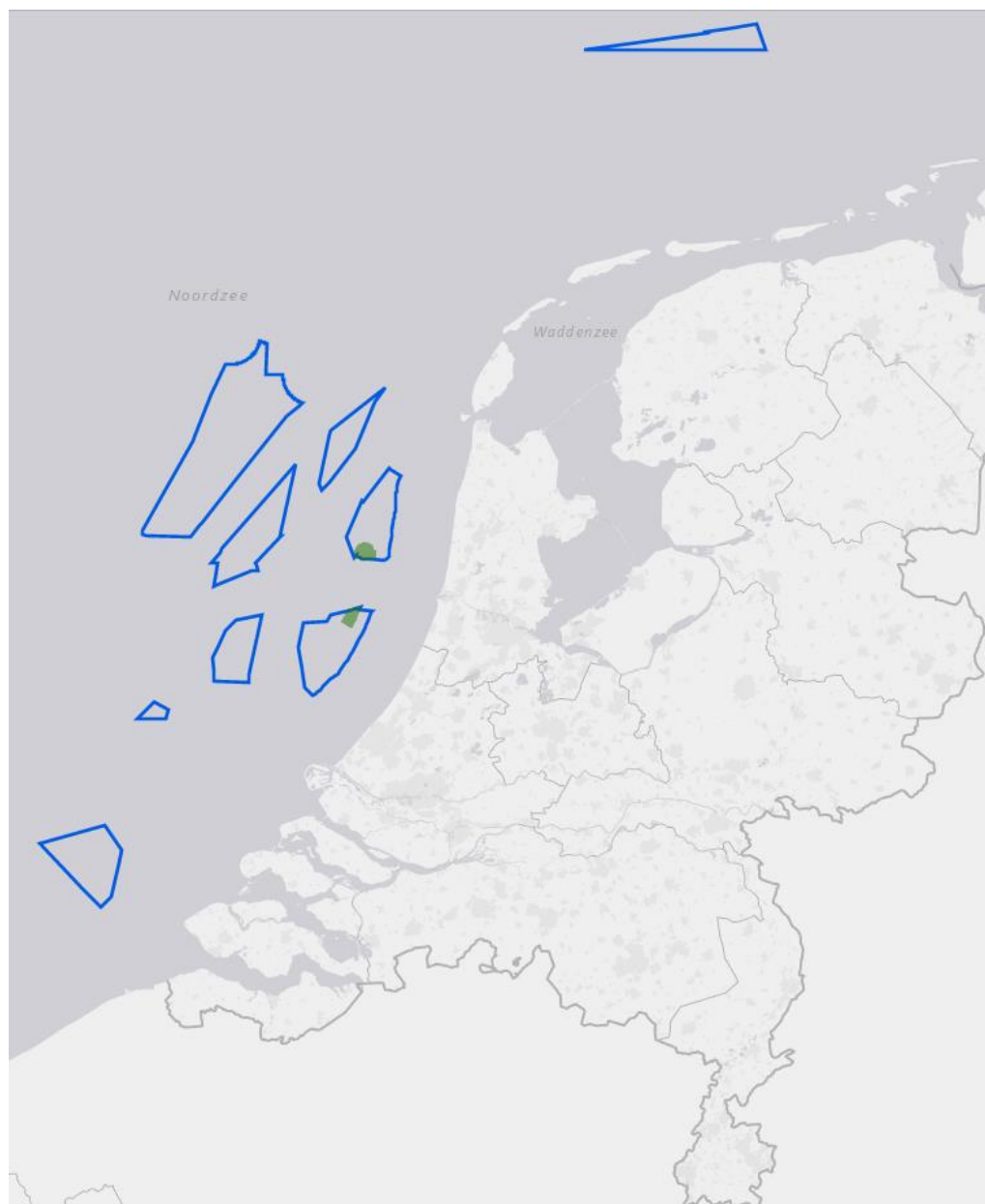
- The policy context and the reason for the site decisions to be taken;
- The choice of location for the HKZWFZ;
- The division of the HKZWFZ;
- The impact assessment method;
- The results of the impact assessment;
- The considerations;
- Any gaps in knowledge and information;
- Monitoring and evaluation.

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;
- Dutch Coast;
- To the north of the Wadden Islands.

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, 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.

Year	Timetable (MW)	Roadmap zones
2015 ¹	700	<i>Borssele</i>
2016	700	<i>Borssele</i>
2017	700	<i>Dutch Coast (south)</i>
2018	700	<i>Dutch Coast (south)</i>
2019	700	<i>Dutch Coast (north)</i>

3. Location choice

The National Structural Vision for Offshore Wind Energy (see annex Parliamentary Papers I/II, 2014-15, 33 561, A/no. 11 (reprint)) investigates whether the HKZWFZ is suitable for generating wind power. This structural vision explores the effects of wind energy in the Dutch Coast (south) zone in detail in terms of ecology, maritime safety, other uses (oil and gas, fisheries, sand extraction, etc.), geology and hydrology, landscape (visibility), and cultural history and archaeology. It also examines suitability in relation to the other designated wind farm zones (IJmuiden Ver, Dutch Coast, to the north of the Wadden Islands, and Borssele). The EIA for the Borssele wind farm zone sites makes a broad comparison between the zones, which is included as annex 2. A closer examination of the suitability of the Dutch Coast (south) zone for wind energy is therefore not required for this EIA.

The letter of 26 September 2014 also discusses a study into the sustainability of developing wind power in five zones situated 3 nautical miles (NM) from the coast. Wind power generation was not deemed infeasible in any of these five zones under study. However, in order to address concerns and ensure cost effectiveness, the Government sought to keep the use of the 12-mile zone to a minimum by only partially using two of these five zones. By connecting a narrow strip between 10 and 12 NM within the Dutch Coast with the existing zones outside the 12-mile zone, 1400 MW can be generated for the coast of South Holland and 700 MW for the coast of North Holland.

4. Division

With the expansion of the HKZWFZ by a strip between 10 and 12 NM from the coast, there is enough room for four sites. Due to the envisaged size of the TenneT offshore platforms, each with a capacity of around 700 MW, and the total available surface area (356 km²), it is proposed to divide the zone into four sub-zones, each of which can be connected to these offshore platforms in pairs. The four sub-zones combined thus provide capacity for around 1400 MW.

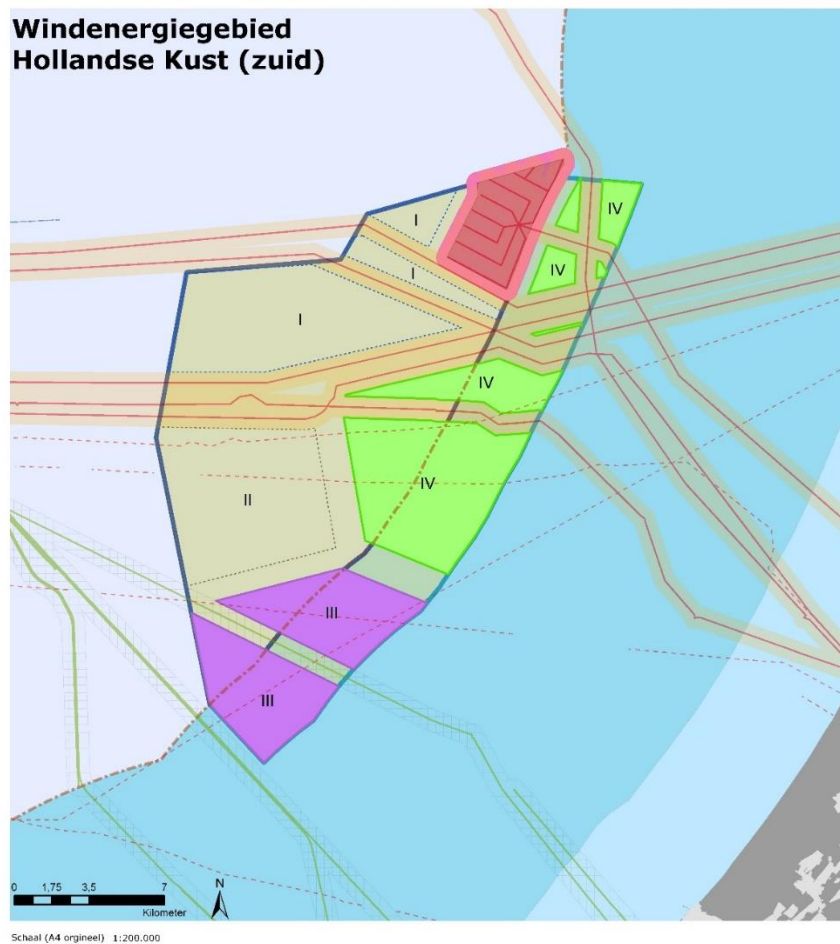
¹ April 2016

The proposed division is initially created by mapping obstacles that prevent wind turbines from being sited in that location, and mapping any existing cables or pipes in the zone. In figure S2, the HKZWFZ is marked with existing obstacles. The division is then made on the basis of the following:

- No cables or pipes through multiple sites;
- Cables between turbines and the platform (inter-array cables) are to be as short as possible. For the cable route from the platforms to the coast, a shorter route than the route through the preferred zone for cables and pipes from the National Water Plan 2 is envisaged, as this would be more cost effective.
- The area to the west and south of the wind farm zone is exposed to wind from the more eastern or north-eastern zones. Sites less exposed to the wind are therefore larger in order to have a greater distance between the wind turbines.

Based on the foregoing, the zone is distributed as highlighted in figure S2.

Figure S2 Proposed division of the HKZWFZ.



Legenda

Kavels Hollandse Kust Zuid

- I
- II
- III
- IV
- Kabels
- Kabels: inactief
- Buisleidingen

- Buisleidingen: inactief
- Buisleiding onderhoudszone (500m)
- Kabel onderhoudszone (500m)

Windenergiegebied HKZ

- Hollandse Kust (zuid) buiten 12 NM
- Hollandse Kust (zuid) binnen 12 NM
- Grens 12 mijlszone
- EEZ van Nederland
- Territoriale wateren



Author: MJF

Datum: 29-11-2016

Firstly, the procedure for the two sites beyond 12 NM will be initiated (site I and II in figure S2). In order to connect the sites in pairs to the TenneT offshore platforms, they must be positioned in close proximity. Together with the asynchronous designating of the wind farm are, the combinations of wind farm sites I and II and wind farm sites III and IV are therefore the most obvious.

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, 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 of 380 MW is assumed for each site (so that the effects are not underestimated).

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 sites within the HKZWFZ are therefore 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	6 – 10 MW
Highest tip point of individual wind turbines	167 – 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 6 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	
	Alternative (Worst case)	Alternative (Best case)
Birds and bats	63 x 6 MW turbines Lowest tip point 25 m, rotor diameter 142 m	38 x 10 MW turbines Lowest tip point 30 m, rotor diameter 221 m
Underwater life*	38 x 10 MW turbines Pile-driving energy: 3,000 kJ 1 turbine location per day	63 x 6 MW turbines Pile-driving energy: 1,000 kJ 1 turbine location per day
Shipping	63 x 6 MW turbines Jacket foundation with 15 m diameter	38 x 10 MW turbines Monopile foundation with 10 m diameter

Environmental aspect	Bandwidth	
Geology and hydrology	63 x 6 MW turbines	38 x 10 MW turbines
Landscape**	63 x 6 MW turbines Min. rotor diameter 142 m Min. axle height: 96 m	38 x 10 MW turbines Max. rotor diameter 221 m Max. axle height: 140 m
Other use functions	63 x 6 MW turbines	38 x 10 MW turbines
Electricity yield**	63 x 6 MW turbines	38 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 IV, cumulative effects of other wind farms and activities are considered and mitigating measures examined.

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
	63 x 6 MW ø 142 m	38 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	0	0
- barrier effect	0	0
- habitat loss	0	0
- 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 38 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 alternatives (which is actually not always reflected in the

score). The worst-case scenario is the alternative with 63 x 6 MW turbines and a rotor diameter of 142 metres.

Underwater life

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

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment	
		Alternative 1 (63 x 6 MW 1000kJ)	Alternative 2 (38 x 10 MW 3000kJ)
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
		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 (63 x 6 MW turbines) seems to be the best case for marine mammals. This is due to the smaller disturbed surface (decreased

pile-driving energy) and the overall lesser amount of animal disturbance days compared to alternative 2 (38 x 10 MW turbines). The difference in animal disturbance days however is so minimal that it is not visible in this criterion of the impact assessment (both alternatives score --). The effects on porpoises can be very negative if either alternative is applied. In this scenario, population reduction of porpoises 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 means that the population decrease calculated for each wind farm must not exceed 255 animals. The application of mitigating measures means this effect can be limited to below 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 6 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 IV, the calculations are based on the chances of a turbine collision or propulsion. For the 6 MW turbine variant, the chances are higher than with the 10 MW 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 0.039 per year for the alternative with 6 MW turbines, or once every 25.6 years. The total frequency of collision and propulsion caused by traffic above 24 metres is 0.01714 per year for the alternative with 10 MW, or once every 58.3 years. For traffic below 24 metres, the frequency of collision and propulsion is 0.01517 for the 6 MW variant and 0.00485 for the 10 MW variant, or once every 65.9 and 206.1 years respectively.

As a result of the 6 MW turbine alternative, an oil spill is expected once every 907 years, or once every 1,642 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 0.22% for the 6 MW turbine alternative as a result of the risk of collision with a wind turbine at site III. This is lower for the 10 MW turbine alternative (0.12%).

The expected average number of deaths as a result of a turbine collision or propulsion for the 6 MW variant is 1.96×10^{-4} . The expected number of deaths for the 10 MW variant is 0.93×10^{-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 6 MW turbine on a suction bucket foundation with a diameter of 15 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 resulting from the construction, operation, removal and maintenance of the 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
	63 x 6 MW turbines Max. tip height 167 m	38 x 10 MW turbines Max. tip height 251 m
Visibility in percentage of time Interpretation of visibility on the basis of visualisations	-	-

The visibility of a wind farm at site IV is quantified by the percentage of time that meteorological conditions allow the wind farm to be seen. That is 43% of the daytime during summer months (1 May - 30 September) from the nearest point on land (Noordwijk and Katwijk). 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 large turbines are still

(theoretically) visible at a distance of 44 kilometres or more; the smallest 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, no. 2.2, 4 April 2016 – whereby the lighting effect can potentially be mitigated; 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 (63 x 6 MW on suction bucket)	Alt 2 (38 x 10 MW on gravity base)
Fishery	Fishery restrictions	0/-	0/-
Oil and gas extraction	Restrictions on oil and gas extraction	0	0
Aviation	Interference with civil aviation	0	0
	Interference with military aviation	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
Cables and pipelines	Interference with cables and pipelines	0/-	0/-
Telecommunications	Disruption to cable connections	0	0
	Disruption to ray paths	0	0

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment	
		Alt 1 (63 x 6 MW on suction bucket)	Alt 2 (38 x 10 MW on gravity base)
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 already existing use functions appear only to be very low. 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 regarding oil and gas extraction are also rated as neutral, since the only and small overlap is with exploration concessions. The effects on recreation and tourism, ray paths and dredging disposal are also rated as neutral (0).

The effects on fishing as a whole, given the surface that is lost (approximately 101 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 Luchterduinen wind farm and OWEZ and Princess Amalia wind farms as well. There is also a slight negative effect on existing and active cables, crossing wind farm site IV. Also, the effects on sand extraction are scored as slightly negative. The alternatives here are not distinctive.

The effects on especially sand extraction are scored as negative due to the existing overlap with active and permitted sand extraction sites. The alternatives here are also not distinctive. Concerning helicopter traffic, the effects were scored as slightly negative, due to the small overlap with the obstacle free zones of an offshore platform.

Electricity yield

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

Aspects	Assessment	
	Alternative 1	Alternative 2
	63 x 6 MW turbines	47 x 8 MW turbines (10 MW turbines are not yet on the market)
Electricity yield	++	++
Emissions avoided	++	++

To determine the electricity yield, calculations were made with a pair of turbines for which data is available and that are as different as possible from each other in size. Virtually no difference in yield is apparent from these calculations. Both alternatives barely differ in terms of electricity production and emissions avoided. It can be noted here that this does not mean that all turbine types should score the same, even though the set capacity is 380 MW in each case (starting point in the direction towards the site). Turbines with relatively large rotors (and therefore a low W/m² value) will generate more power than turbines with a relatively small rotor. The underlying wind interception and the wind interception at Luchterduinen also come into play here. Turbines with a high capacity and relatively large rotor will probably score the best on both criteria. The future wind farm developer is free to determine the best option, whereby the cost price will inherently play a major role.

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 IV – Dutch Coast (south).

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 herring gull cannot be ruled out.	<p>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, Dutch Coast (south) I – IV: 6 MW and Dutch Coast (north): 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 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>

Aspect	Relevant cumulative effects	Consequences for wind farm site decision
	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.	
<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 other sites in the HKZWFZ 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, in contrast to previous safety studies, 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. The calculations for wind farm site IV are also cumulated over wind farm sites I, II and III; the route structure for wind farm site IV does not change if wind farm sites I, II and III are also included.
<i>Morphology and hydrology</i>	Wind farms at other sites in the HKZWFZ may lead to effects on morphology and hydrology.	None. In the further implementation of the HKZWFZ (wind farm sites I, II and III), practically the same local, temporary and negligible effects will occur. 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 the Dutch Coast (south) wind farm site 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 at wind farm site IV and the beach is 18.5 kilometres. At this distance, a wind farm in the summer period is visible during the day on average 43% of the time. This means that wind farm site IV will have a bigger impact on visibility than wind turbines within wind farm sites I and II. Wind turbines situated further off of the coast will be less visible.
<i>Other use functions</i>	Wind farms at other wind farm sites in the	None. In the further implementation of the HKZWFZ (wind farm sites I, II and III), the total space used is larger,

Aspect	Relevant cumulative effects	Consequences for wind farm site decision
	HKZWFZ also affect the other use functions.	<p>meaning a larger area is lost for fishing. The area that is lost for fishing is relatively good fishing ground. In total, approximately 0.4% 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 HKZWFZ has limited effects on recreation and tourism because recreational boating uses the 10 to 20 km wide zone along the coast in particular. Vessels larger than 24 metres who are crossing the North Sea between the Netherlands and England will need to circumnavigate if wind farm site IV is developed. Adding to this effect are the more west situated and assessed wind farm sites I and II. The effects on coastal recreation are scored neutral and have no consequences on the wind farm site decision.</p> <p>The realisation of other wind farm sites in the HKZWFZ is also increasingly affecting onshore radar. However, this does not have any direct consequences on the wind farm site decision.</p>
<i>Electricity yield</i>	Wind farms at other wind farm sites in the HKZWFZ and Luchterduinen can also affect the wind intercepted by each other.	None. The realisation of wind farm sites I, II and III will lead to more wind interception for wind farm site IV. The degree of wind interception depends on the exact details of these wind farm sites.

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	Construction 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.

Aspect	Effect	Mitigating measure
	Operational phase	<p>Reduction of pile-driving noise. However, the effect of the sound of pile driving on birds is unknown and therefore it is not known how necessary this measure is.</p> <p>Installing fewer large turbines instead of more small ones as much as possible.</p> <p>Connecting Dutch Coast (south) to Luchterduinen wind farm to the greatest extent possible in order to keep the disturbance area as small as possible.</p> <p>Installing two-blade instead of three-blade turbines.</p> <p>Creating a corridor in the wind farm that birds may use.</p> <p>Increasing the chances of birds detecting the wind farm through the use of reflectors, lasers and sound (depending on the species of bird and subject to various restrictions).</p> <p>Avoiding maintenance works at night and above all during the migration season.</p> <p>Minimising lighting on ships and/or use of a bird-friendly lighting colour.</p> <p>Shutting down in certain weather conditions in combination with identified peaks in migration.</p> <p>Increasing cut-in wind speed (for bats) in the relevant season and at relevant time of day (dusk).</p> <p>Increasing maximum lowest tip point.</p> <p>As small as possible wind farm surface (least habitat loss).</p>
<i>Marine mammals</i>	Disturbance and associated population reduction; PTS.	<p>Limiting the construction period.</p> <p>Using 'Slow start' and 'Acoustic Deterrent Devices' (ADDs).</p> <p>Establishing a maximum permissible noise level.</p>
<i>Shipping and safety</i>	Propulsion	<p>Using the Automatic Identification System (AIS).</p> <p>Deploying an Emergency Towing Vessel.</p>
<i>Morphology and hydrology</i>	-	-
<i>Landscape</i>	Visibility during the day	<p>Use of colour or camouflage strips on the turbines.</p> <p>Distribution of information on the what, how and why of the wind farms, so that observers understand why the wind farm is needed.</p> <p>Selection of as large turbines as possible, so that fewer need to be erected. This also provides a more pleasant landscape.</p> <p>No installation of wind turbines in the northern part of wind farm site IV.</p>
	Visibility at night	<p>Constant illumination of the wind turbines (instead of flickering).</p> <p>With the use of visibility meters, lighting can be dimmed in good visibility conditions, so lights do not always need to be turned on.</p> <p>Only illuminate the wind turbines in the outer ring of the wind farm.</p>

Aspect	Effect	Mitigating measure
<i>Other use functions</i>	Closer than 750 metres to active telecom cables	Consult with cable operators.
	Damage to archaeological values	Changing the location of a wind turbine or cable so as to avoid a possible archaeological object.
	Risk of unexploded devices	Further investigation is required to locate and remove unexploded devices.
	Effect of wind turbines on shore-based radar system	Installation of radar on the to be constructed TenneT platforms or between wind farms and shipping routes.
	Site IV overlaps with obstacle free zone for platform Q13a-A	Consult with mining companies.
<i>Electricity yield</i>	-	-

A number of measures will be carried out in any case, such as the use of a 'slow start' and ADDs. For the other mitigating measures, it has not yet been determined whether and to what extent they will be applied. The wind farm site decision includes the measures that have been adopted.

7. Considerations

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. This aspect restricted 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

Noise standards have been determined for the entire HKZWFZ. The wind farm site where the most stringent noise standards must be enforced will determine the noise standards for other sites. Furthermore, the standards have been selected in a way that takes into account any potential excesses during the learning phase in the start-up period. The standards determined are provided in the table below.

Table S13 Standards for wind farms in the Dutch Coast (south) zone, including the start-up excess of 1 dB.

Dutch Coast (south)	Maximum noise impact (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ over 750 m)*		
	Period		
380 MW per site			
# turbines	Jan-May	Jun-Aug	Sept-Dec
63 (assessed here)	163	169	171
54	164	170	172
48	165	171	173
42	166	172	174
38 (assessed here)	167	173	175

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

There are various cables located in the vicinity of and within wind farm site IV. 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.

Consultation is required with the mining company with regard to the site IV overlap with the obstacle free zone for platform Q13a-A.

Further investigation is required to locate and remove unexploded devices. Moreover, any archaeological values present may influence the location of wind turbines at site IV.

Conclusion on preferred alternative

The wind farm site decision should make the preferred bandwidth possible and safeguard necessary mitigating measures; together the preferred bandwidth and mitigation measures form the preferred alternative.

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 IV. 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:

- Local birds: in general, knowledge of the distribution in space and time of seabirds at sea is still incomplete;
- Migratory birds: in general, knowledge of the duration and the spatial extent of bird migration is still incomplete. The lack of representative data is related to often hard-to-access habitats and the absence of standardised counting methods. However, there are indications for various migration routes in the North Sea area. Quantitative data on this, data on how large the share of these migration routes is in relation to migration as a whole, as well as data on local densities in the different areas of the North Sea are missing.
- Bats: knowledge gaps exist regarding the occurrence of bats at sea and their behaviour in wind farms, as well as the number of collision casualties.
- 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: there are gaps in knowledge on aspects such as distribution of marine mammals, migration patterns, threshold values for TTS, PTS and avoidance, behavioural reactions as a result of underwater sound, and foraging behaviour. Model calculations of the distribution of underwater sound in combination with threshold values derived from several studies predict the occurrence of avoidance, TTS and PTS in marine mammals. Further research in the form of monitoring in the field, additional laboratory research and further model development is needed to fill gaps in knowledge.

- 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.
- Other use functions: The actual economic effects of tourist activities following the construction of visible wind farms have never been investigated before in the Netherlands.
- Electricity yield: the wind interception from Luchterduinen and from the other wind farm sites within the HKZWFZ can be calculated fairly accurately once the exact set-ups of those wind farms are known. It is expected that the calculations in this EIA are a good indication.

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 III in the HKZWFZ. 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.

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	M.e.r.-procedure voor het kavelbesluit	7
1.3	Inhoud milieueffectrapportage	8
1.4	Initiatiefnemer en betrokken partijen	8
1.5	Inspraak	9
1.6	Leeswijzer	9
2	Wet- en regelgeving en beleidskader	11
2.1	Duurzame energiedoelstellingen	11
2.2	Ontwikkelingen en beleid windenergie op zee	11
2.3	Wet windenergie op zee	18
2.4	Overige nationale wetgeving	19
2.5	Belangrijkste internationale beleid	20
3	Onderbouwing locatiekeuze en verkaveling Hollandse Kust (zuid)	23
3.1	Locatiekeuze Hollandse Kust (zuid)	23
3.2	Kenmerken van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)	24
3.3	Uitgangspunten voor de verkaveling	34
3.4	Aansluiting op het elektriciteitsnet	37
4	Aanpak effectbeoordeling	39
4.1	Inleiding bandbreedte-benadering	39
4.2	Uitwerking van de bandbreedte en alternatieven	40
4.3	Milieuaspecten	46
4.4	Effectbeoordeling	52
4.5	Mitigerende maatregelen	59
5	Morfologie en hydrologie	61
5.1	Beoordelingskader	61
5.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	63
5.3	Effectbeschrijving	72
5.4	Effectbeoordeling	78
5.5	Cumulatie	78
5.6	Mitigerende maatregelen	79
5.7	Leemten in kennis	79

6	Vogels en vleermuizen	81
6.1	Inleiding	81
6.2	Te beschouwen alternatieven/bandbreedte	81
6.3	Beoordelingskader	81
6.4	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	84
6.5	Effectbeschrijving	92
6.6	Conclusie	112
6.7	Cumulatie	113
6.8	Mitigerende maatregelen	119
6.9	Leemten in kennis en informatie	122
7	Onderwaterleven	125
7.1	Te beschouwen alternatieven / bandbreedte	125
7.2	Beoordelingskader	126
7.3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	127
7.4	Effectbeschrijving	148
7.5	Effectbeoordeling	167
7.6	Cumulatieve effecten	173
7.7	Mitigerende maatregelen	178
7.8	Leemten in kennis	184
8	Scheepvaartveiligheid	187
8.1	Inleiding	187
8.2	Te beschouwen bandbreedte/alternatieven	187
8.3	Beoordelingskader	187
8.4	Aanpak MARIN	188
8.5	Effectbeschrijving	196
8.6	Effectbeoordeling	202
8.7	Cumulatie	203
8.8	Mitigerende maatregelen	203
8.9	Leemten in kennis	205
9	Landschap	207
9.1	Inleiding	207
9.2	Te beschouwen bandbreedte/alternatieven	207
9.3	Beoordelingskader	207
9.4	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	209
9.5	Effectbeschrijving	210
9.6	Conclusie	222

9.7	Cumulatie	223
9.8	Mitigerende maatregelen	224
10	Overige gebruiksfuncties	231
10.1	Inleiding	231
10.2	Te beschouwen bandbreedte / alternatieven	231
10.3	Beoordelingskader	232
10.4	Visserij	233
10.5	Olie- en gaswinning	237
10.6	Luchtvaart	240
10.7	Zand-, grind- en schelpenwinning	244
10.8	Baggerstort	246
10.9	Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	246
10.10	Kabels en leidingen	250
10.11	Telecommunicatie	252
10.12	Munitiestortgebieden en militaire activiteiten	253
10.13	Recreatie en toerisme	255
10.14	Cultuurhistorie en archeologie	261
10.15	Mosselzaadinvanginstallaties	264
10.16	Bestaande windparken	265
10.17	Effectbeoordeling	266
10.18	Cumulatie	267
10.19	Mitigerende maatregelen	268
10.20	Leemten in kennis	269
11	Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies	271
11.1	Te beschouwen bandbreedte/alternatieven	271
11.2	Beoordelingskader	272
11.3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	272
11.4	Effectbeschrijving	273
11.5	Effectbeoordeling	275
11.6	Cumulatie	275
11.7	Mitigerende maatregelen	275
11.8	Leemten in kennis	275
12	Afweging	277
12.1	Inleiding	277
12.2	Toetsing aan wettelijk kader	277
12.3	Effecten binnen de bandbreedte	277

12.4	Cumulatie	284
12.5	Mitigerende maatregelen	287
12.6	Voorkeursalternatief	289
12.7	Leemten in kennis	290
12.8	Monitoring en evaluatie	293

Bijlagen

1. Literatuurlijst
2. Voornemen
3. Coördinaten kavel IV Hollandse Kust (zuid)
4. Achtergronddocument ten behoeve van MER en PB windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (Bureau Waardenburg)
5. Effecten van aanleg van kavel III en IV op zeezoogdieren (HWE)
6. Notitie onderwatergeluid (TNO)
7. Notitie Soortenbescherming Wet natuurbescherming
8. Passende Beoordeling kavel IV
9. Visualisatierapport kavels III en IV
10. Zichtbaarheidsanalyse kavels III en IV
11. Scheepvaartveiligheidsstudie (MARIN)
12. 12.1 Opbrengstberekeningen WINPRO 6 MW
12.2 Opbrengstberekeningen WINPRO 10 MW
13. Verwerking advies commissie voor de m.e.r. op NRD
14. Notitie veiligheidsberekening falen windturbine

1 INLEIDING

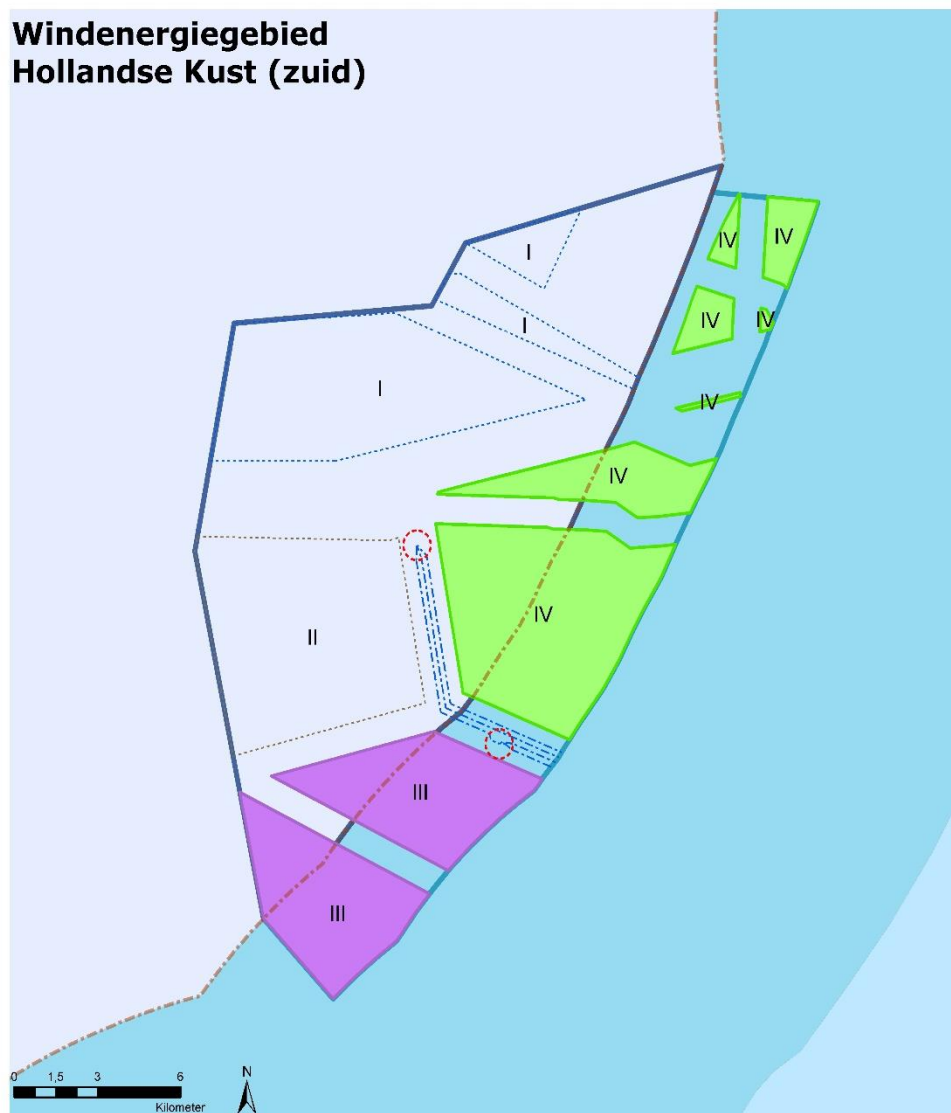
1.1 Aanleiding

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 keuze is gemaakt deze doelstelling te realiseren door middel van een nieuw uitgiftesysteem. Hiervoor is de Wet windenergie op zee in werking getreden. Deze 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 het windenergiegebied Borssele uitgegeven worden. De kavels zijn inmiddels uitgegeven en ook de kavels I en II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn uitgegeven. Met 'uitgeven' wordt bedoeld dat er kavelbesluiten zijn genomen.

De Minister van Economische Zaken is (in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Milieu) initiatiefnemer voor het uitgeven van kavels en stelt ten behoeve daarvan voor elk kavelbesluit een milieueffectrapport (MER) op. Dit document betreft het MER voor kavel IV in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (zie figuur 1.1). Het MER beschrijft de milieueffecten die optreden bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbines in het kavel.

Figuur 1.1 Ligging kavel IV.



Schaal (A4 origineel) 1:175.451

Legenda

- | | |
|------------------------------------|--|
| Kavels Hollandse Kust Zuid | Hollandse Kust (zuid) binnen 12 NM |
| I | Grens 12mijlszone |
| II | EEZ van Nederland |
| III | Territoriale wateren |
| IV | Tennet Offshore veiligheidszone platform |
| Windenergiegebied HKZ | Export kabel |
| Hollandse Kust (zuid) buiten 12 NM | |



Author: MJF

Datum: 3-11-2016

Op 23 december 2016 is in de Kennisgeving Kavelbesluit Hollandse Kust (zuid) III en IV het voornemen aangekondigd tot het opstellen van dit voorliggende MER. Samen met de

kennisgeving is de Conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau MER kavelbesluiten III en IV Hollandse Kust (zuid) gepubliceerd (Stct 2016, 70447). 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 (zuid) geplaatst worden, moeten worden aangesloten op het hoogspanningsnet. TenneT draagt zorg voor deze aansluiting. Het gaat daarbij om twee platforms in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), de kabels vanaf deze platforms naar en over land en de aansluiting op het hoogspanningsnet op land. Voor het net op zee wordt door TenneT een aparte procedure inclusief milieueffectrapportage (m.e.r.) doorlopen.

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 rijkscoördinatie-regeling (2b) het inpassingsplan en de vergunningen voor het net op zee van TenneT voorbereid. Het net op zee zorgt voor de stroomverbinding van het windpark met het landelijk hoogspanningsnet. Het bestaat uit één of twee platforms op zee, met elk 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 subsidietender.

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 rijkscoördinatie-regeling (2b) staan open voor beroep bij de afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. Tegen de Rijksstructuurvisie (1) is geen beroep mogelijk.

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 D, categorie D22.2, van de bijlage van het Besluit milieueffectrapportage staat dat windparken met een gezamenlijk vermogen van 15 MW of meer, of bestaande uit 10

windturbines of meer, m.e.r.-beoordelingsplichtig zijn. Dit houdt in dat het bevoegd gezag moet beoordelen of het doorlopen van een project-m.e.r. noodzakelijk is. Deze beoordeling is voor dit initiatief van het kavelbesluit achterwege gebleven omdat het Rijk, gezien de aard en schaal van het initiatief, er direct voor heeft gekozen om een project-m.e.r. uit te voeren. Voor het kavelbesluit is de uitgebreide m.e.r.-procedure gevolgd.

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

Omdat significante effecten op Natura 2000-gebieden bij het realiseren van windparken in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) 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 (zuid).
- De verkaveling van het gebied: overwegingen die ten grondslag liggen aan de verkaveling van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en de keuze voor de volgorde van uitgifte.
- Inzicht in de milieueffecten van opstellingsvarianten van windturbines binnen het 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, in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Milieu.

Bij het tot stand komen van uitgifte van kavels voor windparken in het gebied Hollandse Kust (zuid) zijn diverse partijen betrokken. Onderscheid kan gemaakt worden tussen overheden, belanghebbenden (meestal verenigd in organisaties) en burgers.

Belanghebbend zijn onder meer de windsector, natuur- en milieuorganisaties, kustgemeenten, visserij, zandwinning, olie- en gassector, recreatie en scheepvaart. Iedereen, waaronder burgers, kan inspreken tijdens de twee inspraakperioden (zie 1.5).

De Commissie voor de m.e.r. is om advies gevraagd over de reikwijdte en het detailniveau. 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. Een heeft plaatsgevonden rondom de terinzagelegging van de Conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau van 23 december 2016 tot en met 2 februari 2017. De zienswijzen heeft de Commissie voor de m.e.r. betrokken bij haar advies. Het advies van de Commissie voor de m.e.r. en de zienswijzen hebben het Ministerie van Economische Zaken en het Ministerie van Infrastructuur en Milieu betrokken in de totstandkoming van dit rapport. 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 (zuid)
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.

De hoofdstukken 1 tot en met 4 zijn inhoudelijk gelijk aan het MER van kavel III van Hollandse Kust (zuid).

2 WET- EN REGELGEVING EN BELEIDSKADER

2.1 Duurzame energiedoelstellingen

2.1.1 EU

In de Europese Raad van 23 en 24 oktober 2014 zijn de EU-doelen voor 2030 vastgesteld (Kamerstukken II, 2014/15, 21 501-20, nr. 922). Bij het akkoord over het Klimaat- en Energie Beleidsraamwerk voor 2030 is een Europees bindend doel van 27% hernieuwbare energie afgesproken.

2.1.2 Energieakkoord voor duurzame groei

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 parken¹.

2.2 Ontwikkelingen en beleid windenergie op zee

2.2.1 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 Amalia Windpark 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.

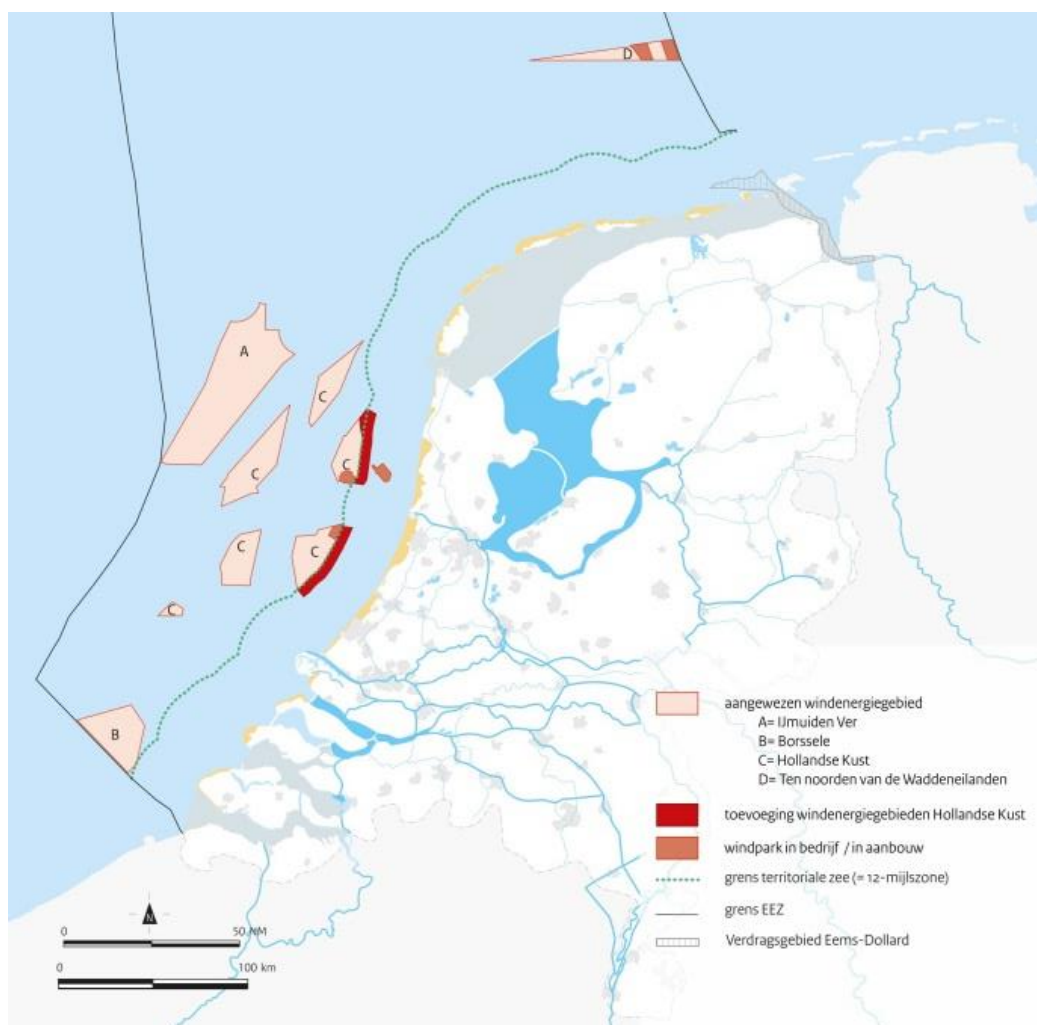
2.2.2 Nationaal Waterplan

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.

¹ Bestaande parken: Windpark Prinses Amalia, Offshore Windpark Egmond aan Zee, Windpark Luchterduinen en Gemini windparken Buitengaats en ZeeEnergie. Deze tellen gezamenlijk op tot circa 1.000 MW.

Figuur 2.1 Ligging windenergiegebieden.



In het NWP1 is vermeld dat het aanwijzen van de windenergiegebieden voor de Hollandse Kust en Ten noorden van de Waddeneilanden zal worden uitgewerkt in een aanvulling op de structuurvisie van het Nationaal Waterplan. Dit is de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee, partiële herziening van het Nationaal Waterplan. Het kabinet heeft op 26 september 2014 de Rijksstructuurvisie definitief vastgesteld (Kamerstukken I/II, 2014–15, 33 561, A/nr. 11 Herdruk). Daarmee zijn de windenergiegebieden Hollandse Kust en Ten Noorden van de Waddeneilanden aangewezen. Deze aangewezen gebieden liggen buiten de 12-mijlszone op minimaal 22 kilometer afstand van de kust. Zie figuur 2.1 voor de windenergiegebieden.

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. Beide documenten zijn op 14 december 2015 vastgesteld (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.

In het NWP2 is de aanwijzing van windenergiegebieden op zee herhaald en zijn aanvullend stroken tussen de 10 en 12 nautische mijl (NM) aangewezen door de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust (zie verder paragraaf 2.2.6).

2.2.3 Noordzee 2050 gebiedsagenda

Op 28 juli 2014 is de Noordzee 2050 gebiedsagenda aan de Tweede kamer aangeboden (Kamerstukken II, 2013-14, 33 450, nr. 24). In de Noordzee 2050 gebiedsagenda wordt de noodzaak van de bijdrage van de energietransitie op zee duidelijk onderschreven. De windenergiegebieden (exclusief de toen nog niet aangewezen gebieden tussen de 10 en 12 NM) zijn dan ook in de gebiedsagenda opgenomen en als uitgangspunt genomen.

2.2.4 Routekaart windenergie op zee

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). In de brief wordt ingegaan op het net op zee, 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 nieuw concept van netbeheerder TenneT voor een net op zee, zoals ook aangegeven in de kamerbrief 'Wetgevingsagenda STROOM' van 18 juni 2014 (Kamerstukken II, 2013-14, 31 510, nr. 49). Dit concept 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. Op 22 maart 2016 heeft de Eerste Kamer het wetsvoorstel 'Tijdig realiseren doelstellingen

Energieakkoord' aangenomen. Dit wetsvoorstel regelt een aantal onderdelen uit het wetsvoorstel Elektriciteits- en gaswet (34.199) dat op 22 december 2015 door de Eerste Kamer werd verworpen.

Daarnaast is in overleg met de windenergiesector een nieuw systeem voor de uitrol van windenergie op zee vormgegeven. In dit systeem wordt de vergunning en subsidie voor specifieke locaties voor windparken door de overheid via een tender uitgeschreven (zie ook paragraaf 2.2). Het systeem beoogt bij te dragen aan efficiënt ruimtegebruik, kostenreductie en een versnelling van de uitrol van windenergie op zee. De Wet windenergie op zee is hiervoor opgesteld en intussen van kracht.

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 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 tegemoet gekomen aan de bezwaren, terwijl er nog steeds een significante kostenbesparing wordt gerealiseerd. Door een 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. Daardoor kunnen de standaard platforms van 700 MW van TenneT zo efficiënt mogelijk worden benut. Als de strook voor de Hollandse Kust tussen de 10 en 12 mijl niet zou worden benut, dan moeten de windparken en platforms van 700 MW in verder gelegen gebieden worden aangelegd. Dat leidt tot hogere kosten voor windenergie op zee, omdat door een grotere afstand en waterdiepte de kosten per kWh voor de windparken toenemen. Ook nemen de kosten voor het aanleggen en onderhouden van de platforms toe. De aansluiting op de reeds aangewezen gebieden zorgt ervoor dat de vrije horizon in andere gebieden behouden blijft. Inmiddels zijn de gebieden tussen de 10 en 12 mijl, aansluitend op de gebieden Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord), definitief aangewezen voor wind op zee door vaststelling van de Rijksstructuurvisie Wind op Zee aanvulling Hollandse Kust (zie ook paragraaf 2.2.6).

Het kabinet kiest 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 de kavels I en II uit het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

De maatregelen leiden tot het uitrolschema in onderstaande tabel.

Jaar	Schema (MW)	Gebieden routekaart
2015 ²	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>

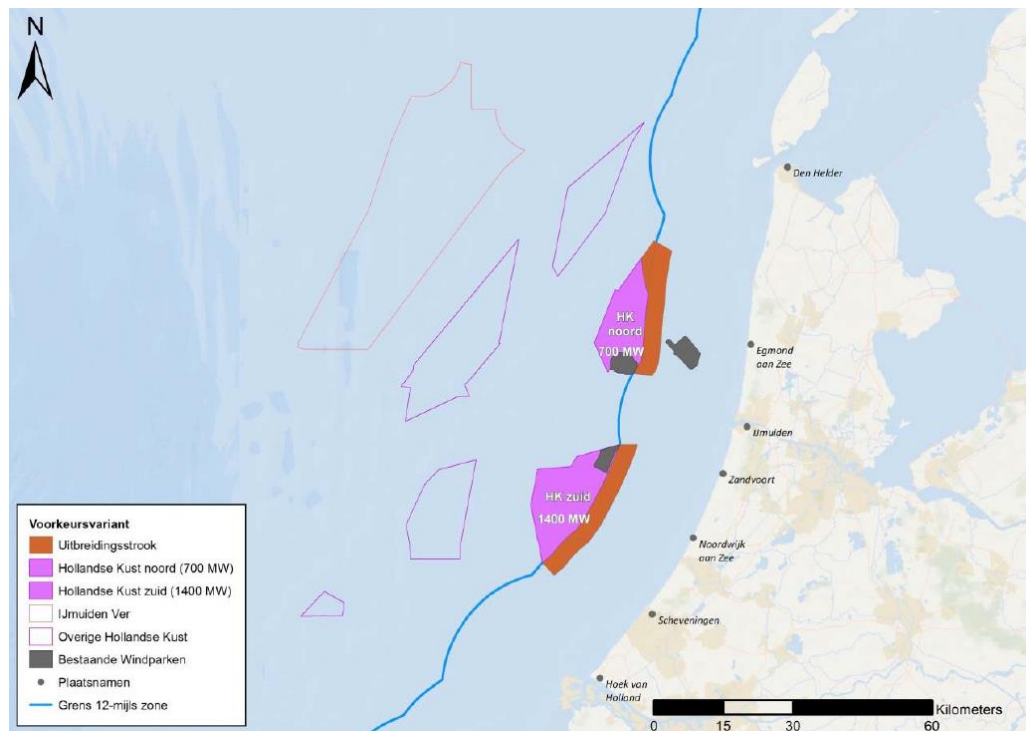
In de tabel is te zien dat de kavels in Borssele en de eerste kavels in Hollandse Kust (zuid) reeds zijn uitgegeven. De eerste 700 MW in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), kavel I en II, staan gepland voor tendering in het najaar van 2017.

Figuur 2.2 geeft een globaal overzicht van de windenergiegebieden en het jaar van uitgifte van de gebieden, van zuid naar noord zoals opgenomen in de routekaart: Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). In figuur 2.3 zijn de vastgestelde gebieden tussen de 10 en 12 mijl aangegeven, aansluitend op de gebieden Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord) zoals opgenomen in de Rijksstructuurvisie Wind op Zee aanvulling Hollandse Kust (zie ook paragraaf 2.2.6).

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 III en IV uitgegaan van in totaal maximaal 760 MW (380 MW per kavel).

² April 2016

Figuur 2.2 Realisatie Windenergiegebied Hollandse Kust.



2.2.5 Kavels I tot en met V Borssele en kavels I en II Hollandse Kust (zuid)

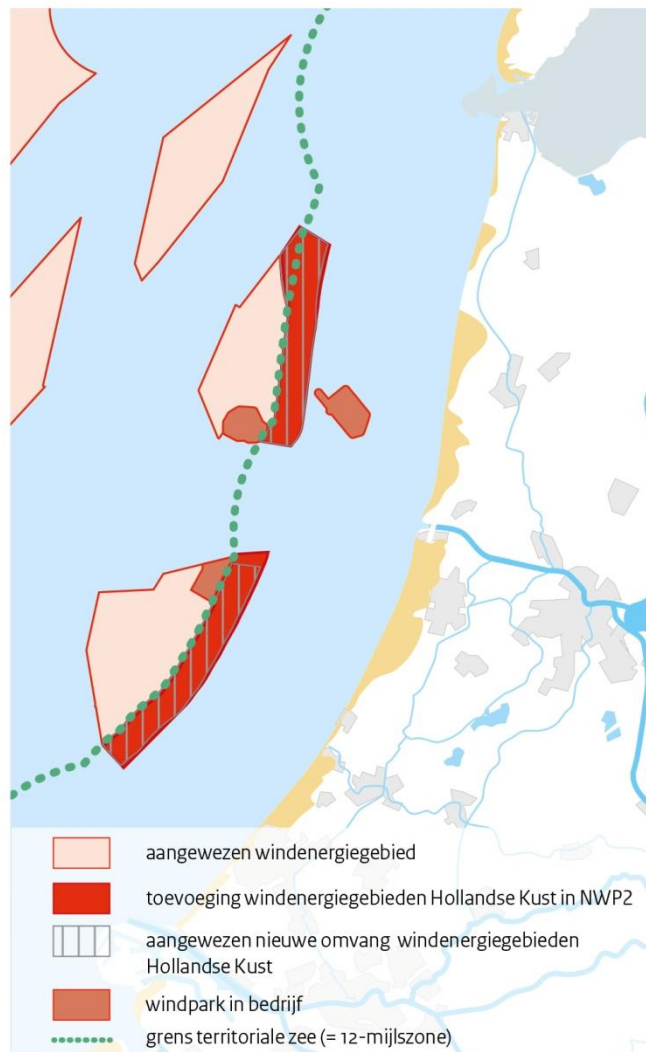
De kavelbesluiten I tot en met V van windenergiegebied Borssele (zie figuur 2.1 voor de ligging) zijn in 2016 vastgesteld en inmiddels onherroepelijk. De kavelbesluiten voor de eerste twee kavels (I en II) van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn in december 2016 gepubliceerd.

2.2.6 Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust

In de routekaart windenergie op zee is aangegeven dat een strook tussen 10 en 12 NM (circa 18,5 tot 22 kilometer) wordt toegevoegd aan een reeds aangewezen windenergiegebied (zie figuur 2.3). De reden hiervoor is dat de aangewezen gebieden te klein zijn voor de aanpak met standaardplatforms met een capaciteit van 700 MW per platform. Daarom heeft het kabinet een strook tussen de 10 en 12 NM aan dit gebied toegevoegd. De Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust dient hiertoe en is een partiële herziening van het Nationaal Waterplan 2. Op 7 december 2016 is de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling gebied Hollandse Kust vastgesteld.

Het kabinet heeft in de routekaart tevens besloten de overige gebieden uit de Haalbaarheidsstudie (Zeeland, Maasvlakte en Ameland) niet verder te onderzoeken voor mogelijk gebruik als windenergiegebied. Bovendien zal voor de gebieden Noord- en Zuid-Holland geen gebruik gemaakt worden van de zone tussen de 3 en 10 NM uit de kust.

Figuur 2.3 Uitbreiding windenergiegebied tussen de 10 en 12 NM.



2.2.7 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 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.³ Dat kader wordt het 'Kader Ecologie en Cumulatie' (KEC)⁴ genoemd. Het KEC is in 2016 geactualiseerd (versie 2.0).

³ Conform de Beleidsnota Noordzee 2016-2021.

⁴ Zie: www.noordzeeloket.nl/functies-en-gebruik/windenergie/ecologie.

2.3 Wet windenergie op zee

De Wet windenergie op zee maakt de opschaling van windenergie op zee mogelijk en introduceert het 'kavelbesluit'. In de wet wordt een nieuw uitgiftesysteem geïntroduceerd. Het uitgiftestelsel omvat een aantal stappen. Windparken mogen alleen gebouwd worden op locaties (kavels) die zijn aangewezen in kavelbesluiten. Kavels worden uitsluitend aangewezen binnen een gebied dat is aangewezen in het Nationaal Waterplan. In de kavelbesluiten wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden windparken gebouwd en geëxploiteerd mogen worden. Nadat de kavelbesluiten zijn vastgesteld, zal de Minister van Economische Zaken via een tender bepalen aan wie vergunningen worden verleend. In de tender kunnen alle marktpartijen die een windpark op een kavel zouden willen realiseren, een aanvraag indienen.

Een belangrijk onderdeel van de kavelbesluiten behelst 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 de kavelbesluiten. 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 geluidsoverlast voor zeezoogdieren en vissen en aanvaringskansen en habitatverlies voor zeevogels, kustbroedvogels, trekvogels en vleermuizen.

2.3.1 Netaansluiting door netbeheerder TenneT

De Minister van Economische Zaken heeft TenneT aangewezen als netbeheerder op zee ter realisatie van de kwantitatieve doelstellingen voor windenergie op zee, zoals opgenomen in het Energieakkoord, waaronder de uitvoering van de noodzakelijke technische onderzoeken en het voorbereiden van de verkrijging van vergunningen. Hier aan voorafgaand heeft de Eerste Kamer op 22 maart 2016 het wetsvoorstel Wijziging van de Elektriciteitswet 1998 (tijdig realiseren doelstellingen Energieakkoord) aangenomen. Dit wetsvoorstel regelt een aantal onderdelen uit het wetsvoorstel Elektriciteits- en gaswet (34.199) dat op 22 december 2015 door de Eerste Kamer werd verworpen.

Ten behoeve van het inpassingsplan en de vergunningen voor het onderdeel Net op Zee dat de netaansluiting van de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) mogelijk gaat maken, wordt een MER opgesteld en voorgesteld (Kamerstukken I/II, 2015–16, 33 561, nr. D/22 en Kamerstukken I/II, 2015–16, 34 199) de rijkscoördinatieregeling te doorlopen. De totale capaciteit van de aansluiting bedraagt 1.400 MW. Het net op zee Hollandse Kust (zuid) bestaat uit twee transformatorstations in zee, vier onderzeese 220 kV hoogspanningskabels naar land, het ondergrondse tracé op land en de aansluiting op een 380 kV hoogspanningsstation op de Maasvlakte nabij Rotterdam. Naar verwachting wordt in het 3e kwartaal van 2017 een ontwerp-inpassingsplan ter inzage gelegd, samen met het MER en de overige benodigde ontwerpbesluiten ten behoeve van de netaansluiting van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Volgens het Ontwikkelkader windenergie op zee⁵ wordt het net op zee zodanig ontworpen dat het mogelijk is om op termijn de verder uit de kust gelegen windenergiegebieden met

⁵ 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

wisselstroom aan te sluiten op de platforms in de windenergiegebieden uit de routekaart. De platforms fungeren dan als “stapsteen”. Voor Hollandse Kust (zuid) is er wel sprake van een verder weggelegen windenergiegebied “achter” het gebied Hollandse Kust (zuid) (zie figuur 2.1), maar blijkt dat het verbinden van het platform in het verder weg gelegen gebied met een eigen kabel naar de kust slimmer en goedkoper is dan via een platform in Hollandse Kust (zuid). De afstand tot de kust is zodanig kort dat de voor wisselstroom noodzakelijke blindstroomcompensatie niet halverwege de kabel nodig is. Bij de kavelindeling is er dus geen rekening gehouden met een extra kabeltracé om een “stapsteenfunctie” van een van de platforms mogelijk te maken.

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.

2.4 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 de kavels III en IV deels binnen 12 NM liggen, 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 III en IV van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), 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.

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>.

2.5 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.

2.5.1 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 Waterbesluit⁶. 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 indicatoren⁷.

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.

⁶ Stb. 2010, 330

⁷ Stand van zaken, zie Kamerstukken II, 2013/14, 33 450, nr. 22

2.5.2 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.

2.5.3 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.

2.5.4 Bats-agreement (1994)

De bats-agreement⁸ heeft als doel om de in Europa voorkomende vleermuizen te beschermen. De bats-agreement vloeit voort uit de Bonn-conventie⁹ 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.

2.5.5 Wadden Sea Seals (1990)

Wadden Sea Seals¹⁰ 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.

⁸ Agreement on the Conservation of Populations of European Bats

⁹ Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals

¹⁰ Agreement for the Conservation of Seals in the Wadden Sea

3 ONDERBOUWING LOCATIEKEUZE EN VERKAVELING HOLLANDSE KUST (ZUID)

3.1 Locatiekeuze Hollandse Kust (zuid)

In het Nationaal Waterplan 1 (NWP1, december 2009) zijn de gebieden Borssele en IJmuiden Ver 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. De gebieden Hollandse Kust en Ten Noorden van de Waddeneilanden zijn op 26 september 2014 definitief aangewezen in de partiële herziening van het NWP1, de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee (zie ook paragraaf 2.2.4). De aanwijzing van deze gebieden is in het NWP 2 herbevestigd. De aanwijzing van de aanvullende gebieden in de windenergiegebieden Hollandse Kust is vastgesteld in de Rijksstructuurvisie Wind op Zee, aanvulling Hollandse Kust. De keuze van het gebied Hollandse Kust voor windenergie, inclusief de strook tussen 10 en 12 NM, is dus definitief vastgesteld.

In het kader van onder meer het Energieakkoord is een nadere invulling en planning gegeven voor de uitgifte van windenergie (zie paragraaf 2.2.4). De keuze voor Borssele als eerst uit te geven gebied is gemaakt op basis van een zo 'conflictvrij' mogelijk gebied voor zover dat de belangen voor scheepvaart, het mariene ecosysteem, olie en gas, defensie en luchtvaart betreft. De kavelbesluiten voor Borssele zijn sinds 21 mei 2016 onherroepelijk. Ook lijkt bij Borssele de netaansluiting op land, een onderdeel van de uitrol dat veel tijd vraagt, het snelste te realiseren. Noodzakelijke verzwaring van het net op land is daar reeds in voorbereiding (Kamerstukken II, 2013–14, 31 510, nr. 49). Op vrijdag 26 augustus 2016 liep de beroepstermijn af voor de inpassingsbesluiten van het onderdeel Borssele van het net op zee. Het besluit is inmiddels onherroepelijk.

De keuze voor Hollandse Kust (zuid) als tweede uit te geven gebied is gemaakt op basis van kosten en netinpassing. Het gebied is dicht bij 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. 12) 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 (en bijbehorend plan-m.e.r.) is nagegaan of windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) geschikt is voor de realisatie van windenergie. In deze structuurvisie zijn de effecten van windenergie in het gebied Hollandse Kust (zuid) op een geaggregeerd niveau onderzocht op de aspecten ecologie, scheepvaartveiligheid, overige gebruiksfuncties (olie en gas, visserij, zandwinning etc.), geologie en hydrologie, landschap (zichtbaarheid) 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 de MER-en voor de kavels van windenergiegebied Borssele en voor de kavels I en II van Hollandse Kust (zuid) is op hoofdlijnen de vergelijking tussen de windenergiegebieden gemaakt. Uit deze vergelijking op hoofdlijnen komen de volgende factoren naar voren waar rekening mee

gehouden moet worden bij de verdere ontwikkeling van windenergie in de windenergiegebieden. Dit vormt aandachtspunten voor vervolg van dit MER.

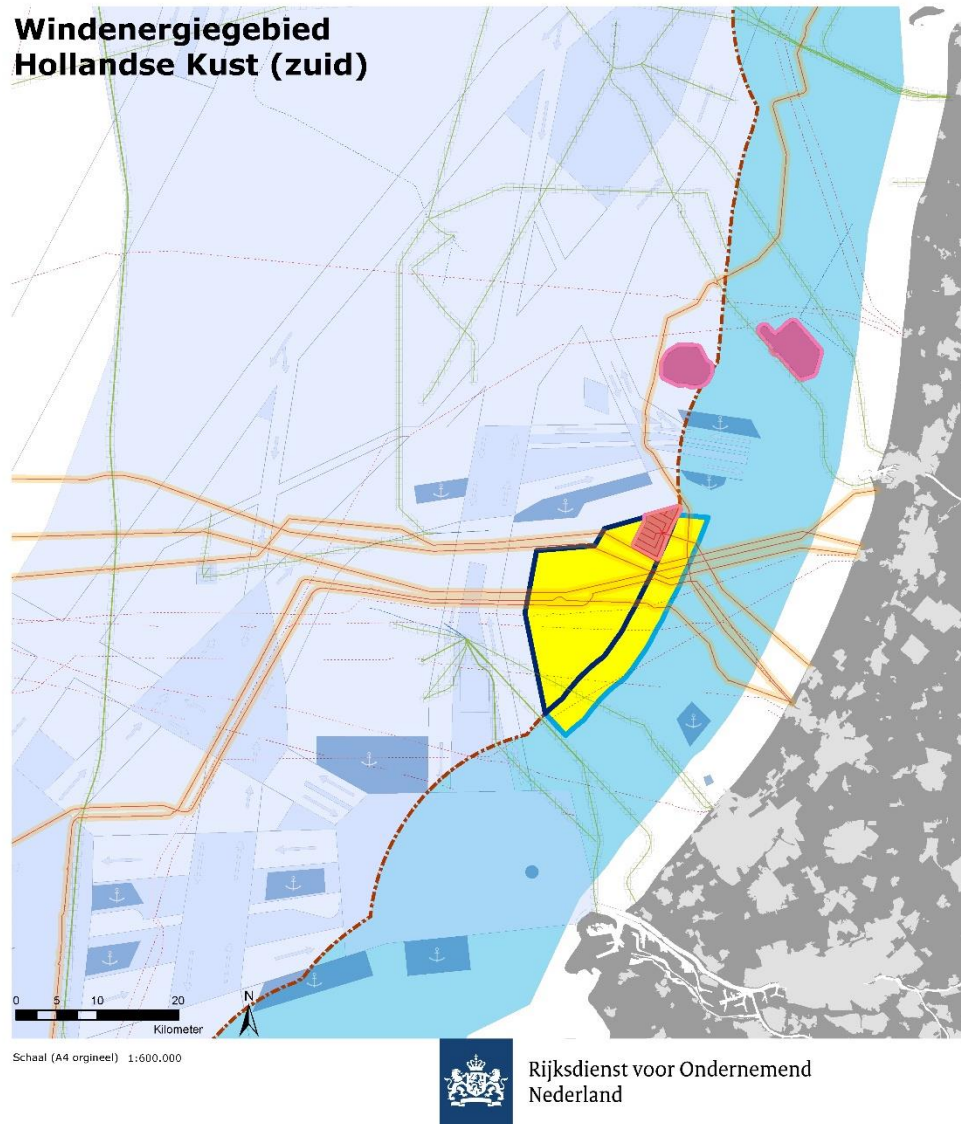
- Ecologie
 - Voor vogels zijn significant negatieve effecten, al dan niet in cumulatie, niet zonder maatregelen uit te sluiten. Er is nader onderzoek benodigd bij de specifieke inrichting van de gebieden.
 - Voor zeezoogdieren (bruinvissen en zeehonden) zijn significant negatieve effecten op voorhand niet uit te sluiten zonder mitigerende maatregelen. Om de effecten, ook in cumulatie, terug te brengen dienen mogelijk grenzen aan de geluidsemissie bij de aanleg van funderingen gesteld te worden.
- Landschap
 - De windparken in de gebieden Borssele en Hollandse Kust kunnen bij goed weer deels zichtbaar zijn vanaf de kust.
- Andere functies
 - Voor het windenergiegebied Hollandse Kust geldt dat deze te midden van gebieden met een verhoogde scheepvaartactiviteit ligt. De veiligheid voor de scheepvaart bij de inrichting van deze gebieden is een aandachtspunt.
 - Voor met name het windenergiegebied Hollandse Kust en in iets mindere mate IJmuiden Ver en Ten Noorden van de Waddeneilanden geldt dat de aanwezige activiteiten voor de olie- en gaswinning (exploratie, winning of gebruik van platforms) een aandachtspunt zijn voor de ontwikkeling van de windenergiegebieden.
 - Voor alle windenergiegebieden geldt dat bij de ontwikkeling van de gebieden het bevisbaar oppervlak afneemt en ook dat vissersboten mogelijk dienen om te varen.
- Kosten
 - Het gebied Hollandse Kust heeft naar verwachting de laagste kosten per kWh, gevolgd door Borssele, Ten Noorden van de Waddeneilanden en tot slot IJmuiden Ver.

Inmiddels is het gebied Hollandse Kust uitgebreid met een strook tussen 10 en 12 NM. Deze aanvulling op het gebied Hollandse Kust is opgenomen in de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust en daarvoor is een plan-MER opgesteld waarin de effecten op het milieu van deze aanvulling zijn opgenomen. Eerder is voor het deel van windenergiegebied Hollandse Kust buiten de 12 NM al een plan-MER opgesteld. In het onderhavige MER is een nader onderzoek naar de geschiktheid van het gebied Hollandse Kust (zuid) inclusief de strook tussen 10 en 12 NM voor windenergie dan ook niet nodig.

3.2 Kenmerken van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)

Het aangewezen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) 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 NM) (zie figuur 3.1) en beslaat in totaal 356 km². Dit is inclusief het bestaande windpark Luchterduinen.

Figuur 3.1 Ligging windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).



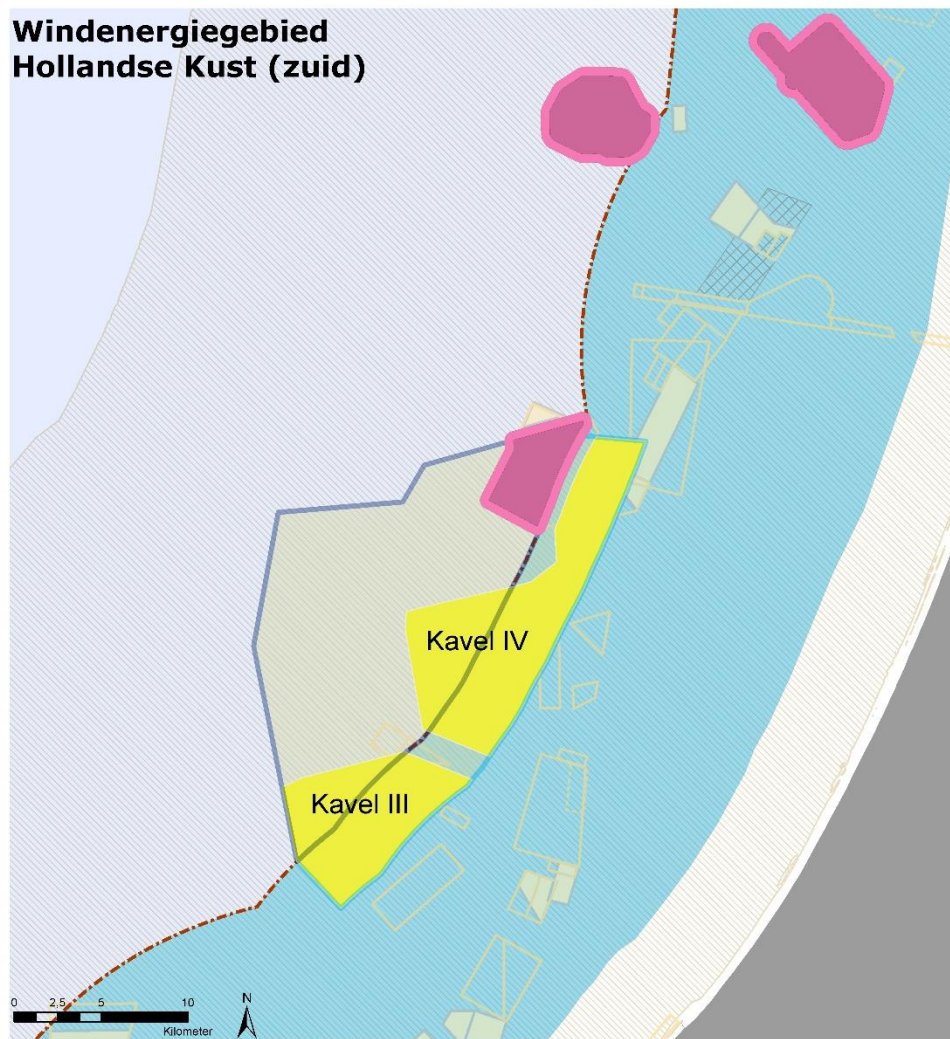
Legenda

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Operationele windparken Veiligheidszone windparken Grens 12mijlszone Scheepvaartscheidingsstelsel Scheepvaartscheidingsstelsel grenzen Scheepvaartscheidingsstelsel ankerplaatsen Scheepvaartscheidingsstelsel Territoriale wateren EEZ van Nederland Kabels | <ul style="list-style-type: none"> Kabels: inactief Buisleidingen Buisleidingen: inactief Buisleiding onderhoudszone (500m) Kabel onderhoudszone (500m) <p>Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)</p> <ul style="list-style-type: none"> Hollandse Kust (zuid) buiten 12 NM Hollandse Kust (zuid) binnen 12 NM |
|---|---|



Het reeds bestaande windpark Luchterduinen ligt in het noordoostelijke deel van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Ten oosten van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) liggen zandwingsgebieden (figuur 3.2). Aan de noord- en zuidzijde liggen ankergebieden (zie figuur 3.1). Aan de west- en noordzijde liggen scheepvaartroutes. Diverse kabels en leidingen kruisen het windenergiegebied.

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



Schaal (A4 origineel) 1:280.000



Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Legenda

- | | |
|----------------------------|---|
| Operationele windparken | HKZ_20160718_RVO_sites |
| Veiligheidszone windparken | Hollandse Kust (zuid) |
| Grens 12mijlzone | Kavel III |
| Zandwinning, Verlaten | Kavel IV |
| Zandwinning, Vergund | Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) |
| Zandwinning, Concept | Hollandse Kust (zuid) buiten 12 NM |
| Schelpenwinning, Vergund | Hollandse Kust (zuid) binnen 12 NM |
| Proefwingebieden | |
| Territoriale wateren | |
| EEZ van Nederland | |



Kabels en leidingen

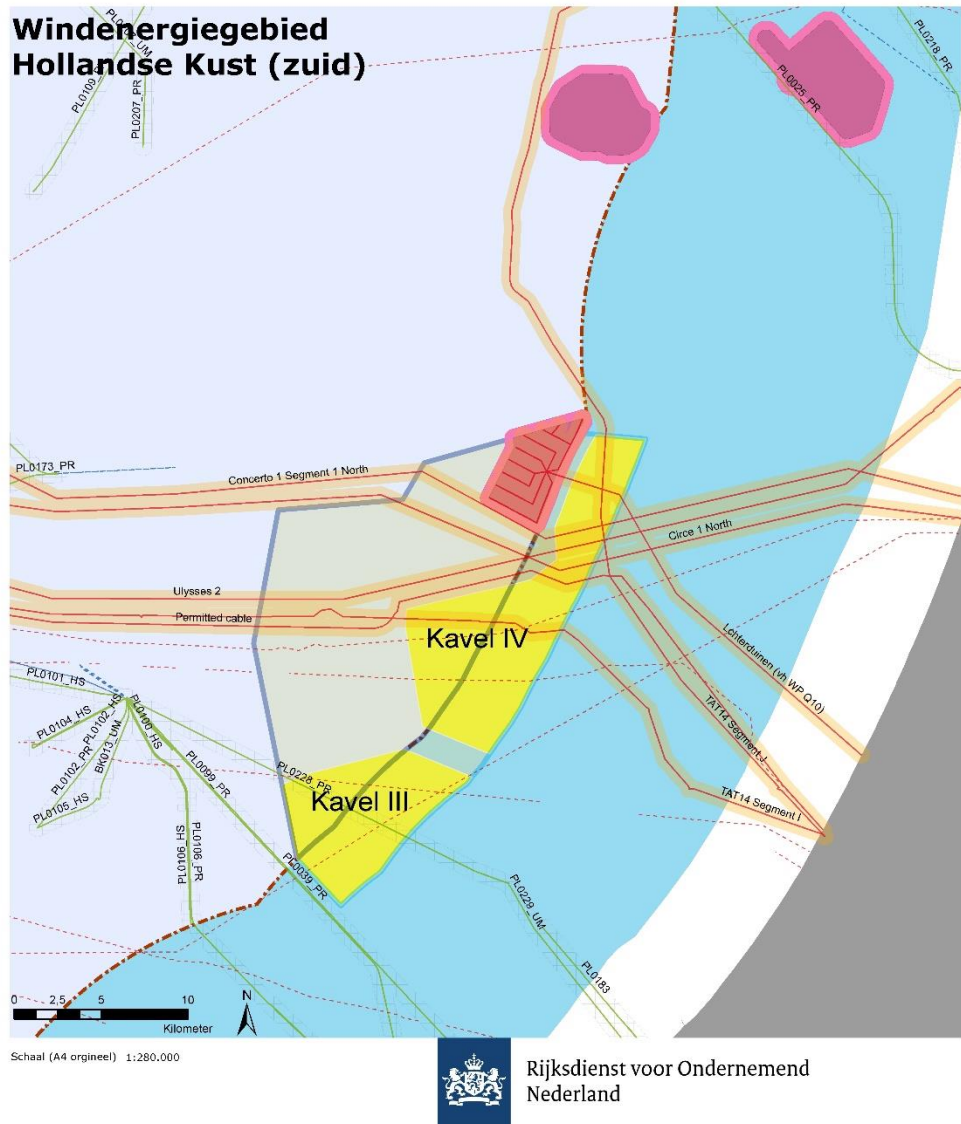
Door het gebied loopt een aantal kabels en leidingen (zie figuur 3.3):

- TAT 14 Segment J (Kabel)
- Concerto 1 Segment 1 North (Kabel)

- Circe 1 North (Kabel)
- Ulysses 2 (Kabel)
- Permitted, not yet constructed (Kabel)
- ENGIE E&P Nederland B.V. (Buisleiding)
- TAQA Energy B.V. (Buisleiding)

Daarnaast lopen er kabels door het gebied die verlaten zijn, zoals die van KPN Qwest. In de kavels III en IV wordt rekening gehouden met een afstand van 500 meter aan weerszijde van de kabels of leidingen. Plaatsing van windturbines dient geheel binnen de kavels te gebeuren (inclusief de turbinebladen, er is dus geen overdraai buiten het gebied mogelijk).

Figuur 3.3 Ligging windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en kabels en leidingen.



- Legenda**
- Operationele windparken
 - Veiligheidszone windparken
 - Grens 12mijlszone
 - Territoriale wateren
 - EEZ van Nederland
 - Kabels
 - Kabels: inactief
 - Buisleidingen
 - Buisleidingen: inactief
 - Buisleiding onderhoudszone (500m)
 - Kabel onderhoudszone (500m)
 - HKZ_20160718_RVO_sites
 - Hollandse Kust (zuid)
 - Kavel III
 - Kavel IV
 - Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)
 - Hollandse Kust (zuid) buiten 12 NM
 - Hollandse Kust (zuid) binnen 12 NM



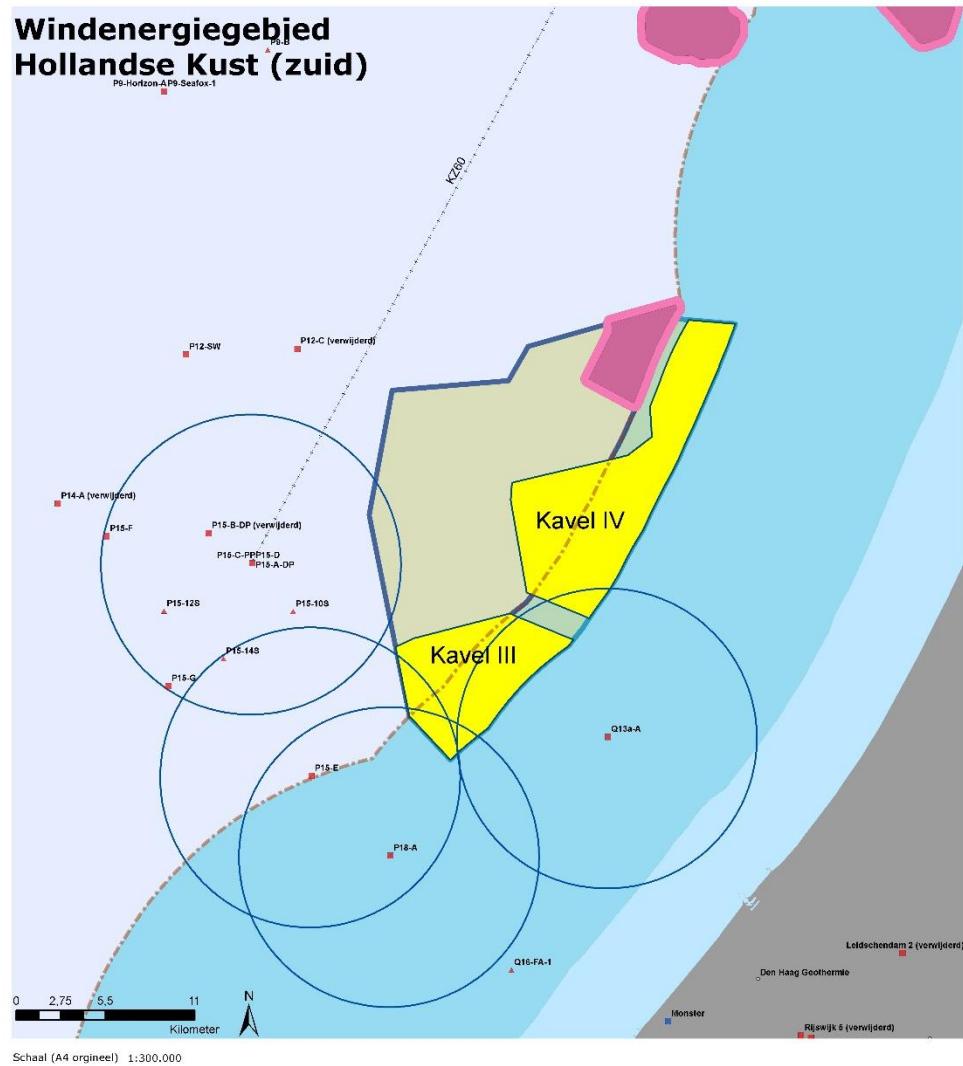
Overige functies

In het gebied vindt visserij plaats en ten oosten ook zandwinning. Er lopen geen scheepvaartroutes door het gebied, maar wel aan de westzijde en noordzijde (zie figuur 3.1). Ook ligt een aantal platforms (met helikopterdeck) aan de west- en zuidzijde en er loopt een

Helicopter Main Route (HMR) ten westen van het windenergiegebied (zie figuur 3.4). Ook liggen er Transport Maneuvering Areas (TMA's) voor Schiphol en Rotterdam boven het gebied (Schiphol TMA 1 en 2 en Rotterdam TMA 1 en 3, niet in de figuur aangegeven)¹¹. Voor het gebied zijn tevens opsporings- en winningsvergunningen afgegeven voor olie en gas (zie figuur 3.5).

¹¹ 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.



Schaal (A4 origineel) 1:300,000

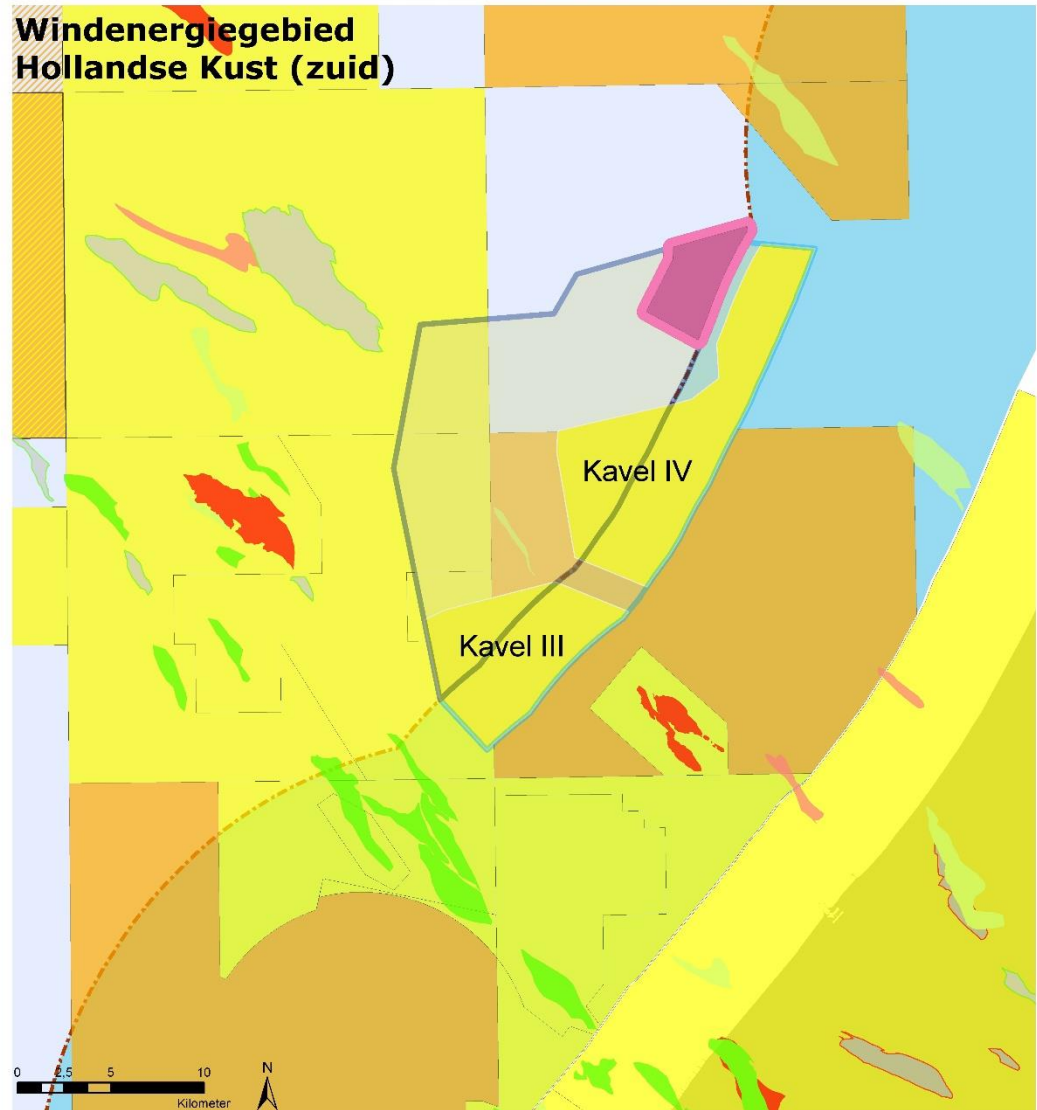
Legenda

- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| Hollandse Kust (zuid) Kavel | Grens 12mijlszone |
| III | EEZ van Nederland |
| IV | Territoriale wateren |
| Windenergiegebied HKZ | Helikopter main routes |
| Hollandse Kust (zuid) buiten 12 NM | Helikopterzone 5 NM |
| Hollandse Kust (zuid) binnen 12 NM | |



Author: MJF
Datum: 27-10-2016

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



Schaal (A4 origineel) 1:280.000



Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Legenda

- | | | |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Operationele windparken Veiligheidszone windparken Grens 12mijlszone niet producerend gasveld producerend gasveld niet ontwikkeld gasveld niet producerend olievel producerend olievel niet ontwikkeld olievel | <p>Licences applied for</p> <p>Vergunning, type, status</p> <ul style="list-style-type: none"> Opsporingsvergunning, HYDROCARBONS, Aangevraagd Winningsvergunning, HYDROCARBONS, Aangevraagd <p>Soort vergunning</p> <ul style="list-style-type: none"> Opsporingsvergunning Winningsvergunning | <ul style="list-style-type: none"> EEZ van Nederland Hollandse Kust (zuid) Kavel III Kavel IV Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) Hollandse Kust (zuid) buiten 12 NM Hollandse Kust (zuid) binnen 12 NM |
|--|--|---|



Author: MJF
Datum: 18-10-2016

Effect van/op nabijgelegen park Luchterduinen

Het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) sluit aan bij het bestaande windpark Luchterduinen. Er zijn windberekeningen gemaakt voor het gebied, waaruit de effecten op de elektriciteitsopbrengst als gevolg van windafvang en turbulentie van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op het windpark Luchterduinen inzichtelijk worden gemaakt en vice versa (zie hoofdstuk 11). De verder van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) weg gelegen windparken OWEZ (Offshore Windpark Egmond aan Zee) en het Prinses Amaliawindpark zullen minder gevolgen ondervinden van windturbines in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

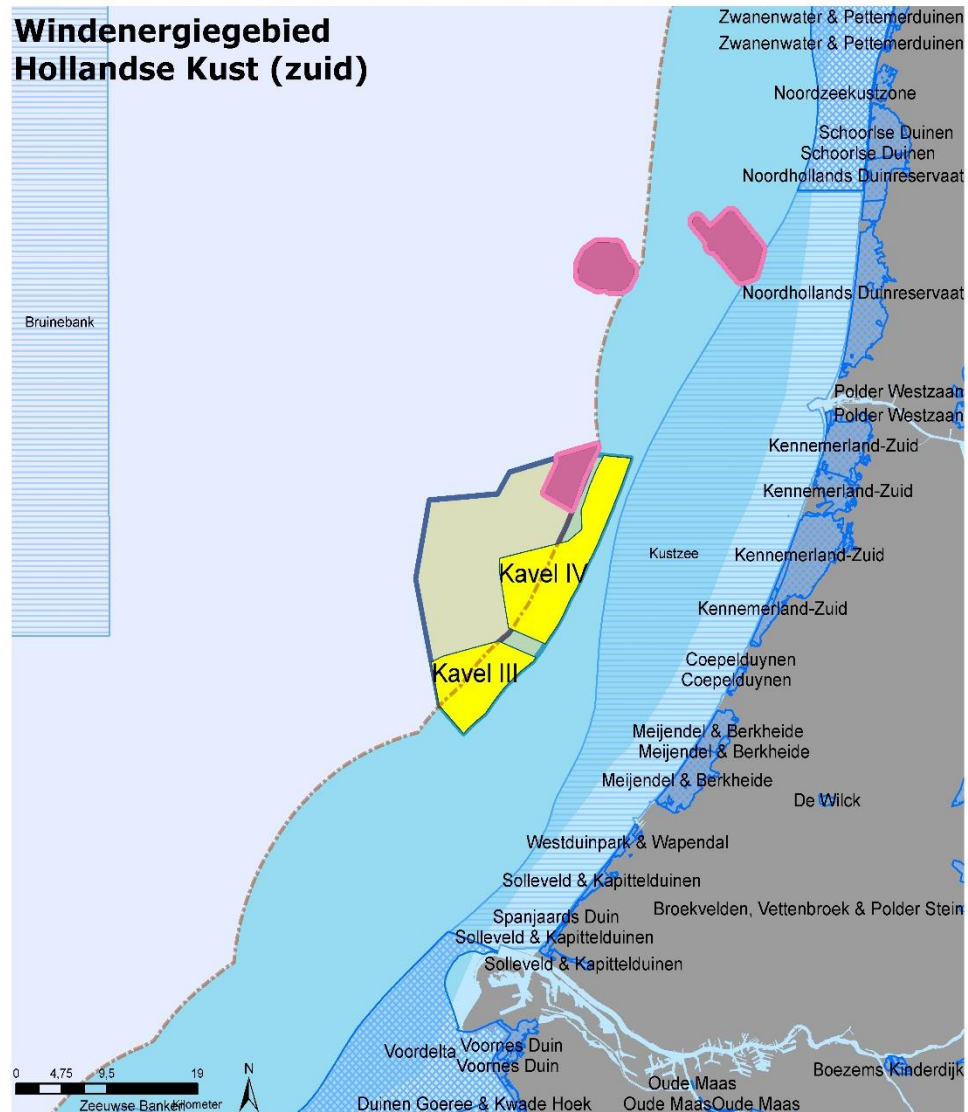
Bodemopbouw en bathymetrie

Het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt op een relatief weinig veranderende en vlakke bodem. De waterdiepte varieert van 20 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 (zuid) tot de Voordelta is circa 20 kilometer en tot de Noordzeekustzone circa 30 kilometer. De onshore Natura 2000-gebieden Kennemerland – Zuid en Meijndel & Berkheide liggen op een afstand van circa 18 kilometer. Overige Natura 2000-gebieden liggen verder weg, zoals Duinen & Lage Land Texel, Duinen van Vlieland, Friese Front, Grevelingen & Haringvliet en Waddenzee.

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



Schaal (A4 origineel) 1:509,864

Legenda

- | | |
|------------------------------------|--|
| Hollandse Kust (zuid) Kavel | --- Grens 12mijlszone |
| III | EEZ van Nederland |
| IV | Territoriale wateren |
| Windenergiegebied HKZ | /// Vogelrichtlijn |
| Hollandse Kust (zuid) buiten 12 NM | /// Habitatrichtlijn |
| Hollandse Kust (zuid) binnen 12 NM | Gebieden met bijzondere ecologische waarde |



Author: MJF

Datum: 31-10-2016

De Bruine Bank is (nog) geen Natura 2000-gebied, maar wel een gebied met grote dichtheden en aantallen zeekoeten en alken en verdient om die reden ook aandacht in het MER. De Bruine Bank ligt op een afstand van circa 33 kilometer van het windenergiegebied Hollandse Kust en van kavel III en IV.

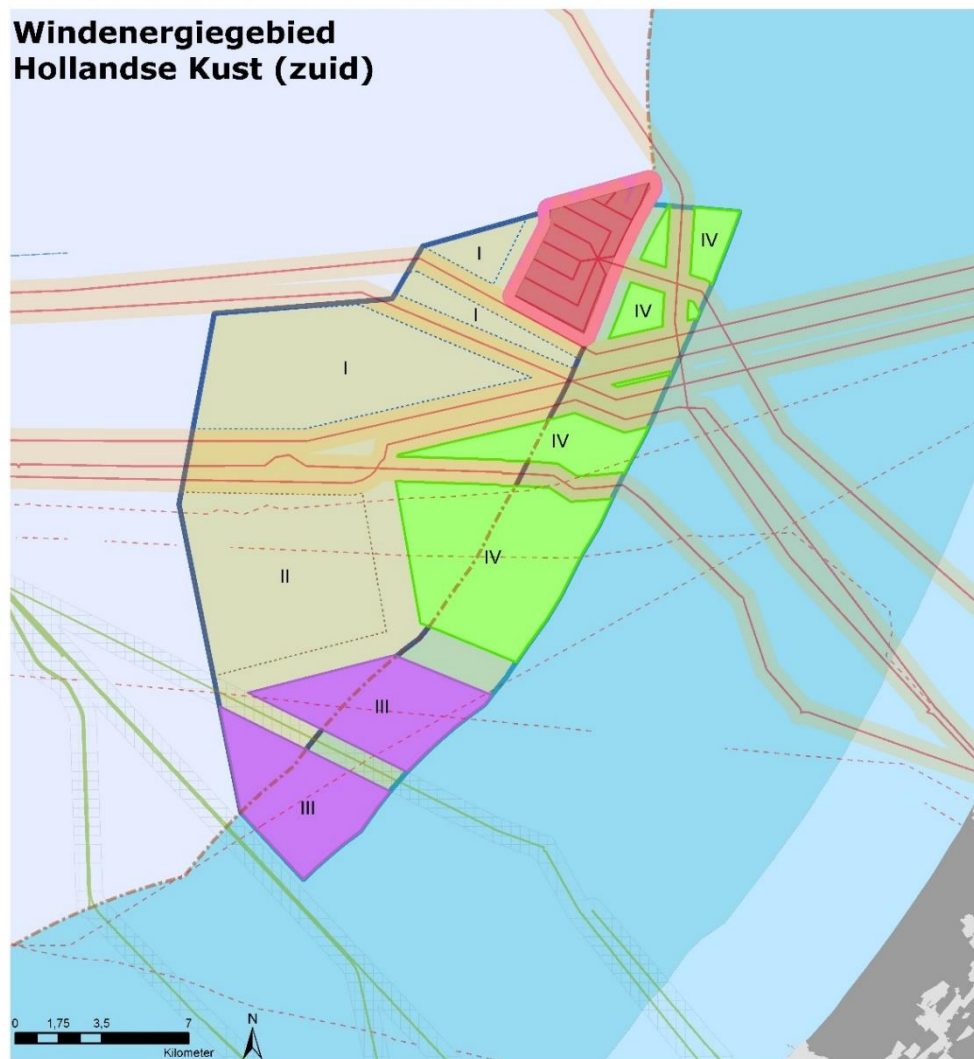
3.3 Uitgangspunten voor de verkaveling

Binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) is ruimte voor meerdere kavels. Vanwege de capaciteit van de beoogde platforms op zee van TenneT van elk circa 700 MW en de totaal beschikbare oppervlakte (356 km²), is het voorstel om het gebied te verkavelen in vier deelgebieden die elk twee aan twee kunnen aansluiten op deze platforms op zee. De vier deelgebieden samen bieden op deze wijze ruimte voor circa 1.400 MW.

De kavelindeling van het gebied Hollandse kust (zuid) is ontworpen in samenhang met het net op zee. Het voorstel voor verkaveling is in eerste instantie ontstaan 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 3.7 is het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) weergegeven, rekening houdend met de aanwezige belemmeringen. Vervolgens is op basis van de volgende uitgangspunten gekomen tot een kavelindeling:

- Geen kabels of leidingen door meerdere kavels;
- Zo kort mogelijk tracé van de kabels tussen turbines en het platform (*inter-array* kabels).
- Het gebied aan de west- en zuidzijde van het windenergiegebied vangt wind af van de meer oost of noordoost gelegen gebieden. Kavels die daardoor minder vrije aanstroom van wind hebben zijn dan ook groter om de onderlinge afstand tussen windturbines te kunnen vergroten.

Figuur 3.7 Voorgestelde verkaveling windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).



Schaal (A4 origineel) 1:200.000

Legenda

Kavels Hollandse Kust Zuid

- I
- II
- III
- IV
- Kabels
- Kabels: inactief
- Buisleidingen

- Buisleidingen: inactief
- Buisleiding onderhoudszone (500m)
- Kabel onderhoudszone (500m)

Windenergiegebied HKZ

- Hollandse Kust (zuid) buiten 12 NM
- Hollandse Kust (zuid) binnen 12 NM
- Grens 12mijlszone
- EEZ van Nederland
- Territoriale wateren



Author: MJF
Datum: 29-11-2016

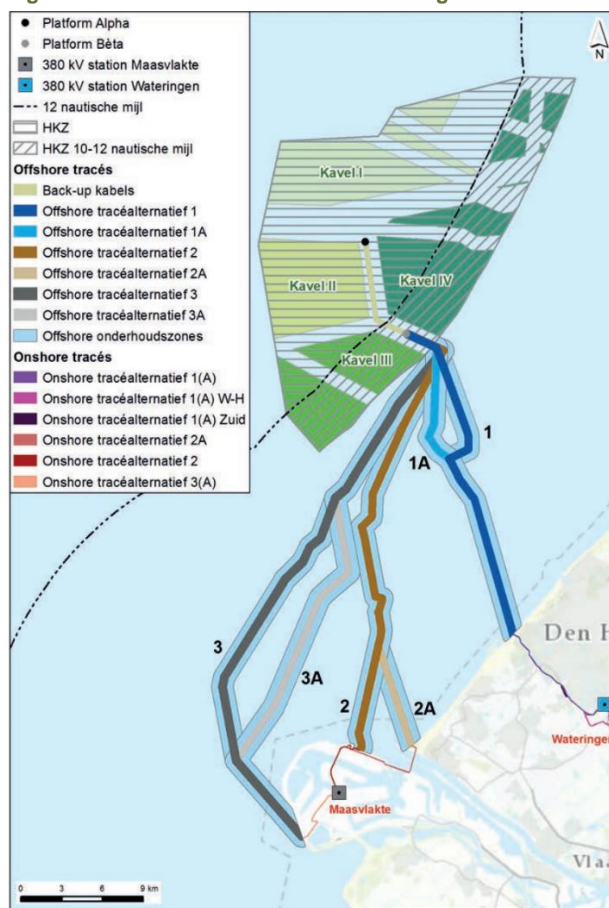
In de beleidsnota Noordzee 2016-2021 staat het beleid geformuleerd voor de Noordzee, waaronder de visie opgave en beleid voor kabels en leidingen op de bodem van de Noordzee. Bij kabels en leidingen wordt achtereenvolgens gekeken of 1) een tracé mogelijk is waarbij de nieuwe kabels en leidingen worden 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 een zo kort mogelijke route naar de potentiële aansluitpunten aan land is een zuidoostelijke uitgang van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bepaald. Voor het kabeltracé van de platforms naar de kust is dus uitgegaan van een ander, korter, tracé dan het voorkeurtracé uit de beleidsnota Noordzee 2016-2021. Dit vanwege de geringere kosten: de zuidoostelijke uitgang vanuit het windenergiegebied geeft de kortste lengte en dus de minste kosten van het kabeltracé op zee. De gekozen kavelindeling geeft de meeste ruimte voor de windparken, waardoor de windparken tegen zo laag mogelijke kosten kunnen worden gerealiseerd. TenneT maakt dan slechts deels gebruik van de voorkeurtracés voor kabels en leidingen.

In het kader van het net op zee is reeds een voorkeursalternatief gekozen voor het kabeltracé van Hollandse Kust (zuid). Dit betreft het alternatief dat aan de noordzijde van de Maasvlakte aan land komt en tevens op de Maasvlakte op het landelijke net wordt aangesloten. Figuur 3.8 bevat zowel het voorkeursalternatief (=alternatief 2) als de overige alternatieven voor de kabelverbinding van Hollandse Kust (zuid).

Figuur 3.8 Voorkeurtracé kabels en leidingen beleidsnota Noordzee 2016-2021.



Als eerste zijn de twee kavels die buiten de 12 NM liggen in procedure gebracht (kavel I en II in figuur 3.7). Nu de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust is vastgesteld, worden de twee kavels die deels binnen de 12 NM liggen (kavel III en IV) in procedure gebracht. Om de kavels in de tijd twee aan twee te kunnen laten aansluiten op de platforms op zee van TenneT moeten de kavels naast elkaar liggen. De combinaties van de kavels I en II en kavels III en IV liggen daarom het meest voor de hand. Figuur 3.7 geeft de kavels III en IV in detail weer.

Door het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ontstaat mogelijk een aantal corridors ten gevolge van de aanwezige onderhoudszones voor (netaansluitings)kabels en bestaande kabels en leidingen. 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 heen mogen varen en er mogen verblijven.

De oppervlakte van kavels III en IV is, exclusief de onderhoudszones van de kabels en leidingen die deze kavels doorsnijden, respectievelijk 46 km² en 64 km² (en respectievelijk 53 km² en 92 km² inclusief deze onderhoudszones).

De coördinaten van de kavels III en IV zijn in bijlage 3 opgenomen (in ETRS 1989 UTM Zone N31).

3.4 Aansluiting op het elektriciteitsnet

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

Het platform Alpha is ten zuiden van kavel I geïmponeerd en ten westen van kavel IV. De windturbines in kavel I en II worden op platform Alpha aangesloten, de windturbines van kavel III en IV op platform Beta. Platform Beta ligt tussen kavel III en IV in. Figuur 3.8 geeft de ligging van platforms Alpha en Beta 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 extra kabel die Alpha en Beta verbindt en mogelijk uit overwegingen van redundantie wordt aangelegd.

Door de exportkabels en onderhoudszones ontstaat een corridor die loopt tussen kavel III en IV en vervolgens tussen kavel II en IV, waarin ook beide platforms zijn gelegen. Deze corridor is tevens bruikbaar voor de bereikbaarheid van de platforms per schip. Ten gevolge van de ligging van de exportkabels en bijbehorende onderhoudszones wordt het voor windturbines beschikbare oppervlak van de kavels verminderd. De oppervlakte van kavels III en IV is, exclusief de onderhoudszones van de kabels en leidingen die deze kavels doorsnijden, respectievelijk 46 km² en 64 km².

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 kavels binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden 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 termijnen verbonden aan de uit te geven kavels III en IV, dat wil zeggen uitgifte en operationeel zijn van de parken in 2022.

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 III en IV van Hollandse Kust (zuid) 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 PBR¹² niet overschrijden. Voor Borssele Kavels I en II is de ondergrens bepaald op 4 MW-turbines, voor Borssele kavels III, IV, en V (innovatiekavel) is dit 6 MW, dus om gemiddeld op ten minste 5 MW te komen is een turbine met een vermogen van minstens 5 MW nodig. Vandaar dat voor Hollandse Kust (zuid) 6 MW wordt aangehouden als ondergrens. De notitie "Zilvermeeuw slachtofferaantallen bij vier scenario's van SER windparken"¹³ bevestigt de benodigde ondergrens van 6 MW. Als bovengrens in dit MER wordt een turbine van 10 MW aangehouden.

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 6 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.

¹² 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.

¹³ A. Gyimesi 'Zilvermeeuw slachtofferaantallen bij vier scenario's van SER windparken' Notitie 15-314, Bureau Waardenburg bv.

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 380 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 6 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 380 MW opgesteld vermogen)	Hei-energie <u>worst case</u> (kJ)
<i>Tripods</i> (3 palen / fundering)			
2	6	189	1.000
2,5	6	189	1.000
3	6	189	1.000
3,5	6	189	1.000
4	6	189	1.000
<i>Jackets</i> (4 palen / fundering)			
1,5	6	252	1.000
2	6	252	1.000
2,5	6	252	1.000
3	6	252	1.000
3,5	6	252	1.000
<i>Monopiles</i>			
6	6	63	1.800
7	7	54	2.100
8	8	47	2.400
9	9	42	2.700
10	10	38	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 Beta 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 142 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	6 – 10 MW
Tiphoogte individuele windturbines	167 – 251 meter
Tiplaagte individuele windturbines	25 – 30 meter
Rotordiameter individuele windturbines	142 – 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 6 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

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 per kavel een maximum vermogen van 380 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	63 x 6 MW-turbines Tiplaagte 25 m, rotordiameter 142 m	38 x 10 MW-turbines Tiplaagte 30 m, rotordiameter 221 m
Onderwaterleven*	38 x 10 MW-turbines Hei-energie: 3.000 kJ 1 turbinelocatie per dag	63 x 6 MW-turbines Hei-energie: 1.000 kJ 1 turbinelocatie per dag
Scheepvaart	63 x 6 MW-turbines Jacket-fundering met diameter 15 m	38 x 10 MW-turbines Monopaalfundering met diameter 10 m
Geologie en hydrologie	63 x 6 MW-turbines	38 x 10 MW-turbines
Landschap**	63 x 6 MW-turbines Min. rotordiameter 142 m Min. ashoogte: 96 m	38 x 10 MW-turbines Max. rotordiameter 221 m Max. ashoogte: 140 m
Overige gebruiksfuncties	63 x 6 MW-turbines	38 x 10 MW-turbines
Elektriciteitsopbrengst**	63 x 6 MW-turbines	38 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 Bèta 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 Bèta 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 Bèta 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 ontwikkeling¹⁴. Het nulalternatief is het alternatief waarbij er geen kavelbesluiten worden genomen voor kavel III en IV. Het gebied in kavel III en IV zal zich dan ontwikkelen conform vastgesteld of voorgenomen beleid, maar zonder realisatie van de windparken. Deze situatie dient als referentiekader voor de effectbeschrijving. In de nulsituatie zijn de windparken Prinses Amalia 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 en II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) meegenomen.

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.

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

¹⁴ 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).

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 6 MW per turbine voor de kavels III en IV van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) 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 kavels worden in de kavelbesluiten vastgelegd en vormen de bouwvoorwaarden 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 het windpark Luchterduinen op de elektriciteitsproductie in Hollandse Kust (zuid) en vice versa is.

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

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

Vogels

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

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

De volgende effecten zullen in het MER beschreven worden:

- aanvaringslachtoffers (met gebruikmaking van het meest recente Band-model),
- veranderingen in foerageermogelijkheden (habitatverlies),
- verlies van rustgebieden en,
- barrièrewerking.

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

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

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

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

Vleermuizen

Voor vleermuizen 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 III en IV van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) 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 (zuid) 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.

Met betrekking tot onderwaterleven geeft de Commissie voor de m.e.r. in haar advies van 31 oktober 2016 op de MER-en voor de kavels I en II van Hollandse Kust (zuid) een tweetal punten mee:

- *De Commissie adviseert ten behoeve van vervolg-MER'en voor kavelbesluiten het Aquariusmodel te valideren en eventueel aan te passen aan de hand van de resultaten van geluidmetingen verricht bij de aanleg van de windparken Gemini en Luchterduinen;*
- *De Commissie adviseert ten behoeve van vervolg-MER'en voor kavelbesluiten de zenderdata van Imares te gebruiken voor het verbeteren van de dichtheidskaarten van zeehonden op de Noordzee.*

In dit MER is gebruik gemaakt van de nieuwe dichtheidskaart voor zeehonden. Voor de geluidsmodellering is gebruik gemaakt van het Aquariusmodel 1.0 dat recent is gevalideerd aan de hand van de geluidsmetingen van Luchterduinen en Gemini.

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 III en IV voor kabeljauw. Hierbij wordt de meest recente literatuur gebruikt.^{15 16}

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)¹⁷ (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 (zuid) 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 natuurbescherming¹⁸. Het gaat enkel om externe werking, de kavels liggen buiten Natura 2000-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 III en IV 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.

¹⁵ Imares, Residence time and behaviour of sole and cod in the Offshore Wind farm Egmond aan Zee (OWEZ), 2010

¹⁶ Imares, Monitoring- and Evaluation Program Near Shore Wind farm (MEP-NSW), Fish community, 2012

¹⁷ 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

¹⁸ De Flora- en faunawet en de Natuurbeschermingswet 1998 zijn (samen met de Boswet) per 1 januari 2017 geïntegreerd in de Wet natuurbescherming.

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 het kavel, kruisend verkeer en risico's voor niet-routegebonden kleine scheepvaart. De cumulatieve effecten van alle 4 kavels in het gebied Hollandse Kust (zuid) worden als uitgangspunt genomen in de veiligheidsstudie. Wat de effecten zijn van de individuele kavels wordt meer kwalitatief onderzocht. Tevens wordt nagegaan wat de effecten zijn van het mogelijk instellen van een scheepvaartcorridor tussen de voorziene kavels door en het effect van het toestaan van doorvaart door de kavels voor schepen tot 24 meter.

De Commissie voor de m.e.r. heeft op 31 oktober 2016 haar advies uitgebracht op de MER-en voor de kavels I en II van Hollandse Kust (zuid):

- *De Commissie adviseert ten behoeve van toekomstige MER'en kansmodellen voor de risico's van aanvaring/aandrijving bij doorvaart van schepen < 24 meter te ontwikkelen, teneinde deze risico's op dezelfde kwantitatieve wijze te kunnen bepalen als nu reeds gedaan voor alle andere risico's voor scheepvaartveiligheid.*

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 een goede weergave van het lokale effect van de windparken op de scheepvaartveiligheid adviseerde de Commissie m.e.r. in haar advies over de MER-en voor kavels I en II in Borssele in toekomstige MER-en alleen het gebied mee te nemen waar de scheepvaartdichtheden en – bewegingen direct beïnvloed worden door de windparken. Ook gaf de Commissie m.e.r. aan dat mogelijkwerwijs de normen die opgenomen zijn in het Handboek risicozonering windturbines (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2014) houvast bieden voor het beoordelen van de effecten op de scheepvaartveiligheid. Nadere analyse van dit handboek op de mogelijkheden hiertoe stuit echter op een principieel verschil in benadering: het handboek geeft richtlijnen en normen voor onderzoek naar het risico dat veroorzaakt wordt door het falen van een windturbine, terwijl hier onderzocht wordt wat het risico is dat veroorzaakt wordt doordat schepen tegen een windturbine aanvaren of –drijven. Weliswaar kunnen beide situaties leiden tot slachtoffers, echter in het geval van het handboek is vooral de kans dat een windturbine faalt van belang, terwijl hier de kans dat een schip tegen de turbine vaart, bepalend is. Het is het verschil tussen de veiligheid van een technische installatie (de windturbine) versus verkeersveiligheid. Door dit essentiële verschil, biedt het genoemde handboek geen aanknopingspunten om scheepvaartveiligheid mee te beoordelen.

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.

Lettende 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.

De Commissie voor de m.e.r. heeft op 31 oktober 2016 haar advies uitgebracht op de MER-en voor de kavels I en II van Hollandse Kust (zuid). In dit advies geeft de commissie ook advies voor vervolg MER-en. Met betrekking tot scheeps- en walradar adviseert zij om de effecten voor de betrouwbaarheid van de walradar te onderzoeken en te bezien met welke maatregelen eventuele negatieve effecten gemitigeerd kunnen worden. Dit MER gaat in op de effecten voor de betrouwbaarheid van de walrader en draagt indien nodig mitigerende maatregelen aan.

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 IV worden gevisualiseerd. Ook wordt tevens het beeld weergegeven van windturbines in alle kavels, dus van kavel I, II, III en IV.

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 Terugverdiend tijd 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 Barrièrewerking, habitatverlies/verandering foerageermogelijkheden Verstoring door windturbines	Aantal vogelslachtoffers Kwalitatief effect van omvliegen Verstoring in aantal km ²
	<i>Trekvogels en vleermuizen</i> Aanvaringsrisico (#slachtoffers BAND-model) Barrièrewerking	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 Beschermden soorten	Verandering in aantal soorten Aanwas substraatsoorten Dichtheid per m ² Dichtheid en effect op beschermde soorten
	<i>Zeezoogdieren</i>	

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	<p>Aanleg Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen en seismisch onderzoek Fysieke aantasting</p> <p>Gebruik Verstoring door geluid en trillingen turbines Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)</p> <p>Verwijdering Idem aanleg</p>	<p>Verstoord oppervlak (km²) Aantal verstoorde dieren / effect op populatie Tijdsduur van de verstoring Aantal aangetaste dieren</p>
Scheepvaart en veiligheid	<p><i>Veiligheid</i> Kans op 'ramming' en 'drifting' Gevolgschade van 'ramming' en 'drifting'</p> <p><i>Scheepvaart</i> Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart De effecten van een mogelijke corridor Effect van doorvaart voor schepen tot 24 meter</p>	<p>Kans op ramming/drifting Gevolgschade in de vorm van vrijkomende hoeveelheid olie</p> <p>Kwalitatief</p>
Overige gebruiksfuncties	<p>Beïnvloeding van: Visserij Olie- en gaswinning Luchtvaart/helikopterbewegingen Zand-, grind- en schelpenwinning</p> <p>Baggerstort Scheeps- en luchtvaartradar Kabels en leidingen Telecommunicatie</p> <p>Munitiestortgebieden en militaire gebieden</p> <p>Recreatie en toerisme</p> <p>Cultuurhistorie en archeologie Mosselzaadinvanginstallaties</p> <p>Windparken</p>	<p>Beperkingen visserij 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 mosselzaadinvanginstallaties Beïnvloeding windparken</p>
Geologie en hydrologie	<p>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)</p>	<p>Kwalitatief en kwantitatief</p>

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	Effect op sedimenttransport Effect op kustveiligheid	
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 beoordelingschaal 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

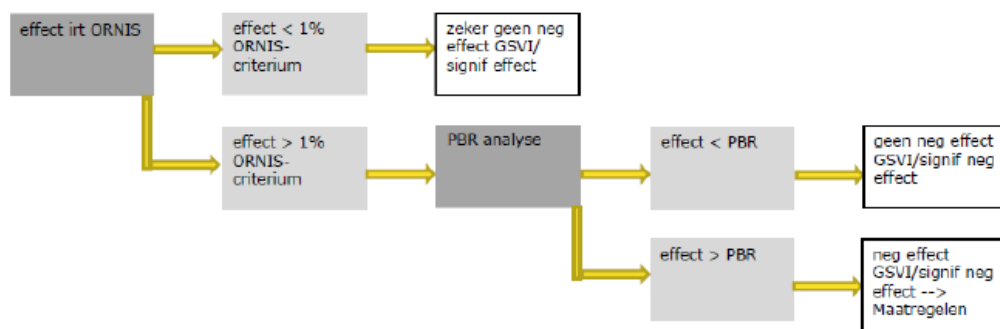
Wanneer een kwantitatieve beoordeling van effecten mogelijk is, dan worden twee verschillende criteria aangehouden:

- 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. heeft op 27 februari 2017 een advies uitgebracht over de reikwijdte en detailniveau van het milieueffectrapport en 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).

De Commissie voor de m.e.r. heeft op 31 oktober 2016 haar advies uitgebracht op de MER-en voor de kavels I en II van Hollandse Kust (zuid) en stelt daarin onder meer het volgende:

- *De Commissie wil één aandachtspunt benoemen dat relevant kan zijn voor toekomstige (kavel)besluiten. In het advies over de notitie R&D heeft de Commissie aangegeven dat toetsing aan alléén de PBR bij de gebiedsbescherming niet hoeft te volstaan. In beide MER'en is hier niet gedetailleerd op ingegaan. Dat acht zij voor de*

kavelbesluiten voor Hollandse Kust zuid niet bezwaarlijk¹⁹ maar voor toekomstige kavelbesluiten zoals Hollandse Kust noord (foerageergebied Kleine mantelmeeuwen van kolonies op de Waddeneilanden) verwacht de Commissie dat een nadere beoordeling nodig is.

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 instandhoudings-doelstellingen 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 & Saefthinghe, Waddenzee, Noordzeekustzone en Vlake 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*).

(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).

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

¹⁹ Er wordt geen zodanige sterfte van Kleine Mantelmeeuwen of andere soorten vanuit een Natura 2000-gebied voorzien die noopt tot een nadere beoordeling.

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.
1. 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.
2. Vleermuizen. Met betrekking tot de aanwezigheid, gedrag en daarmee ook de gevoeligheid van vleermuizen op zee voor (o.a.) operationele windparken staat de kennis nog in de kinderschoenen. Op basis van het oordeel van experts zijn indicatieve schattingen gemaakt van aanvaringen.

Uitgangspunt bij de effectbeoordeling voor soorten is dat de populatie niet structureel achteruit mag gaan. Als dit wel gebeurt, wordt de natuurlijke veerkracht aangetast. Als herstel niet mogelijk blijkt, sterft de soort geheel of in een deel van zijn verspreidingsgebied uit. In het KEC is er voor gekozen om vogels en vleermuizen te toetsen aan de PBR (*Potential Biological Removal*), zie ook paragraaf 4.4.2. Populatiekenmerken als groei- en herstelcapaciteit en omvang en trend van betreffende populatie zijn in deze maat verwerkt. Zolang de PBR niet overschreden wordt, zal er geen sprake zijn van significante en dus onacceptabele effecten. Vanwege het grote aantal vogelsoorten wordt hierbij eerst gebruik gemaakt van het 1% ORNIS-

criterium als “grove zeef”. Dat wil zeggen dat wanneer voor soorten de extra sterfte lager is dan 1% van de natuurlijke sterfte er kan worden aangenomen dat er geen onaanvaardbare effecten op deze soorten plaatsvinden. Voor de soorten waar de extra sterfte hoger is dan 1% van de natuurlijke sterfte wordt verder onderzoek gedaan naar de effecten door middel van de PBR. Voor bruinvissen wordt aan de waarden getoetst zoals die zijn overeengekomen in het ASCOBANS-verdrag (*Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas*).

Andere windparken

Belangrijk om in cumulatie te beschouwen zijn de effecten van andere windparken die gerealiseerd zijn en gaan worden, nationaal en internationaal. Ten behoeve van dit MER en de Passende Beoordeling voor het kavelbesluit in het gebied Hollandse Kust (zuid) 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. 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
	Kustveiligheid

Onderzochte alternatieven

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). 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. Het totaal oppervlak aan fundering en erosiebescherming is per funderingstype weergegeven in tabel 5.2.

Alternatief 1: een 6 MW-turbine op een suction bucket fundering met een doorsnede van 15 meter. Erosiebescherming (stortstenen): geen.

Alternatief 2: 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 5.1 Totaal oppervlak fundering en erosiebescherming (hele windpark).

	Oppervlakte fundering	Oppervlakte erosiebescherming	Totaal oppervlak
Jacket Ø 1,5m (6 MW)	445 m ²	11.133 m ²	11.578 m ²
Jacket Ø 3,5m (10 MW)	5.850 m ²	36.560 m ²	42.410 m ²
Monopile Ø 6 m (6 MW)	1.781 m ²	16.032 m ²	27.813 m ²
Monopile Ø 10 m (10 MW)	2.985 m ²	28.861 m ²	29.846 m ²
Tripod Ø 2 m (6 MW)	594 m ²	14.844 m ²	15.438 m ²
Tripod Ø 4 m (10 MW)	1.432 m ²	35.814 m ²	37.246 m ²
Suction bucket Ø 15 m (6 MW)	11.133 m ²	0 m ²	11.133 m ²
Suction bucket Ø 20 m (10 MW)	11.938 m ²	0 m ²	11.938 m ²
Gravity Based Fundatie 30 m (6 MW)	44.532 m ²	400.789 m ²	445.321 m ²
Gravity Based Fundatie 40 m (10 MW)	47.752 m ²	429.770 m ²	477.522 m ²

De criteria worden hierna 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 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 zelf niet sterk genoeg zijn om het zand van de bodem los te maken.

5.1.2 Waterbeweging

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 de 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 kustveiligheid 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) en zandwingebieden.

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 Kustveiligheid

De kustveiligheid 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 zeekering. De sterkte van de zachte delen van de zeekering (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 'kustveiligheid' 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 (zuid) 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 zandsuppletie bij Putten en de aanwezigheid van zandwinning en baggerstort (havenslib) locaties ten noordwesten van Hoek van Holland 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 golfhoogten van 5,8 - 6,7 meter eens in de 10 jaar en 6,6 - 7,7 meter eens in de 100 jaar [Weers & 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 significante golfhoogte (gemiddelde van de hoogste 1/3 van de golven) van 0,9 meter in de zomer en 1,8 meter in de winter, met een jaargemiddelde van 1,3 meter. Bij Meetpost Noordwijk, die dicht bij de kust en in ondieper water stond, is een jaargemiddelde significante golfhoogte van 1,1 meter gemeten. De meeste golven komen uit zuidwestelijke en noordwestelijke richting. De onderliggende deining, die ontstaat in de Atlantische Oceaan en in de noordelijke Noordzee, komt exclusief uit het noordwesten [Wijnberg, 1995].

Waterbeweging (waterstand en stroming)

Het gemiddelde getijverschil langs de Nederlandse kust neemt toe van Den Helder (1,4 meter) tot Scheveningen (1,7 meter) en neemt af met toenemende afstand vanaf de kust. Nabij het windenergiegebied ligt deze waarde rond de 1,7 meter. Bij gemiddeld tij is ongeveer twee uur na hoogwater in de bovenste waterlaag een maximale getijstroom (circa tussen 1,1 en 1,3 meter per seconde) in noordelijke richting aanwezig (zie figuur 5.1)

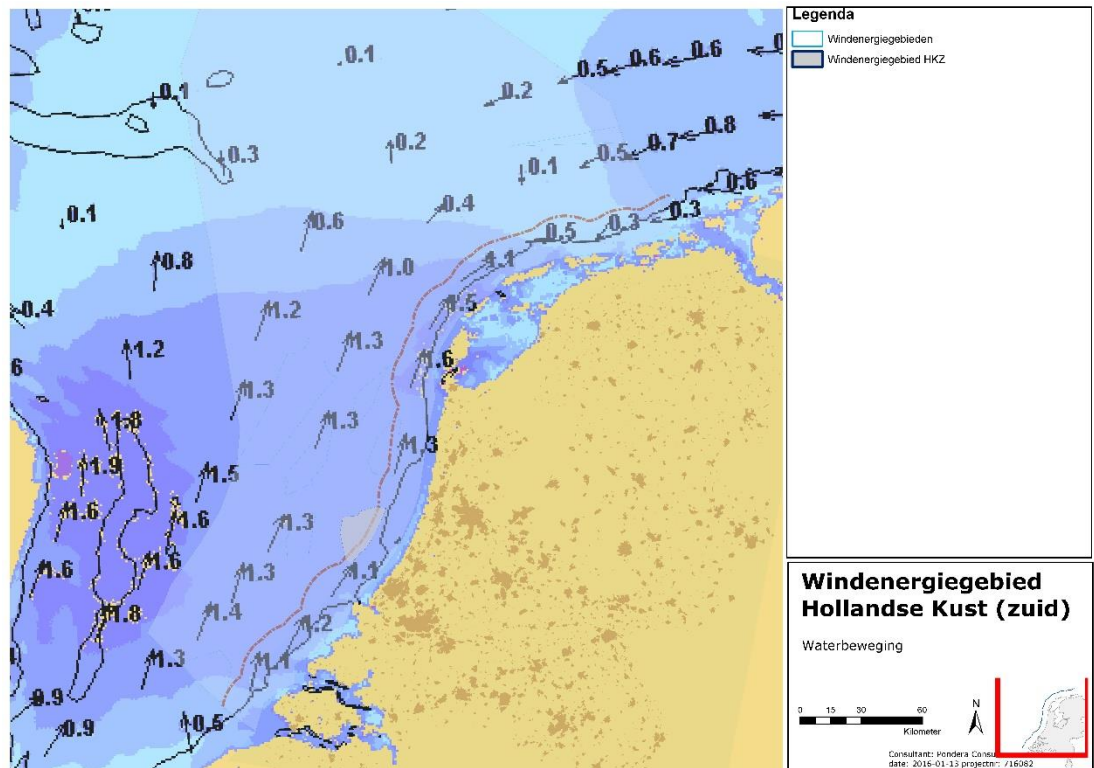
Ook bij de bodem is sprake van deze asymmetrie in stromingssnelheid. Als gevolg hiervan en de overheersende zuidwestelijke wind loopt een reststroom van ongeveer 0,3 - 0,5 meter per seconde (Zuidelijke Noordzee Stroomatlas, 1999 Versie 3²⁰) langs de kust in noordelijke richting. Deze reststroom langs 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 5.1 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

²⁰ 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.

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.

Figuur 5.1 Waterbeweging bij gemiddeld tij, twee uur na hoogwater (in meters per seconde) bron: Zuidoostelijke Noordzee Stroomatlas, 1999.



Waterdiepte en bodemvormen

De zeebodem ter plaatse van het 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 NAP -20 meter)
- 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 toegangsgoulen tot de havens van Rotterdam en IJmuiden.

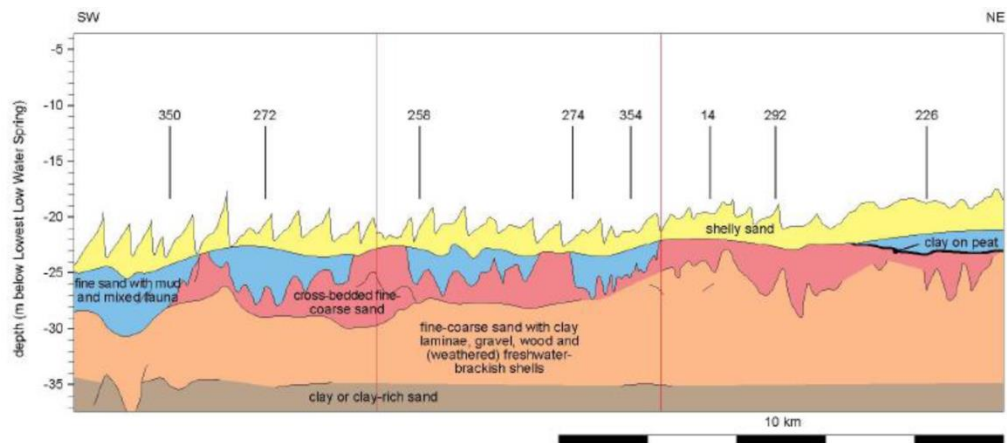
Het windenergiegebied is gelegen op de eigenlijke zeebodem; de shelf. In vergelijking met de vooroever en de actieve zone is de shelf tamelijk stabiel. Op de vlakke zeebodem zijn hellende zandbanken en steilere zandgolven aanwezig. De waterdiepte varieert van 20-25 meter (MSL). Het plangebied ligt zo ver uit de kust (18,5 kilometer) dat, afgezien van zandduinen 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 verplaatsingsnelheid 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].

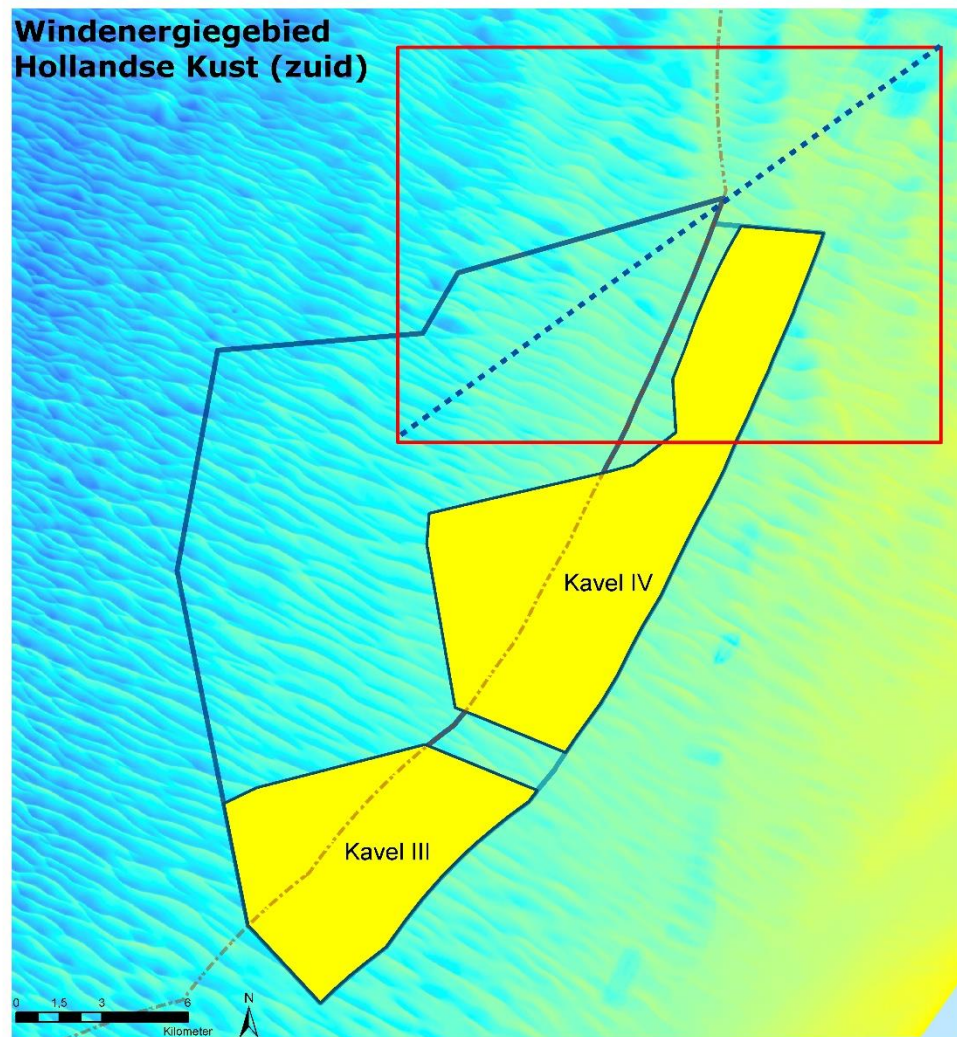
In het plangebied bevinden zich ook megaribbels. Deze bodemvormen hebben een golflengte van 5-15 meter en een amplitude van circa 0,5-1,5 meter. Megaribbels zijn dynamischer dan zandgolven en veranderen tijdens stormen vaak van vorm. De meest kleinschalige bodemvormen (ribbels) reageren het meest direct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

In figuur 5.2 wordt een dwarsdoorsnede van de locatie van het offshore windpark Luchterduinen (Q10). In 2009 is door van Dijk en van Heteren een onderzoek uitgevoerd naar de geologie en morfologie van dit windpark. Dit profiel kan op redelijke wijze als representatief worden beschouwd voor het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Figuur 5.2 Dwarsdoorsnede van bodemopbouw in de omgeving van Windpark Luchterduinen.



Figuur 5.3 Indicatieve locatie van de dwarsdoorsnede.



Schaal (A4 origineel) 1:170,000

Legenda

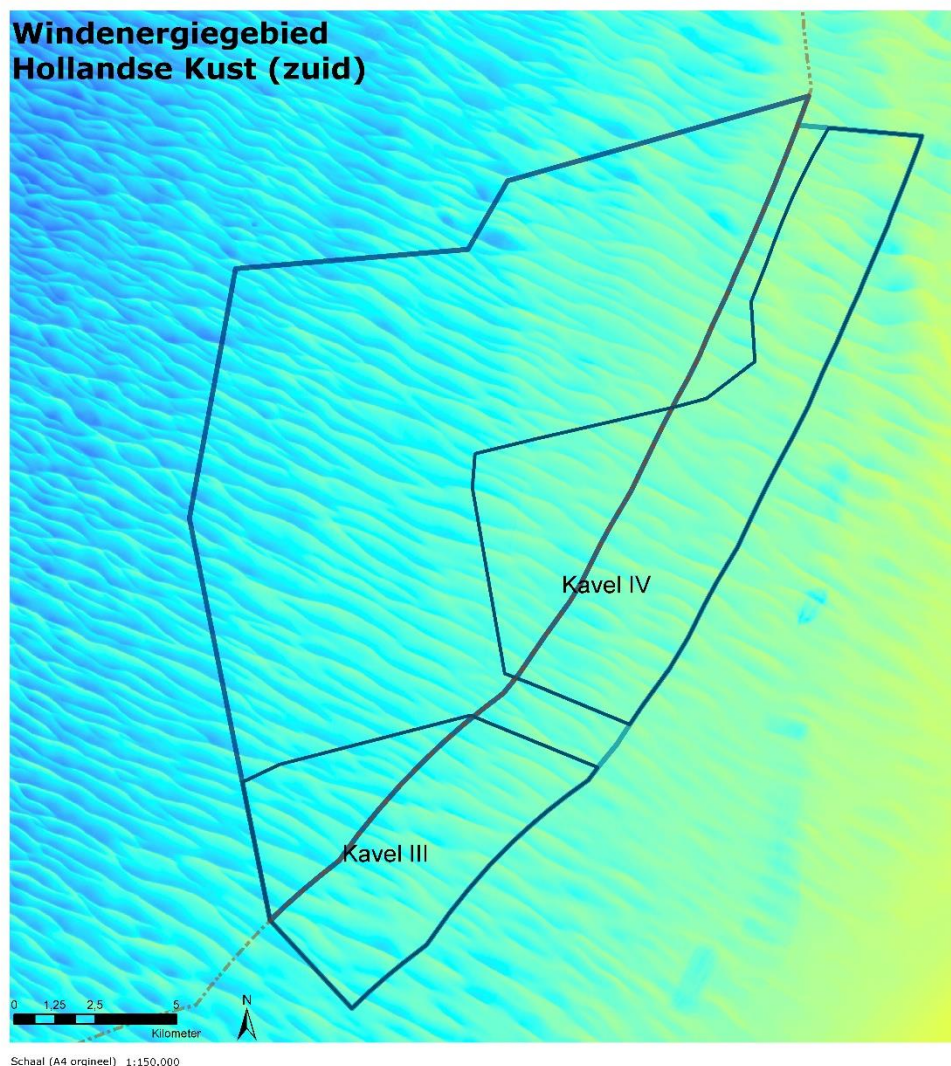
- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| Hollandse Kust (zuid) Kavel | --- Grens 12mijlszone |
| III | EEZ van Nederland |
| IV | Territoriale wateren |
| Windenergiegebied HKZ | Bathymetrie |
| Hollandse Kust (zuid) buiten 12 NM | in m to LAT |
| Hollandse Kust (zuid) binnen 12 NM | -25 |
| | -5 |



Author: MJF

Datum: 1-11-2016

Figuur 5.4 Bathymetrie Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (Bron: Rijkswaterstaat, 2015).



Schaal (A4 origineel) 1:150,000

Legenda

- | | |
|--------------------------------------|------------------------|
| Hollandse Kust (zuid) Kavel | --- Grens 12mijlszone |
| □ III | ■ EEZ van Nederland |
| □ IV | ■ Territoriale wateren |
| Windenergiegebied HKZ | Bathymetrie |
| ■ Hollandse Kust (zuid) buiten 12 NM | in m to LAT |
| ■ Hollandse Kust (zuid) binnen 12 NM | -25 |
| | -5 |



Author: MJF
Datum: 1-11-2016

Bodemsamenstelling

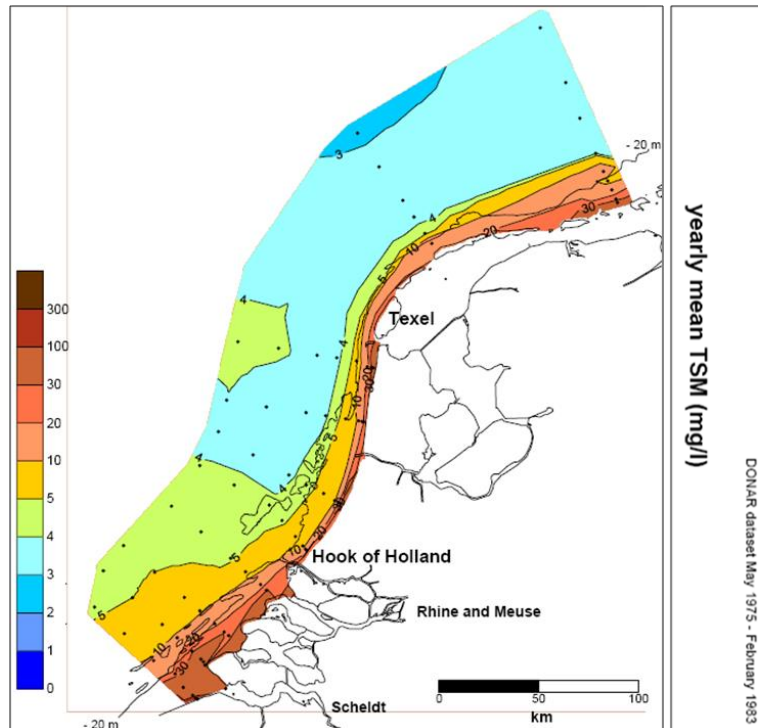
De gemiddelde korreldiameter van zeebodemsediment in de zuidelijke Noordzee vertoont een zekere samenhang met de waterdiepte en de stroomsnelheid. Diepere en verder noordwaarts gelegen gebieden zijn fijnkorreliger dan ondiepere gebieden voor de Hollandse kust [Niessen & Schüttenhelm, 1986]. De zeebodem 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 (Total Suspended Matter, TSM). 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 12 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. Ter hoogte van kavel IV 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 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 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.), wekmakers en vlamvertragers. Van bovengenoemde verontreinigende stoffen is bekend dat ze schadelijk zijn voor bodemdieren en zeezoogdieren. De grote rivieren in Nederland spelen een belangrijke rol in de waterkwaliteit van de Noordzee, omdat het rivierwater uiteindelijk in de Noordzee terecht komt. Daarnaast 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 bodemmateriaal, de horizontale verplaatsing door het water en de sedimentatie.

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 korrel diameter 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 veel 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 en de kustsuppletie bij Petten. Van deze activiteiten is het niet bekend wat de invloed exact is ter hoogte van kavel IV van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Kustveiligheid

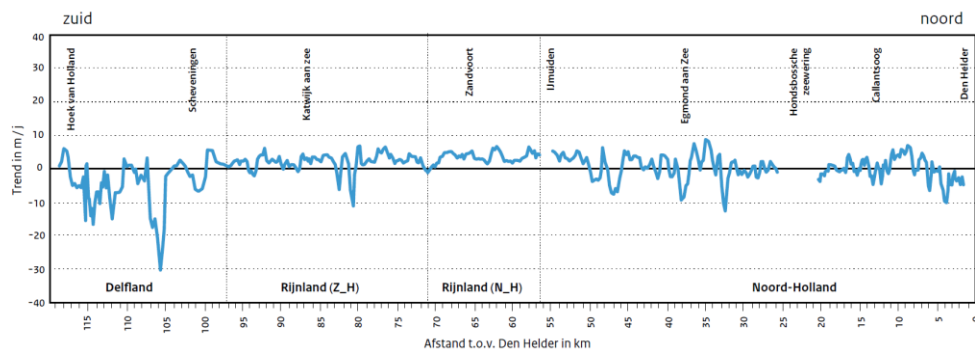
De verandering van de Nederlandse kustlijn wordt hoofdzakelijk bepaald door het sedimenttransport langs de kust, waarbij de verhouding tussen aanvoer en afvoer van belang is. Met het huidige beleid van "dynamisch handhaven van de basiskustlijn" wordt waar mogelijk ruimte gegeven aan natuurlijke processen. 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.

Autonome ontwikkeling kustveiligheid

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 kustveiligheid 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, 2013). Deze kaarten tonen een grotendeels stabiel beeld voor de Hollandse kust. In figuur 5.6 staat de uitkomst van de trendbepaling 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. Dit duidt op een geringe verplaatsing van de kustlijn. Trendbreuken en grote waarden van de trend kunnen ook veroorzaakt worden door harde constructies als havendammen en zeedijkten.

Figuur 5.6 Trendgegevens Zuid- en Noord-Holland [Kustlijnkaart 2013, RWS].



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 toetsingscriteria. De effecten van een windpark in kavel IV 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 lijszijde 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.

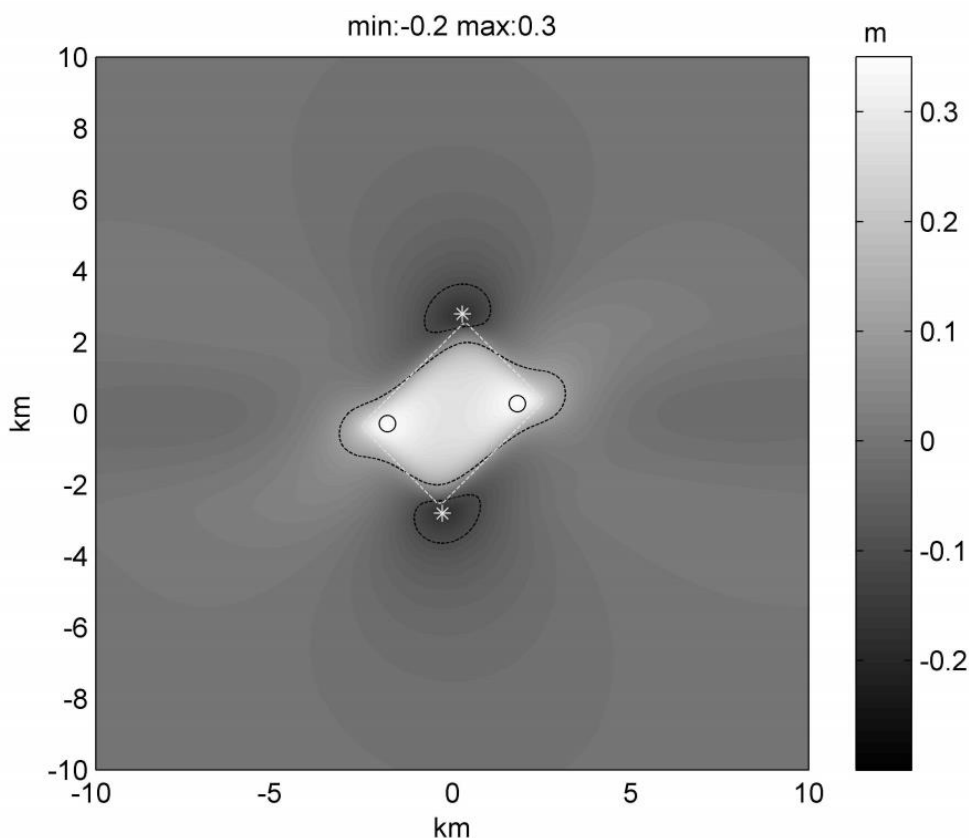
De effecten van een gravity base fundering op de waterbeweging zullen groter zijn doordat de gemiddelde diameter van het deel van de fundering dat zich onder water bevindt groter is (circa 20-25 m), maar ook hier is het effect op de stroomsnelheid verwaarloosbaar. De effecten zijn gezien de beperkte 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 windpark heeft op de morfologische ontwikkeling op lange termijn. Het windpark in dit voorbeeld heeft een oppervlakte van 12 kilometer, een onderlinge afstand tussen windturbines van 500 meter en elke turbine heeft een monopaal als fundatie met een diameter van 4,5 meter. Daarnaast zijn de funderingen gerealiseerd op 30 meter waterdiepte, in een zandbodem met gemiddelde graandikte (200 µm).

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 (d_{wt} 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 (A_{i_farm})."



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 figuur is weergegeven). 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 in het zeebed staan. De gemiddelde stroming in kavel IV is lager dan in het voorbeeld. De effecten van het windpark in kavel IV 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.

Bodemsamenstelling

De samenstelling van de bodem binnen kavel IV 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. De erosiebescherming heeft uitsluitend zeer lokaal (rond de funderingspaal)

effect op de sedimentsamenstelling. De effecten worden 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.

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 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. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Kustveiligheid

De gevolgen van kavel IV voor de kustveiligheid 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 kustveiligheid afhankelijk van de afstand van het windpark tot de kust. De invloed van het windpark ten aanzien van de hiervoor genoemde aspecten is zeer lokaal en gering tot verwaarloosbaar van omvang. Dit in combinatie met de grote afstand van het plangebied tot de kust (circa 18,5 km) betekent dat het windpark geen effect heeft op de kust, de kustveiligheid 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 en waterbeweging

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.

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

behoefte 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 en erosiebescherming (Ø 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 verstoorte 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 verstoorte breedte maximaal 10 m 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 6 tot 20 turbines op een streng worden aangesloten, waardoor de totale lengte aan parkbekabeling circa 70 tot 80 km is. Het (tijdelijk) verstoorte oppervlak ligt daarmee tussen de 70 en 80 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.

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 10 mg/liter, maar kan tijdens storm oplopen tot 1.000 mg/liter. Het totale effect is klein omdat het effect zeer lokaal en gedurende een korte periode optreedt. Bij de verwijdering van de parkbekabeling kunnen de kabels veelal (afhankelijk van de diepteligging op moment van verwijdering) uit de bodem worden getrokken waardoor minder vertroebeling optreedt.

Bij een gravity based fundering wordt met een sleepopperzuiger een put gegraven van circa 50x50x4 m (lxbxd), 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.

Kustveiligheid

De gevolgen van aanleg en verwijdering van het windpark voor de kustveiligheid 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 kustveiligheid 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 kustveiligheid en/of de maatgevende hoogwaterstand. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

5.3.3 Effecten van onderhoud

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

5.4 Effectbeoordeling

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik, de verwijdering en het onderhoud van het windpark en de kabels zijn zeer beperkt van omvang en 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 kabeltracé en is van tijdelijke aard. In tabel 5.3 zijn de effecten van het windpark en het kabeltracé (interne bekabeling) weergegeven.

Tabel 5.2 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
Kustveiligheid	0	0

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

5.5 Cumulatie

Uit de effectbeschrijving blijkt dat er geen wezenlijke effecten optreden. Alle effecten zijn zeer lokaal, tijdelijk en verwaarloosbaar. Bij de eventuele verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zullen nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en verwaarloosbare effecten optreden. Op het schaalniveau van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) 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). In welke mate de effecten ten aanzien van het (mengen van) stratificatie 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 (zuid) worden dan ook als neutraal beoordeeld.

5.6 Mitigerende maatregelen

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

5.7 Leemten in kennis

Er is nader onderzoek nodig ten aanzien van de mogelijke effecten op stratificatieprocessen 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.

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

Per kavel worden windparken met een maximale capaciteit van 380 MW gebouwd. 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 turbinetypes (tabel 6.1). Deze specificaties garanderen een *worst case* benadering van effecten. Daarbij gaat het met name om het verschil in rotordiameter (minimum 142 en maximum 221 meter) en het verschil in aantal turbines (minimaal 38 en maximaal 63 turbines).

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

Alternatief	Turbine vermogen	Aantal turbines	Indicatief MW	Turbine tiplaagte (m)	Ashoogte (m)	Rotordiameter (m)	Oppervlakte van kavel III (km ²)	Oppervlakte van kavel IV (km ²)
1	6 MW	63	380	25	96	142	46	64
2	10 MW	38	380	30	140,5	221	46	64

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 natuurbesluit (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 IV 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
<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 ²¹
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 ²²

^{21, 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.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
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
<i>VLEERMUIZEN</i>	
Aanvaringsrisico	Aantal vleermuislachtoffers
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).

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).

Score	Effect	Gevolgen
-	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 (zuid) 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 (zuid), 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 (zuid) 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; Krijgsveld et al, 2011; Leopold et al, 2013).

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 2015) 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 in de rapporten over windpark Luchterduinen (Skov et al. 2015a; Skov et al. 2015b), ook representatief zijn voor de dichtheden in het aangrenzende windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Tabel 6.4 Geïnterpoleerde dichtheden in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op basis van geïnterpoleerde gegevens van vogels geteld vanuit vliegtuigen (Poot et al. 2011).

soort/soortgroep	2010						2011		
	5	7	8	9	10	11	1	2	4
<i>duikers</i>						0,16	0,18	0,18	
jan-van-gent		0,50	0,25	0,16	0,08	0,16		0,08	
dwergmeeuw						0,15		0,42	3,06
drieteenmeeuw			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
grote stern	0,10	0,08	0,67						2,12
alk						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 IV van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) 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. 1^{ste} 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	0,1	1,3	0	0	0
alk	0,4	0,3	0	0	1,1	0,4
drieteenmeeuw	0,4	0,5	0	0	0,2	5,6
<i>duikers</i>	0	0,1	0	0,1	0	0
dwergmeeuw	0,9	3,1	0	0	0,5	0,4
eider	0	0	0	0	0	0,2
fuut	0,3	0	0	0	0	0,1
grauwe pijlstormvogel	0	0	0	0	0	0
grote jager	0	0	0	0	0	0
grote mantelmeeuw	0,2	0	0	0	1,0	0,2
grote stern	0,1	0,6	0,1	0,1	0	0
jan-van-gent	0	0	0	0	0,1	0,3
kleine alk	0	0	0	0	0	0
kleine mantelmeeuw	0,7	7,3	14,8	3,0	0,2	0

soort/soortgroep	feb	apr	jun	aug	okt	dec
kokmeeuw	0,1	0	0	0	0,1	0,1
kuifaalscholver	0	0	0	0	0	0
noordse pijlstormvogel	0	0	0	0	0	0
noordse stormvogel	0	0	0	0,1	0	0
papegaaiduiker	0	0	0	0	0	0
stormmeeuw	0,4	0,6	0	0	0,7	4,4
stormvogeltje	0	0	0	0	0	0
visdief/noordse stern	0	0	0	0	0	0
zeekoet	1,6	1,1	0	0,1	1,8	7,5
zilvermeeuw	0,7	1,9	0,4	0,7	2,9	0,7
zwarte zee-eend	0	0	0	0	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 aanvaringslachtoffers te berekenen of dat de aanwezigheid van de koloniesoort te verwaarlozen is (in het kader van de Wet natuurbescherming). Het gaat hier om kolonievogels en niet om vogels tijdens seizoenstrek.

Tabel 6.6 Kolonievogels die beschermd zijn in het kader van de Wet natuurbescherming en bereik in verband met potentie van aanvaring met windturbines in kavel IV.

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	Nee
Aalscholers	Ja, maar zeer incidenteel: ze zijn in lage dichtheden waargenomen tijdens scheeps- en vliegtuigtellingen en kolonies die kavel IV kunnen bereiken hebben geen beschermde status	Nee
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, maar op basis van GPS-logger onderzoek aan foeragerende kleine mantelmeeuwen zijn de aantallen	Nee

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?
	broedvogels uit beschermde Natura 2000-gebieden te verwaarlozen in kavel IV	
Zilvermeeuw	Ja, maar soort heeft een kustgebonden verspreiding en heeft naar verwachting geen regelmatige vluchten door het kavel en kolonies waarvan vogels kavel IV 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 IV in theorie kunnen bereiken zijn niet gelegen in gebieden die aangewezen zijn als Natura 2000-gebied	Nee
Dwergstern	Nee	Nee
Noordse stern	Nee	Nee
Visdief	Nee	Nee
Grote stern	Ja, maar op basis van onderzoek met GPS-loggers komen grote sterns uit beschermde kolonies slechts incidenteel voor in kavel IV	Nee
Zeekoet	Nee	Nee
Alk	Nee	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 (zuid).

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

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	+

Soort	Voorkomen*	Vliegrichting**	Vlieghoogte***
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	- / -^
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	-

Soort	Voorkomen*	Vliegrichting**	Vlieghoogte***
*	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 (zuid), zie tabel 6.8.

Tabel 6.8 Schatting van de flux van niet-zeevogels per strekkende km die door windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) 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 rotorgrootte van OWEZ en voor zangvogels twee rotorgrootte varianten van Hollandse Kust (zuid) (V1 = 96 m ashoogte en 142 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 (zuid) V1	Hollandse Kust (zuid) 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 aanvaringslactoffers 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 (zuid) 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 (zuid) 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 (zuid) en daarom is het voorkomen van deze soorten in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) te verwachten. De meest recente metingen van IMARES/Field Company geven aan dat 95,7% van de geregistreerde vleermuisactiviteit in de Noordzee bestond uit ruige dwergvleermuizen en 2,6% uit rosse vleermuizen. Het resterende kleine deel bestond uit tweekleurige vleermuizen (*Vespertilio murinus*; 1,2%) en gewone dwergvleermuizen (*Pipistrellus pipistrellus*; 0,5%). 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 dan 2,6%.

Op basis hiervan kan de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) 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.

Tabel 6.9 Populatieschattingen en trends in mogelijke EU herkomstlanden van ruige dwergvleermuizen in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (source: European Topic Centre on Biological Diversity). N/A = niet bekend; + is toenemend; = is stabiel.

Herkomst	Populatieschatting	Trend
Duitsland	N/A	=
Polen	5.100	N/A
Estland	N/A	+
Letland	10.000 – 50.000	+
Litouwen	40.000 – 50.000	=
Denemarken	N/A	N/A
Finland	N/A	N/A
Zweden	3.000 – 6.500	+

Tabel 6.10 Populatieschattingen en trends in mogelijke EU herkomstlanden van rosse vleermuizen in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (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 IV beschreven (6.5.2). In paragraaf 6.5.3 wordt ingegaan op de berekening van het aantal aanvaringslachtoffers in de gebruiksfase, waarna de effecten in de gebruiksfase voor lokaal verblijvende soorten (6.5.4), kolonievogels (6.5.5) en vogels tijdens seizoenstrek (6.5.6) worden beschreven. De effecten op vleermuizen komen in paragraaf 6.5.7 aan bod en in 6.5.8 wordt ingegaan op effecten van tweebladige in plaats van driebladige turbines.

6.5.1 Algemeen

Hoofdstuk 3 in bijlage 4 beschrijft de beschikbare kennis omtrent de effecten van windparken op zee op vogels en vleermuizen. Voor meer informatie wordt naar die bijlage verwezen. In het algemeen kunnen er drie hoofdeffecten van windturbines op zee op vogels worden onderscheiden (b.v. Drewitt & Langston, 2006):

- Aanvaringen
 - effecten op passerende (lees: vliegende) vogels, kortweg aanvaringsrisico's genoemd. Vogels kunnen met de rotor, de mast of het zog achter de windturbine in aanraking komen en gewond raken of sterven. Dit gevaar is 's nachts het grootst, met name in donkere of mistige nachten.
- Barrièrewerking

- vogels verleggen hun vliegpaden om aanvaringsrisico's te vermijden. Indien hierdoor stukken gebied niet meer gebruikt kunnen worden, vormen de windturbines een barrière op een vliegroute of trekbaan met verhoogde energetische uitgaven tot gevolg.
- Habitatverlies
 - effecten op het gebruik van gebieden als foerageer- of rustplaats, kortweg ook wel "verstoring" genoemd. Vogels verlaten als gevolg van de aanwezigheid van een (draaiende) windturbine een bepaald gebied rond de windturbine dan wel het windpark geheel. De verstoringafstand verschilt per soort. Dit leidt er toe dat een bepaald oppervlak voor gebruik door vogels verloren gaat.

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 aantrekkingseffect 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 (zuid):

- 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 (zuid) 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 6.11. 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 (zuid). Echter de uitkomsten vormen de best beschikbare indicatie van de mogelijke effecten van een windpark aldaar op de verschillende soort(groep)en.

Tabel 6.11 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. Gewinning 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, aalscholvers, zwarte zee-eend, noordse stormvogel, zilvermeeuw en alkachtigen. Aantrekking van aalscholvers, grote meeuwen, duikers. Uitwijking bij kleine rietganzen. Zeer gedetailleerde verzameling van gegevens over foerageerranges in relatie tot offshore windparken. Gevoeligheidsanalyse van verschillende soorten.
DUI	zeevogels en landvogels	Habitatverlies van duikers, jan-van-gent, kleine mantelmeeuw, drieteenmeeuw en zeekoet. Uitwijkgedrag door dwergmeeuwen, geen uitwijking bij andere soorten meeuwen. 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 6.12) en vleermuizen (tabel 6.13).

Tabel 6.12 Algemene effecten van windturbines op vogels.

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
Aanvaringen	Constructie-fase	Met name in het donker komen aanvaringen van vogels met sedentaire objecten zoals turbines en stilliggende schepen voor. Het gaat hierbij om incidenten en totale aantallen slachtoffers zijn klein en worden derhalve niet verder onderzocht; De permanente aanwezigheid van schepen en dus verlichting trekt vogels aan, waardoor deze gedesoriënteerd raken. Er zijn studies waarin geconcludeerd wordt dat effecten van aantrekking door licht op populatieniveau verwaarloosbaar zijn, echter anderen wijzen op overschrijdingen ver boven de 1% norm van de natuurlijke sterfte, die in de regel wordt aangehouden als kritische waarde (Bruynzeel <i>et al.</i> 2009).
	Operationele fase	Vogels kunnen in aanvaring komen met draaiende windturbines. Kwantitatieve empirische gegevens over aanvaringen van vogels met windturbines op zee zijn nog niet beschikbaar door de hoge kosten en

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		<p>twijfelachtige kwaliteit van de bestaande meetapparatuur (b.v. Collier et al. 2011, 2012).</p> <p>De huidige stand van kennis is dat voor het berekenen van aantallen aanvarings-slachtoffers gebruik wordt gemaakt van het <i>Extended Band Model</i> 2012 (Band 2012) waarbij vlieghoogtes worden bepaald met behulp van Johnston et al. (2014) en met behulp van GPS-gegevens indien bekend. In het algemeen blijkt uit deze modellen dat bij windturbines met hogere tiplaagtes minder aanvarings-slachtoffers te verwachten zijn dan bij lagere tiplhoogtes.</p> <p>Voor diverse parken en potentiële parken in West-Europa op zee zijn in het verleden slachtofferberekeningen gemaakt, waarbij de totale aantallen slachtoffers uiteenlopen tussen de tientallen en tienduizenden aanvaringen per windpark per jaar.</p>
	Verwijderings-fase	Dezelfde effecten als bij de constructie zijn te verwachten (aanvaringen met (verlichte) schepen).
Barrière-werking	Constructie-fase	Over barrièrewerking tijdens de aanlegfase is momenteel niets bekend en er zijn ook geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat eventuele verstoring van vliegpaden in de loop van de tijd toeneemt door het toenemende aantal gebouwde turbines.
	Operationele fase	<p>Zowel uit onderzoek op land als op zee blijkt dat veel soorten vogels uitwijken bij nadering van een windpark op zee om zo langs het park of individuele turbines te vliegen (b.v. Petersen et al. 2006, Krijgsveld et al. 2011, Masden et al. 2012, Krijgsveld 2014). Zie verder ook bijlage 4. In sommige studies werd aangetoond dat de tussenruimte tussen turbines van invloed was op de barrière-ervaring van soorten (Larsen & Guillaumette 2007, Krijgsveld et al. 2011) en ook dat bij een grotere tussenruimte het optreden van barrièrewerking minder kan zijn (Masden et al. 2012). Echter het onderzoek naar de gevolgen van barrièrewerking staat nog in de kinderschoenen. De omvang van het windpark bepaalt daarnaast natuurlijk ook de mate van barrièrewerking. De gevolgen van uitwijkgedrag kunnen leiden tot hogere energetische uitgaven voor individuele vogels. Voor lokale (broed)vogels bleek dat deze gevolgen het grootst zijn voor sterns door hun manier van vliegen en voedsel zoeken (Everaert & Stienen 2007) maar over het algemeen wordt aangenomen dat de energetische gevolgen van barrièrewerking relatief laag zijn (Masden 2010).</p> <p>In een modelstudie werd aangetoond dat in potentie barrièrewerking onder trekvogels kan optreden, maar dat de afstand van omvliegen minimaal is in verhouding tot de totale trekroute (Masden et al. 2009). Echter onbekend is wat de gevolgen van omvliegen zullen zijn in cumulatie met andere windparken. Informatie over uitwijking is wel van groot belang voor het berekenen van aantallen aanvarings-slachtoffers.</p>
	Verwijderings-fase	Over barrièrewerking tijdens de verwijderingsfase is momenteel niets bekend en er zijn ook geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat eventuele uitwijking van vliegpaden als gevolg van barrièrewerking tijdens de verwijderingsfase afneemt door het afnemende aantal nog te verwijderen turbines.

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
Habitatverlies	Constructiefase	<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, zeezoeten, 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 onder water. Uit onderzoek naar onderwatergeluid in Nederlandse windparken bleek dat de geluidsniveaus onder water laag zijn tijdens de operationele fase in vergelijking met het al aanwezige achtergrondgeluid van o.a. wind en scheepvaart (Haan et al. 2007, Jansen & 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 onder water duikend naar voedsel zoeken. Of deze verstoring het gevolg is van onderwatergeluid of veroorzaakt wordt door andere factoren is onbekend.</p> <p>Aanwezigheid turbines</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, zeezoet, en alk één van de parken, terwijl zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw in hogere dichtheden werden aangetroffen (Vanermen et al. 2014).</p> <p>Echter in veel gevallen was de steekproefgrootte (dekking en hoeveelheid surveys) de limiterende factor voor het aantonen van significante relaties. Wel werden enkele aanvullende trends duidelijk. Zo werd aantrekking geconstateerd voor verschillende soorten sterns, dwergmeeuw en drieteenmeeuw (Vanermen et al. 2013).</p>

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		<p>Aanwezigheid van boten, mensen en materieel</p> <p>Habitatverlies kan potentieel optreden zo gauw er menselijke activiteit in het gebied plaatsvindt dus vanaf de eerste bouwactiviteiten en vervolgens tijdens onderhoud. Onderzoek in Denemarken heeft echter laten zien dat zee-eenden het windpark wel binnegaan enkele jaren na de bouw (Petersen & Fox 2007). Dit kan te maken hebben met gewenning 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 Bradburry et al (2014) de aanname gedaan dat er 10% sterfte optreedt als gevolg van vermijding.</p>
	Verwijderings-fase	De effecten van verstoring gedurende de verwijderingsfase zullen min of meer van een vergelijkbare orde zijn zoals beschreven onder 'aanlegfase'. Wel is het zo dat er bij de verwijdering niet geheid zal worden waardoor de piek-geluidsbelasting veel minder zal zijn.
Indirecte effecten	Constructie-fase	Tijdens de constructiefase zijn mogelijke indirecte effecten op vogels te verwachten via de effecten van heien op lokale vispopulaties waarvan vogels mogelijk afhankelijk zijn voor hun voedselvoorziening. Dit type effecten komt vaak pas op langere termijn tot uiting als de constructiefase al is afgelopen.
	Operationele fase	<p>Momenteel is in het gebied van windparken op zee visserij beperkt mogelijk. Hierdoor neemt potentieel de visbeschikbaarheid in het gebied toe, temeer omdat de introductie van hard substraat en structuren mogelijk een positief effect heeft op het voorkomen en de diversiteit van benthos en vis in het gebied (Lindeboom et al. 2011, Bouma & 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 voorkomen. Echter in de onmiddellijke of ruimere omgeving zal per saldo juist meer gevist worden omdat de visserij intensiteit in het gebied niet zal afnemen. Het lokaal sluiten van de visserij is in feite slechts een verplaatsing van de visserij naar elders.</p> <p>Andere mogelijke indirecte effecten van windturbines op zee op vogels kunnen veroorzaakt worden door veranderingen in stromingen en</p>

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		uitgestoten trillingen door turbines onderwater die de verspreiding van vis kunnen beïnvloeden. Echter dit is speculatief en kwantitatief onderzoek hiernaar ontbreekt.
	Verwijderings-fase	Tijdens de verwijderingsfase zelf zijn geen aparte indirecte effecten op vogels te verwachten. Doordat waarschijnlijk de harde substraten onderwater blijven bestaan zullen dezelfde effecten te verwachten zijn als tijdens de operationele fase. Echter wereldwijd is nog nooit een windturbine op zee verwijderd, en is dus ook geen praktijkervaring met de uitvoer en effecten van deze ingreep. Het opheffen van het visserijverbod zal het positief effect van de harde substraten op het visbestand (en dus op vogels) beperken.

Tabel 6.13 Algemene effecten van windturbines op vleermuizen.

Fase van het windpark	Effecten
Constructiefase	<p>Habitatverlies door de constructie van windparken is niet bekend bij vleermuizen. Vleermuisactiviteit lijkt niet lager te liggen in windparken dan daarbuiten (Jain et al. 2011), wat suggereert dat de aanwezigheid van windturbines niet tot verstoring of habitatverlies leidt.</p> <p>Er wordt juist verondersteld dat vleermuizen aangetrokken worden door windturbines in plaats van verstoord (Cryan & Barclay 2009). In theorie zou verlichting op constructieschepen insecten aan kunnen trekken en vervolgens ook vleermuizen, maar deze mogelijkheid is nog niet onderzocht. Dit zal echter niet tot sterfte leiden, omdat aanvaringen van vleermuizen slechts met bewegende objecten (zoals rotorbladen) optreden en niet met stationaire objecten, zoals constructieschepen of torens. In tegendeel, foerageren op een verhoogde concentratie van insecten tijdens de trek kan de conditie en dus de overlevingskansen van vleermuizen verhogen. Dit indirecte effect van windparkontwikkelingen kan daarom als mogelijk positief effect beschouwd worden.</p>
Operationele fase	<p>Het voornaamste negatieve effect van windparken op vleermuizen is een verhoogde mortaliteit door aanvaring tijdens de operationele fase. Dit wordt veroorzaakt door aanvaringen met windturbines of door plotselinge luchtdrukveranderingen vlakbij turbines (Bearwald et al. 2008; Rydell et al. 2010a). Habitatverlies en barrièreverlies lijken geen rol te spelen (Cryan et al, 2014). Omdat zelfs trekkende vleermuizen op gondelhoogte op insecten lijken te foerageren die tijdens de trekperiode rond windturbines in verhoogde concentraties voorkomen, kan het aanvaringsrisico van vleermuizen in bepaalde situaties hoog zijn. De meeste slachtoffers vallen dan ook in de trekperiode in de late zomer – vroege herfst.</p> <p>Vleermuisactiviteit op rotorhoogte is het hoogst tijdens rustige (windsnelheid lager dan 5 meter per seconde), warme en droge nachten in augustus en september. De twee vleermuissoorten die verwacht kunnen worden in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (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</p>

Fase van het windpark	Effecten
	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 sterftecijfers) 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 6.14 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de aanleg en verwijdering van de twee windpark alternatieven in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op vogels.

Effecten windpark	Alternatief 1 63 * 6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 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). 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 IV van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) 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 (zuid). Het zijn de meest volledige reeks gegevens die over een lange periode zijn verzameld. Uitzondering hierop vormen de geïnterpoleerde dichtheden voor kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en zilvermeeuw. Deze dichtheden zijn bepaald op basis van MWTL (cf. 2^e iteratie KEC (van der Wal et al. 2015). Dichtheden van jan-van-gent, noordse stormvogel, drieteenmeeuw en stormmeeuw zijn bepaald cf. 1^e iteratie KEC (Leopold et al. 2015).

Jaarlijkse aantallen aanvaringssslachtoffers voor de twee alternatieven in kavel IV zijn voor zeevogelsoorten berekend op basis van de ESAS/MWTL dichtheden en gepresenteerd in tabel 6.15. Soorten die niet of in lage dichtheden in kavel IV 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).

Tabel 6.15 Maximaal aantal aanvaringsslachtoffers dat jaarlijks verwacht wordt voor twee alternatieven van een windpark in kavel IV in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) 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 6 MW-turbine (171 m rotordiameter en 110,5 m ashoogte) in plaats van minimale uitvoering.

Soort	Alternatief 1 63 * 6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
noordse stormvogel	0	0
jan-van-gent	1	0
eider	2	1
grote jager	0	0
stormmeeuw	13	5
kleine mantelmeeuw	125	46
zilvermeeuw	43	16
grote mantelmeeuw	10	4
dwergmeeuw	5	2
drieteenmeeuw	11	3
grote stern	1	0
alk	0	0
zeekoet	0	0
ganzen en zwanen	30	22
Eenden	4	3
Reigers	6	4
roofvogels en uilen	1	1
steltlopers	4	3
zangvogels	1028	808
Totaal	1285	918

6.5.4 Effecten tijdens gebruiksfase: lokaal verblijvende niet-broedvogels

Aanvaringen

In kavel IV van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kunnen bij alternatief 1 jaarlijks in totaal 213 zeevogels slachtoffer vallen en bij alternatief 2 in totaal 79 zeevogelslachtoffers (tabel 6.15). Per soort per jaar zullen bij alternatief 1 enkele tientallen tot ruim honderd exemplaren (kleine mantelmeeuw) slachtoffer worden. Bij alternatief 2 gaat het om maximaal enkele tientallen slachtoffers per jaar (tabel 6.15). Daarmee zullen van de vier kavels van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) in kavel IV de meeste vogelslachtoffers door aanvaringen vallen. Het hoogste aantal slachtoffers zal bij kleine mantelmeeuwen vallen als gevolg van aanvaringen (125 slachtoffers/jaar bij alternatief 1 en 46 slachtoffers/jaar bij alternatief 2). Bij zilvermeeuwen zullen hooguit enkele tientallen slachtoffers per jaar vallen bij alternatief 1 en ruim 10 bij alternatief 2. Bij grote mantelmeeuwen, stormmeeuwen en drieteenmeeuwen zullen ruim 10 slachtoffers/jaar bij alternatief 1 vallen en bij jan-van-genten, eiders, dwergmeeuwen en grote sterns zullen bij alternatief 1 enkele slachtoffers/jaar vallen.

Van deze laatste soorten zal bij alternatief 2 bij jan-van-gent en grote stern geen slachtoffer vallen en bij de andere soorten enkele slachtoffers per jaar (tabel 6.15). Bij andere soorten zullen bij geen van de varianten jaarlijkse slachtoffers vallen.

Alternatief 1 met de meeste turbines wordt als negatief beoordeeld (-). Het alternatief met de 10 MW-turbines wordt ook als negatief beoordeeld (-), echter de effecten zijn wel substantieel kleiner dan het alternatief met 6 MW-turbines. In samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta (Bijlage in het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat, 2015)) over significantie met betrekking tot Natura 2000-doelstellingen, in combinatie met de grote afstand die er is tussen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) 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 PB (bijlage 8) wordt hier explicieter per gebied en met de bijbehorende 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 bijlage 7 is 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 (zuid) geen sprake is van gerichte bewegingen op zee waarvoor een windpark aldaar een belemmering op de vliegroute kan vormen. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0) en significante negatieve effecten als gevolg van barrièrewerking op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor lokale niet broedende zeevogels van nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten.

Habitatverlies

Binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat, 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 6.16).

Tabel 6.16 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 64 km² voor kavel IV.

Soort	gem. jaarlijkse dichtheid (#/km ²)	berekende sterfte door habitatverlies
noordse stormvogel	0,02	0
jan-van-gent	0,07	0
eider	0,03	0
zwarte zee-eend	0,00	0

Soort	gem. jaarlijkse dichtheid (#/km ²)	berekende sterfte door habitatverlies
grote jager	0,00	0
kleine jager	0,00	0
kokmeeuw	0,05	0
stormmeeuw	1,00	6
kleine mantelmeeuw	4,32	27
zilvermeeuw	1,23	8
grote mantelmeeuw	0,24	2
dwergmeeuw	0,80	5
drieteenmeeuw	1,12	7
grote stern	0,13	1
alk	0,38	2
zeekoet	2,02	13

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 gezien vanuit de ecologie.

In samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta over significantie (Bijlage in KEC, Rijkswaterstaat 2015), 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 6.17 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windpark alternatieven in kavel IV op lokaal verblijvende vogels.

Effecten windpark	Alternatief 1 63 * 6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-

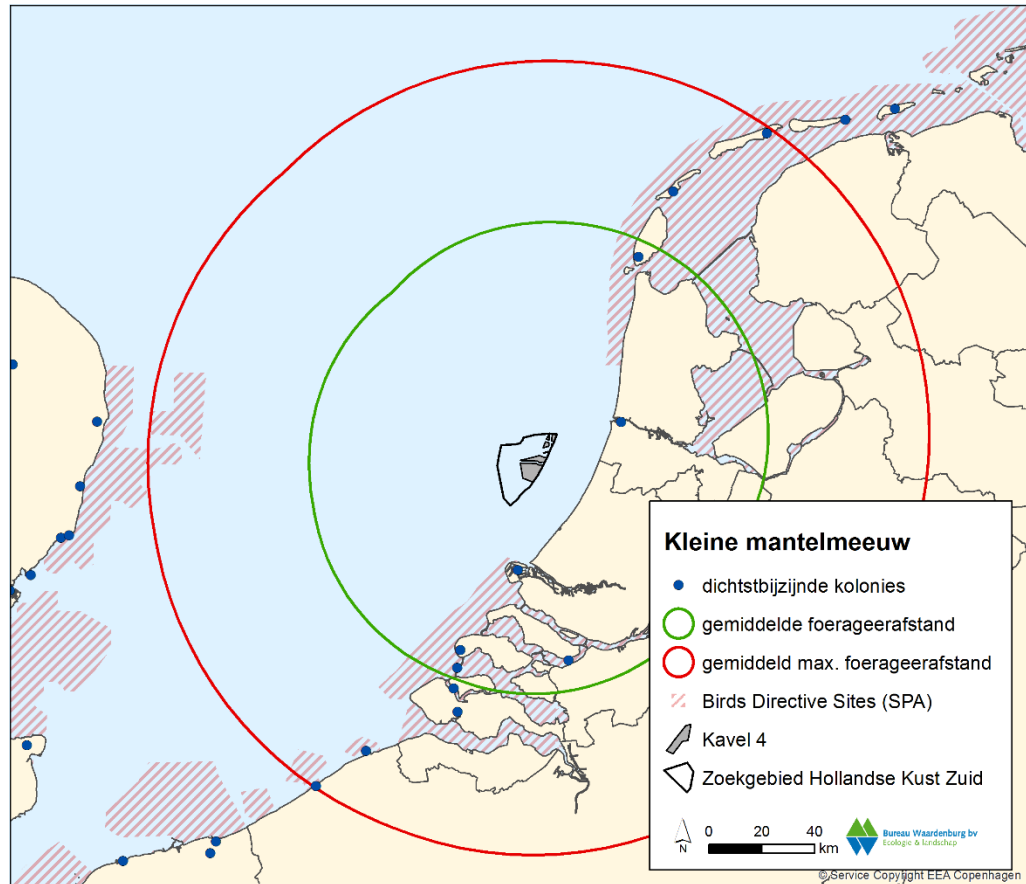
6.5.5 Effecten tijdens gebruiksfase: broedende (kolonie)vogels

Aanvaringen

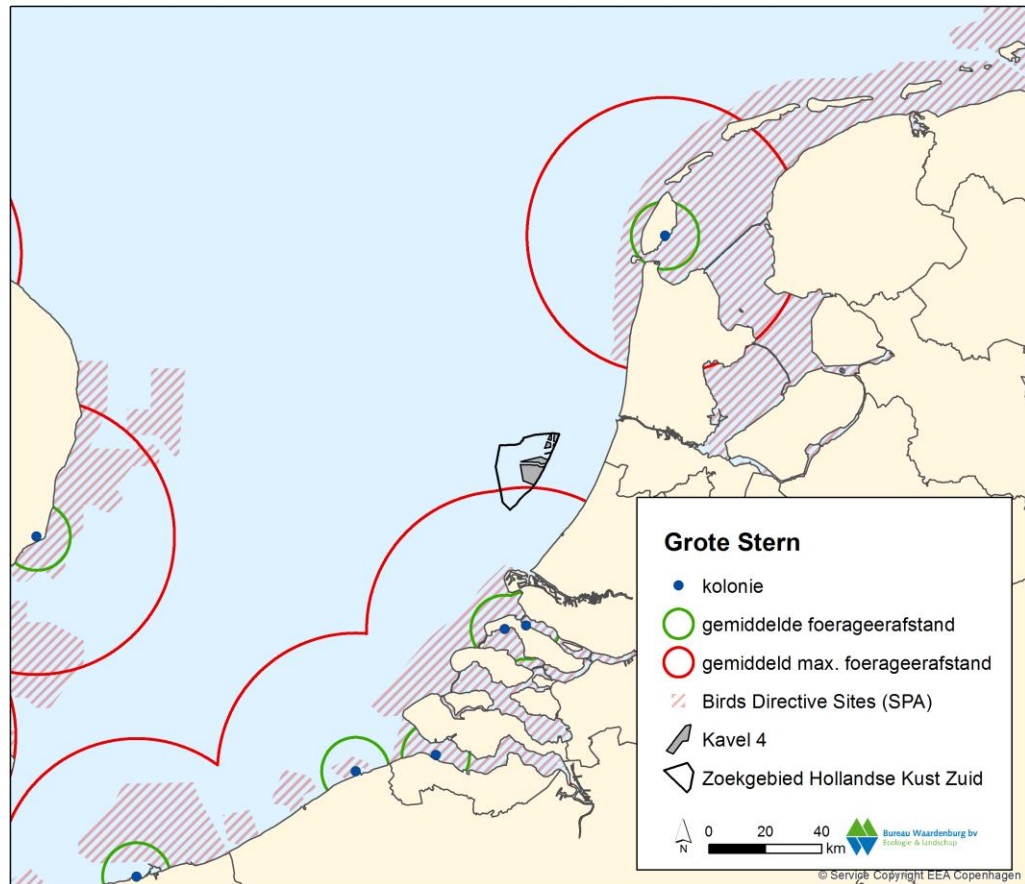
Aanvaringslachtoffers van kolonievogels die het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) binnen bereik hebben tijdens foerageervluchten tijdens het broedseizoen, zijn in de bijlage 'Soortenbescherming Wet natuurbescherming' (Bijlage 7) van dit MER beschreven. Op basis van foerageerranges die zijn bepaald met GPS-logger onderzoek in Nederland, België en het Verenigd Koninkrijk blijkt dat kavel IV van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) in potentie bereikt kan worden door broedende kleine mantelmeeuwen en grote sterns uit kolonies die binnen Natura 2000-gebieden liggen en waarvoor in deze gebieden instandhoudingsdoelstellingen als broedvogel zijn geformuleerd (zie figuur 6.1 en 6.2). De aantallen zijn echter te verwaarlozen. Voor het effect op broedende (kolonie) vogels wordt verwezen naar bijlage 4. Er kan met zekerheid gesteld worden dat het effect van een windpark in kavel IV geen invloed heeft op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden. Het effect van een windpark kan als verwaarloosbaar ofwel 'niet significant' worden geclassificeerd.

Zowel alternatief 1 en 2 scoort neutraal (0) voor broedende (kolonie)vogels.

Figuur 6.1 Buffer met gemiddelde en gemiddeld maximale foerageer afstand van kleine mantelmeeuw (80 en 141 km) rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).



Figuur 6.2 Buffer met gemiddelde en gemiddeld maximale foerageer afstand van grote sterns (12 en 49 km) rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).



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 (zuid) 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 (zuid) wel bereikbaar is, maar in zeer beperkte mate. Hierdoor zal een windpark aldaar geen barrière vormen voor vogels die vanaf land naar open zee vliegen om te gaan foerageren, of vice versa, temeer omdat uit de literatuur blijkt dat deze soorten geen uitwijking vertonen voor windparken op zee en dus ook weinig extra afstand zullen afleggen. 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

Verstoring en habitatverlies van kolonievogels door een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zou in potentie kunnen optreden voor broedende aalscholvers, noordse stormvogels (niet afkomstig uit Nederland), stormmeeuwen, kleine mantelmeeuwen, grote mantelmeeuwen (niet uit Nederland), zilvermeeuwen en grote sterns. Alleen van kleine

mantelmeeuwen en grote sterns liggen daadwerkelijk kolonies in Nederlandse Natura 2000-gebieden.

Uit de literatuur blijkt dat habitatverlies niet optreedt voor meeuwen en dat sterns vaak aan de randen van de windparken te vinden zijn (Krijgsveld *et al.* 2011; Leopold *et al.* 2011). In Belgisch onderzoek werden zelfs significant hogere dichtheden van meeuwen (o.a. kleine mantelmeeuw) en sterns (o.a. grote stern) gevonden (Vanermen *et al.* 2013, 2014) binnen de aangelegde windparken, wat duidt op een aantrekkende werking. Significant negatieve effecten als gevolg van habitatverlies en daarmee aanvullende sterfte door een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen in nabijgelegen Natura 2000-gebieden worden dan ook niet verwacht.

Indirecte effecten

Effecten van onderhoud van het windpark

De extra inzet van schepen voor het onderhoud van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust kan enige verstoring van zeevogels, waaronder broedvogels, opleveren. De duur en omvang van onderhoudswerkzaamheden bij windenergiegebied Hollandse Kust 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. Omdat de aantallen broedende kleine mantelmeeuwen en grote sterns uit kolonies die binnen Natura 2000-gebieden liggen en waarvoor in deze gebieden instandhoudingsdoelstellingen als broedvogel zijn geformuleerd (zie figuur 6.1 en 6.2) te verwaarlozen zijn in kavel IV, wordt neutraal gescoord (0).

Effecten van aanwezigheid windpark

De verwachte toename in benthos en vissen (Lindeboom *et al.* 2011) in een toekomstig windturbinepark in windenergiegebied Hollandse Kust zorgt mogelijk voor een verbetering van de foerageeromstandigheden, ook van broedvogels zoals de kleine mantelmeeuw en grote stern. Omdat de aantallen broedende kleine mantelmeeuwen en grote sterns uit kolonies die binnen Natura 2000-gebieden liggen en waarvoor in deze gebieden instandhoudingsdoelstellingen als broedvogel zijn geformuleerd (zie figuur 6.1 en 6.2) te verwaarlozen zijn in kavel IV, wordt neutraal gescoord (0).

Significante negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor kolonievogels van nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten.

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 IV op kolonievogels.

Effecten windpark	alternatief 1 63 * 6 MW ø 142 m	alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
- aanvaringen	0	0
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0

6.5.6 Effecten tijdens gebruiksfase: vogels tijdens seizoenstrek

Aanvaringen

Tijdens de seizoenstrek vliegen vele vogelsoorten door het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). 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 aanvarings-slachtoffers 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 kunnen worden van de verschillende alternatieven van een windpark in kavel IV. 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 (6 MW-turbine minimale uitvoeringsgrootte van 142 m rotordiameter en 96 m ashoogte) is gekozen als worst-case scenario voor zeevogels, omdat het aantal aanvarings-slachtoffers 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 6 MW met een maximale uitvoering (171 m rotordiameter en 110,5 m ashoogte). Bij dit alternatief zullen onder zangvogels 1.028 slachtoffers vallen door aanvaring met een windturbine (tabel 6.15).

Alternatief 1 met de meeste turbines wordt als negatief beoordeeld (-). Het alternatief met de minste turbines wordt volgens het gebruikte beoordelingssysteem ook als negatief beoordeeld (-), de effecten zijn echter wel substantieel kleiner dan het 6 MW alternatief. In samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta over significantie in het kader van de Natura 2000-doelstellingen (Bijlage in KEC, Rijkswaterstaat 2015), zijn door de combinatie van de ongewisse herkomst van trekvogels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), 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 PB (bijlage 8) wordt hier verder op in gegaan.

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

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

Effecten windpark	Alternatief 1 63 * 6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
<i>Trekvogels</i>		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0

6.5.7 Effecten op vleermuizen

Aanvaringen

Op land vallen de minste slachtoffers bij windparken in grote, open en intensief gebruikte landbouwgebieden. Het gemiddelde aantal slachtoffers varieert hier meestal rond de 1 slachtoffer per turbine per jaar (Rydell *et al.* 2010a; Limpens *et al.* 2013.). Op basis van de huidige kennis kan voor windparken op zee slechts een ruwe schatting worden gegeven: het aantal slachtoffers ligt ergens tussen 0 en 1 slachtoffers per turbine per jaar. 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 IV maximaal 63 slachtoffers per jaar verwacht bij alternatief 1 en 38 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 60 slachtoffers per jaar bij alternatief 1 en 36 slachtoffers per jaar bij alternatief 2. Voor de rosse vleermuis worden de schattingen 2 slachtoffers per jaar bij alternatief 1 en 1 jaarlijkse slachtoffers bij alternatief 2. Bij alternatief 1 zal naar verwachting jaarlijks maximaal 1 tweekleurige vleermuis als slachtoffer vallen en minder dan 1 jaarlijkse slachtoffers bij alternatief 2. Van gewone dwergvleermuizen zullen bij geen van de alternatieven jaarlijks slachtoffers vallen. Hiermee worden de effecten voor alternatief 1 met 6 MW-turbines negatiever beoordeeld (--/-) dan alternatief 2 met 10 MW-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 een gunstige foerageermogelijkheid voor trekkende vleermuizen, zonder dat er een aanvaringsrisico optreedt (geen snel bewegende objecten als turbinebladen). Daarnaast geven windturbines en constructieschepen vleermuizen de mogelijkheid hun lange vlucht te onderbreken om uit te rusten. 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 IV op vleermuizen.

Effecten windpark	alternatief 1	alternatief 2
	63 * 6 MW ø 142 m	38 * 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 aanvaringslachtoffers 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 IV bij twee alternatieven, voor representatieve soorten voor de verschillende groepen (lokale zeevogels, kolonievogels, trekvogels).

Windturbine	Vogelsoort	Alternatief 1 63 * 6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
Driebladige	kleine mantelmeeuw	125	46
	jan-van-gent	1	0
	zangvogels	1028	808
Tweebladige	kleine mantelmeeuw	83	30
	jan-van-gent	0	0
	zangvogels	685	539

6.6 Conclusie

Samenvattend is alternatief 2 (38 x 10 MW-turbines) het meest milieuvriendelijke alternatief gezien 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 63 * 6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 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>		

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	63 * 6 MW ø 142 m	38 * 10 MW ø 221 m
- aanvaringen	0	0
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- 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	--	-

6.7 Cumulatie

6.7.1 Inleiding

De effecten van een windpark in kavel IV in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), 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 4450 MW moet zijn geïnstalleerd. Om dit te behalen is in 2015 afgesproken om een totaal van 3500 MW aan wind op zee te plannen in 10 nieuwe parken op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). Daarnaast zijn er ook in de omringende landen uitgebreide en vergevorderde plannen voor de installatie van vele windparken op zee. Al deze parken hebben effecten op (zee)vogels en vleermuizen in de zuidelijke Noordzee. Ten behoeve van het beoordelen van ecologie en cumulatie voor windparken die middels het nieuwe systeem van kavelbesluiten worden uitgegeven, is een Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) opgesteld. In deze paragraaf wordt aangesloten bij het KEC (Rijkswaterstaat, 2015).

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 (zuid). 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 aanvarings-slachtoffers *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 (6 en 10 MW in plaats van 3 MW) en het totale vermogen per kavel is ook verhoogd van 350 naar 380 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). Binnen het cumulatiescenario wordt voor het Energieakkoord rekening gehouden met de volgende minimale turbineomvang: Borssele I, II: 4 MW; Borssele III-V: 6 MW; HKZ: 6 MW, HKN 8 MW) 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). 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 meegenomen²³. Daarom is ervoor gekozen om een analyse te doen waarin het

²³ A. Gyimesi "Zilvermeeuw slachtofferaantallen bij vier scenario's van SER windparken" Notitie 15-314, Bureau Waardenburg bv.

aantal door Nederlandse parken veroorzaakte slachtoffers wordt vergeleken met een op Nederlandse populaties gebaseerde PBR.

6.7.2 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 IV in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (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, ook uitgedrukt als fractie van PBR van de zuidelijke Noordzee populatie voor zeevogels, voor vogelsoorten waarvan in kavel IV slachtoffers vallen. Berekeningen zijn gebaseerd op dichtheden 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, drieteenmeeuw en stormmeeuw (cf. 1^{ste} iteratie KEC (Leopold *et al.* 2015) en ESAS en MWTL tellingen voor de andere soorten (cf. Rijkswaterstaat 2015). Ter vergelijking zijn de maximale slachtofferaantallen (door aanvaringen en habitatverlies) bij alternatief 1 van kavel IV ook weergegeven.

Soort	Slachtoffers kavel IV Hollandse Kust (zuid) door aanvaringen en habitatverlies	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen	Cumulatief # slachtoffers door habitatverlies	PBR	Fractie sterfte tov PBR
kleine mantelmeeuw	152	8.742	246	7.560	1,19
grote mantelmeeuw	12	3.146	99	4.144	0,78
zilvermeeuw	51	3.152	43	4.184	0,76
jan-van-gent	1	1.117	105	5.245	0,23
drieteenmeeuw	18	2.806	731	16.473	0,21
zeekoet	13	13	3.464	26.641	0,12
alk	2	29	550	7.129	0,08
eider	2	1.736	40	22.082	0,08
stormmeeuw	21	1.054	66	22.534	0,05
dwergmeeuw	10	159	18	3.971	0,04
grote stern	2	79	11	2.378	0,04

Tabel 6.24 Mortaliteit (door aanvaringen en habitatverlies) als gevolg van windturbines in de Nederlandse Noordzee (cf. Rijkswaterstaat 2015 en variant 1 in Gyimesi & Fijn 2015b), ook uitgedrukt als fractie van PBR van de Nederlandse populatie voor zeevogels, voor vogelsoorten waarvan in kavel IV slachtoffers vallen. Berekeningen zijn gebaseerd op dichtheden 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, drieteenmeeuw en stormmeeuw (cf. 1ste iteratie KEC (Leopold *et al.* 2015) en ESAS en MWTL tellingen voor de andere soorten (cf. Rijkswaterstaat 2015). Ter vergelijking zijn de maximale slachtofferaantallen (door aanvaringen en habitatverlies) bij alternatief 1 van kavel IV ook weergegeven.

Soort	Slachtoffers kavel IV Hollandse Kust (zuid) door aanvaringen en habitatverlies	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen NL parken	Cumulatief # slachtoffers door habitatverlies NL parken	NL-PBR	Fractie sterfte tov NL-PBR
zilvermeeuw	51	696	10	720 ²	0,98
kleine mantelmeeuw	152	1.185	26	2.802 ¹	0,43
grote mantelmeeuw	12	325	5	813 ¹	0,41
jan-van-gent	1	183	7	527 ¹	0,36
stormmeeuw	11	190	12	1.305 ¹	0,15
drieteenmeeuw	18	311	26	3.048 ¹	0,11
dwergmeeuw	10	56	7	1.269 ¹	0,05
eider	2	42	2	2.715 ³	0,05
grote stern	2	15	3	1.298 ¹	0,01
zeekoet	13	1	136	9.494 ¹	0,01
alk	2	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 2015) kwam naar voren dat op basis van de worst-case scenario met 3 MW-turbines, de cumulatieve sterfte onder kleine mantelmeeuwen, zilvermeeuwen en grote mantelmeeuwen als gevolg van aanvaringen met en habitatverlies door alle (toekomstige) windparken in de zuidelijke Noordzee in cumulatie met scheepvaart, niet binnen de PBR blijft, en dat daarmee nog niet met zekerheid kan 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, 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 bij een sterfte minder dan 1.790

individuen de Nederlandse populatie kleine mantelmeeuwen niet in gevaar komt (Poot *et al.* 2011).

Broedende kolonievogels

Omdat de aantallen broedende kleine mantelmeeuwen en grote sterns uit kolonies die binnen Natura 2000-gebieden liggen en waarvoor in deze gebieden instandhoudingsdoelstellingen als broedvogel zijn geformuleerd (zie figuur 6.1 en 6.2) te verwaarlozen zijn in kavel IV, wordt geconcludeerd dat significant negatieve effecten op broedende kleine mantelmeeuwen en grote sterns met zekerheid zijn uit te sluiten als gevolg van windturbines in kavel IV in cumulatie.

Vogels tijdens seizoenstrek

Naast (trekkende) zeevogels vallen ook slachtoffers onder trekkende watervogels en landvogels als gevolg van een windpark in kavel IV in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) 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 6.26).

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 aanvaringsslachtoffers bij trekvogels is uitgegaan van een conservatieve benadering (onder andere 50% van de flux op rotorhoogte).

Tabel 6.25 Mortaliteit als gevolg van windturbines, berekend met het Extended Band Model, als fractie van PBR voor de trekvogels waarvan deze fractie boven de 0,05 ligt.

Soort	Fractie van PBR
wulp	0,57
zwarte stern	0,50
kleine zwaan	0,42
drieteenstrandloper	0,20
spreeuw	0,12
kanoet	0,10
grutto	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 gemiddelde seizoensmaximum in de winter (9.440) in de laatst beschikbare vijf jaar periode (2007 – 2012; bron: SOVON) is in de afgelopen periode de fractie kleine zwanen van de flyway populatie in Nederland aan de lage kant. Mogelijk door klimaatverandering overwinteren 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, oftewel 9% van de PBR van 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 IV in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (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. Bij de kleine zwaan wordt 42% van de internationale PBR en 9% van de Nederlandse PBR behaald door windparken op zee alleen op basis van de huidige conservatieve benadering.

6.7.3 Vleermuizen

Over vleermuizen is veel minder informatie beschikbaar dan over vogels. Dat vleermuizen over de Noordzee vliegen staat vast, echter de aantallen, de populatiegroottes waarvan deze dieren afkomstig zijn en hun gedrag op zee zijn onbekend. Ruige dwergvleermuis, 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, 2015). 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.

6.8 Mitigerende maatregelen

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

6.8.1 Constructiefase

Mochten er effecten zijn van de aanleg en verwijdering van windturbines op zee dan vinden die alleen plaats in de maanden dat er relatief grote aantallen verstoringsgevoelige zeevogelsoorten in het gebied aanwezig zijn. Hoe vroeger in het jaar gebouwd wordt, hoe groter de verstoring zal zijn. Vanaf juni tot en met september is nauwelijks een effect op zeevogels te verwachten, omdat de meest verstoringsgevoelige soorten (alk en zeekoet, en eventueel ook duikers en zee-eenden) dan elders verblijven.

Om het effect van verlichting op vogels te minimaliseren zouden 's nachts aan boord van schepen minimale verlichting moeten worden toegepast, en dan idealiter ook gebruik worden gemaakt van verlichting met een 'vogelvriendelijke' kleur (zie Poot et al. 2008).

Een mogelijkheid om onderwatergeluid tijdens de aanleg te reduceren kan bereikt worden door de inzet van geluiddempende systemen tijdens het heien. Echter de effecten van geluid op vogels zijn onbekend en dus ook de noodzaak van deze maatregel.

6.8.2 Operationele fase

Uit dit hoofdstuk blijkt dat alternatief 2 de minste impact op vogels en vleermuizen heeft. Effecten van een windpark in kavel IV 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 aanvaringsslachtoffers 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 aanvaringsslachtoffers 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 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 (zuid) 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 versturende 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).

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 aanvaringslachtoffers kan genereren. Echter deze zijn vogelsoort-specifiek en daarmee gebonden aan diverse beperkingen (May et al. 2015). Er zijn aanwijzingen dat de grootste kans op mogelijk succes wordt geboden door maatregelen zoals het aanbrengen van reflectors en lasers, maar ook akoestische waarschuwingssignalen. Direct licht is waarschijnlijk niet geschikt omdat dit 's nachts, en dan met name tijdens mist, juist aantrekking tot gevolg heeft.

Voor passerende trekvogels kunnen verschillende inrichtingsalternatieven (ashoogte, rotorlengte, draaisnelheid, kleur van de turbines, verlichting aan of rond de windturbines of configuratie van de windturbines) wel een effect hebben, indien deze de detectiekans verhogen. 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 aantrekking.

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 IV 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. Op basis van de beschikbare gegevens is gekozen voor een grenswaarde van 500 vogels/km/uur op rotorhoogte. Hieruit blijkt dat bij deze grenswaarde 4% van de slachtoffers tijdens 'gewone' migratie wordt voorkomen en mogelijk zal het aantal voorkomen slachtoffers veel hoger uitvallen. Op basis van de gegevens van OWEZ wordt geschat dat deze maatregel jaarlijks circa dertig uur stilstand van de windturbines tot gevolg zal hebben.

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 (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. Dit kan ook een ‘hand aan de kraan’ maatregel zijn, dat wil zeggen dat de maatregel uitgevoerd kan worden en tegelijkertijd wordt onderzoek uitgevoerd om te bezien of de maatregel effect sorteert en indien negatieve effecten optreden dat de maatregel dan ook stopgezet kan worden.

6.8.3 Verwijderingsfase

Mitigatie tijdens de uiteindelijke sloop ligt vooral in de timing van de sloop: niet slopen wanneer de dichtheden van verstoringsgevoelige soorten zeevogels hoog zijn, dus in najaar, winter en vroege voorjaar. Daarnaast kan wellicht een methode van slopen gevonden worden die relatief weinig geluid produceert of waarmee de klus snel geklaard kan worden.

Tevens is het ook van belang om net als tijdens de aanlegfase het effect van verlichting op vogels te minimaliseren door 's nachts aan boord van schepen minimale verlichting toe te passen en van een ‘vogelvriendelijke’ kleur.

6.9 Leemten in kennis en informatie

De ontwikkeling van windparken op zee heeft een relatief korte geschiedenis. Inmiddels zijn de eerste monitoringsevaluaties bekend van onder andere windparken 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. 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.

Kort zijn de volgende leemten te constateren:

- Lokale vogels: In het algemeen is de kennis van de verspreiding in ruimte en tijd van zeevogels op zee nog onvolledig;
- Trekvogels: Algemeen is de kennis van het tijdsbeslag en de ruimtelijke omvang van de vogeltrek nog onvolledig. Het gebrek aan representatieve gegevens hangt samen met het

vaak moeilijk toegankelijke leefgebied en het ontbreken van gestandaardiseerde telmethodes. Er bestaan aanwijzingen voor verschillende trekroutes in het Noordzeegebied. Kwantitatieve data hierover, hoe groot het aandeel van deze trekroutes is op de trek in zijn geheel ontbreken, evenals data over trekdichtheden in de verschillende gedeeltes van de Noordzee.

- Vleermuizen: kennisleemten bestaan ten aanzien van het voorkomen van vleermuizen op zee, de populatiegroottes en hun herkomst en het gedrag in windparken alsmede de aantallen aanvaringslachtoffers.

7 ONDERWATERLEVEN

7.1 Te beschouwen alternatieven / bandbreedte

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 63 turbines van 6 MW, die worden geheid met een hei-energie van 1.000 kJ (hierna te noemen: alternatief 1) en een alternatief met 38 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 IV van Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) uit 63 windturbines van 6 MW of uit 38 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 uur²⁴ duren. Dit betekent dat er in het bouwseizoen maximaal zo'n 126 uur wordt geheid voor alternatief 1 en 76 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 9 weken (alternatief 1) of in circa 5 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 18 weken (alternatief 1) of 10 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	63x6 MW-turbines Hei-energie: 1000 kJ 1 turbinelocatie per dag	38x10 MW-turbines Hei-energie: 3000 kJ 1 turbinelocatie per dag

²⁴ 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 meest recente 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).

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 7.2 Beoordelingskader onderwaterleven.

Aspect	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Onderwaterleven	Bodemdieren en vissen	
	Aanleg - geluid/trillingen - Bodemberoering	<i>Bodemdieren</i> Bodemberoerende werkzaamheden Habitatverlies
	Gebruik - geluid/trillingen - Bodemberoering - Aanwezigheid harde structuren - Verbod bodemberoerende visserij in windpark	<i>Vissen</i> Geluid/trillingen Bodemberoerende werkzaamheden Habitatverlies
	Verwijdering - Idem aanleg	
	<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)	Verstoord oppervlak (km ²) Aantal verstoorde dieren Tijdsduur van de verstoring Aantal aangetaste dieren
	Verwijdering Idem aanleg	

7.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

7.3.1 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 (zuid) bevindt zich in deze relatief soortenarme kustzone.

In de kustzone wordt de bodem voor het grootste gedeelte gedomineerd door zand en is onderhevig aan een hoge dynamiek. Het benthos wordt hier gedomineerd door bodemdieren met een gravende levenswijze geassocieerd aan zachte substraten (zoals wormen en schelpdieren). Plaatselijk zijn harde substraten aanwezig, zoals scheepswrakken en windparken. 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 *Spisula*banken 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 bodemdiërgemeenschappen in deze zone wordt gekarakteriseerd door een relatief hoge dichtheid en biomassa aan kreeftachtigen, maar verder zeewaarts wordt de bodemdiërgemeenschap steeds meer gedomineerd door wormen. Schelpdieren komen hier veel minder voor dan in de kustzone.

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).

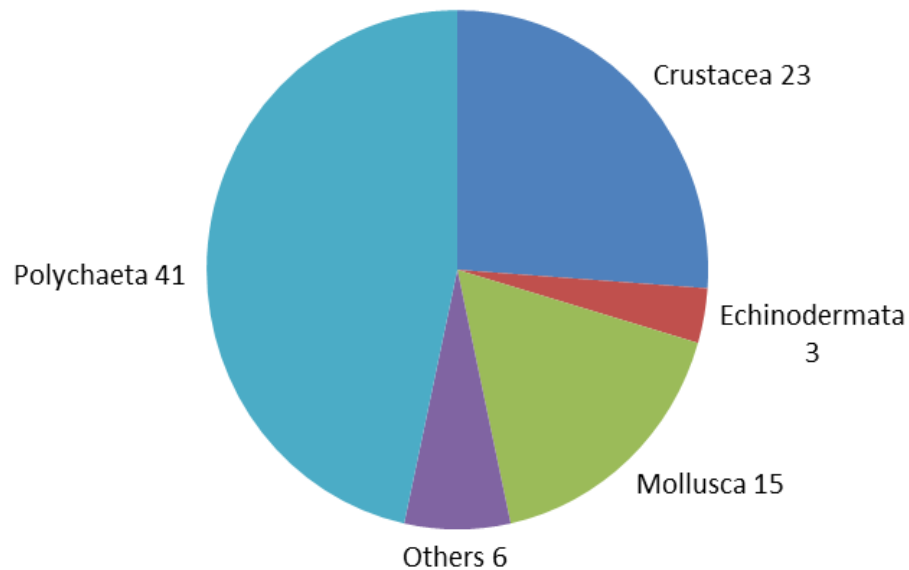
Soortengemeenschap van het plangebied

Er zijn geen specifieke onderzoeken naar bodemdieren in het plangebied uitgevoerd. Wel 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 waarschijnlijk aanwezig is in het plangebied. De Jong *et al.* (2015) heeft op basis van monitoring onderzocht hoeveel soortgemeenschappen te onderscheiden zijn en welke factoren hier ten grondslag aan liggen. Er is tussen 2006 en 2008 een grote verschuiving in soortensamenstelling van in- en epifauna vastgesteld die mogelijk verband houdt met het verschil in wintertemperaturen (NOA-index).

Benthos in offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ)

De meest representatieve bemonstering voor het huidige plangebied komt daarbij uit de monitoring van de benthos in het relatief dichtbij gelegen offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ) dat in 2006 is gebouwd. In het OWEZ en aangrenzende referentiegebieden is in 2011 een uitgebreide bemonstering uitgevoerd op basis van box corer sampling (Bergman *et al.*, 2012). Hierbij zijn in totaal 88 benthos soorten aangetroffen waarbij de soortengemeenschap gedomineerd werd door wormen en kreeftachtigen (figuur 7.1).

Figuur 7.1 Verdeling van aangetroffen benthos soorten (n=88) over verschillende groepen in offshore windpark Egmond aan Zee in 2011 (uit Bergman et al., 2012).



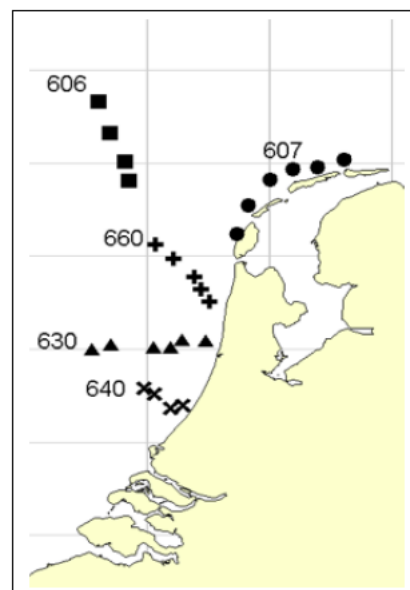
In 2003 werden in een eerdere monitoringsronde van het OWEZ in totaal 115 soorten bodemdieren aangetroffen (Jarvis *et al.*, 2004). Het benthos werd ook in 2003 gedomineerd door wormen, waarvan veel soorten een 'patchy' verspreiding vertoonden. Daarnaast waren kleine kreeftachtigen algemeen aanwezig. Er werden in 2003 vijf soorten weekdieren aangetroffen (Glanzende tepelhoorn, (*Polinices pulchellus*), Ovale zeeklitschelp (*Tellimya ferruginosa*), strandschelp (*Spisula spp.*), rechtsgestreepte platschelp (*Fabulina fabula*) en zaagje (*Donnax vittatus*)) die in relatief lage dichtheden voorkwamen en een stekelhuidige (zeeklit (*Echinocardium cordatum*)).

Benthos 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 en zijn in tabel weergegeven. Uit tabel 7.3 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).

Tabel 7.3 Ontleend aan Van Duin et al. 2011. De gemiddelde vangsten van macrobenthos (inclusief (pijl)inktvis) tijdens de SNS surveys (1995 tot en met 2005), voor de IJmuiden raai (630), voor de stations op zee, gedefinieerd als de stations dieper dan 20 meter. Gegeven zijn de gemiddelde vangst (aantallen) per afgeviste hectare over alle stations dieper dan 20 meter en alle jaren.

Macrobenthos soort (SNS surveys)	IJmuiden raai
Aequipecten opercularis	0.05
Alloteuthis subulata	0.61
Anthozoa	5.24
Asterias rubens	498.71
Atelecyclus rotundatus	0.26
Buccinum undatum	0.02
Cancer pagurus	0.13
Carcinus maenas	0.03
Chamelea galina	0.03
Corystes cassivelaunus	0.26
Crangon crangon	59.87
Donax vittatus	1.53
Echinidae	0.31
Echinocardium cordatum	0.68
Echinocardium sp.	0.42
Ensis sp.	1.03
Hyas sp.	0.00
Liocarcinus depurator	0.07
Liocarcinus holsatus	284.85
Liocarcinus marmoreus	0.17
Loligo sp.	0.08
Lunatia alderi	0.02
Macoma balthica	0.00
Macropodia rostrata	0.03
Mytilus edulis	0.02
Necora puber	0.07
Ophiura albida	2.85
Ophiura ophiura	97.33
Ophiura sp.	480.81
Pagurus bernhardus	20.19
Pagurus sp.	61.65
Pirimela denticulata	0.07
Psammechinus miliaris	0.67
Sepia officinalis	0.03
Sepia sp.	0.02
Sepioloatlantica	0.09
Sepioloatlantica sp.	0.00
Spatangus purpureus	0.07
Spisula solida	0.01
Spisula sp.	0.91



Benthos in het plangebied

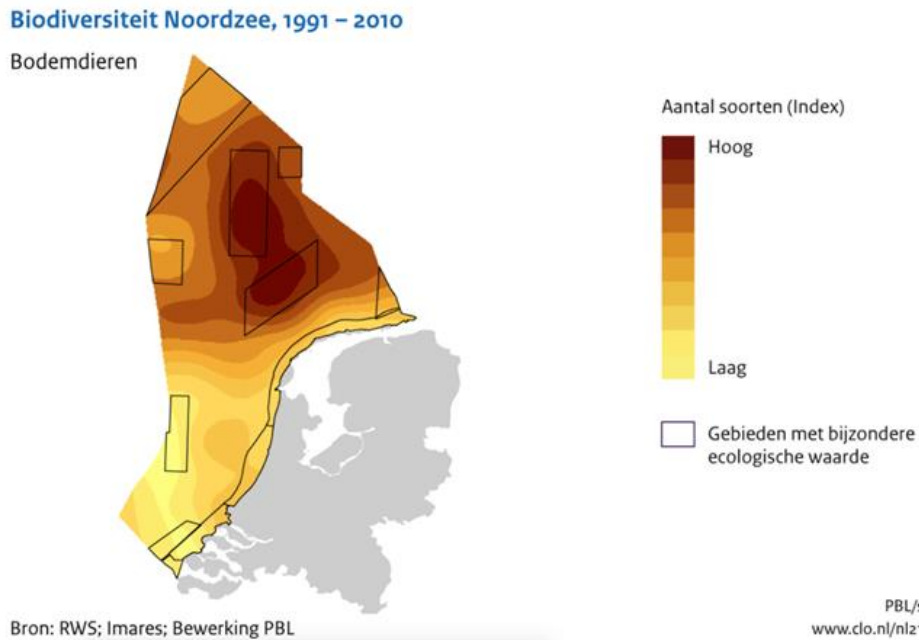
Op basis van habitatovereenkomsten is de benthos gemeenschap in het plangebied waarschijnlijk vergelijkbaar zoals die beschreven zijn in de surveys in het nabij gelegen OWEZ en in de IJmuiden raai in de platvis-survey.

Het benthos in het plangebied wordt daarbij waarschijnlijk gedomineerd door polychaete wormen, enkele soorten schelpdieren (met name strandschelpen, zaagjes, platschelpen en mesheften) en een stekelhuidige (zeeklit). Op de bodem zijn ook gewone zeester, gewone garnaal, gewone zwemkrab, gewone slangster en heremietkreeftjes naar verwachting algemeen.

In het plangebied komen geen voor Nederland relevante soorten voor die beschermd zijn krachtens de OSPAR lijst van bedreigde en/of afnemende soorten zoals Noordkromp (*Artica islandica*), purperslak (*Nucella lapillus*) en platte oester (*Ostrea edulis*).

Ook kent het plangebied geen hoge biodiversiteit aan bodemleven. De diversiteit is laag tot gemiddeld (figuur 7.2) in vergelijking tot het overige deel van de Noordzee (CBS et al. 2012).

Figuur 7.2 Diversiteit Benthos Noordzee (bron: CBS et al. 2012).



7.3.2 Vissen

Het deel van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) waar het windturbinepark 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.

In tabel 7.4 (ontleend aan Van Duin *et al.* 2011) geeft een indruk van de vissoorten zoals die gevangen zijn tijdens IBTS surveys op het NCP voor de Hollandse kust, buiten de -20 meter NAP dieptelijn, voor de jaren 1991-1996 en 1996-2005, per kwartaal weergegeven.

Soortengemeenschap van het plangebied

Er zijn geen specifieke onderzoeken naar de visgemeenschap in het plangebied uitgevoerd. Wel zijn de in de periode 2003 – 2011 verschillende vismonitoringen uitgevoerd in het relatief

dichtbij gelegen offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ) dat in 2006 is gebouwd. 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.*, 2011; tabel 7.5).

Tabel 7.4 Ontleend aan Van Duin et al. 2011. Gemiddelde dichtheden van de vissoorten, gevangen tijdens de IBTS surveys op het NCP voor de Hollandse kust, buiten de -20 m dieptelijn, voor de jaren 1991-1996 en 1996-2005, per kwartaal.

Soort / kwartaal	Gemiddeld aantal per uur per kwartaal, 1991-1996				Idem, 1996-2005	
	1	2	3	4	1	3
Aal				0.07	0.01	0.08
Ansjovis	0.04	6.64	0.07	37.43	0.56	84.53
Bot	12.24	0.36	1.41	0.58	5.55	1.13
Diklipharder			0.2	0.16		0.06
Doornhaai	0.27	0.1	0.03		0.06	
Driedoornige stekelbaars	0.97				0.48	
Driedradige meun	0.12		0.03		0.02	
Dwergbolk	14.24	2.26	46.07	2.84	6.45	11.35
Dwergtong	3.19	0.2	2.62	3.02	17.14	11.86
Effen smelt			0.36		1.03	1.33
Elft						0.13
Engelse poon				0.03		0.03
Fint	0.04	0.18		0.09	0.12	3.58
Geep				0.03	0.01	
Gevlekte gladde haai				0.1		
Gevlekte griet						0.05
Gevlekte pitvis		0.04			0.08	
Gevlekte rog	0.05			0.11	0.72	
Gewone zeebrasem	0.02					
Gladde haai	0.03		0.03			0.1
Grauwe poon	2.04	38.26	9.06	5.57	2.77	3.08
Griet		0.08	0.11	0.38	0.02	0.03
Groene zeedonderpad					0.41	
Grondel sp.	47.57	0.34	0.95	0.13	11.46	2.27
Grote pieterman		0.08				
Haring	3150.69	1603.69	648.8	1091.83	2164.29	143.83
Harnasmannetje	0.43		0.57	0.16	0.5	0.57
Heek	0.03					
Hondshaai					0.09	0.03
Horsmakreel	0.39	1091.98	6721.69	13435.87	2.25	11569.67
Kabeljauw	5.6	10.58	6.59	11.57	3.83	2.11
Kleine pieterman	52.09	616.21	349.32	226.06	97.79	449.67
Koekoeksrog	0.07				0.02	
Lange schar					0.21	
Makreel	1.88	325.52	1178.87	1290.16	2.13	860.48

	Gemiddeld aantal per uur per kwartaal, 1991-1996				Idem, 1996-2005	
Mul		0.78	3.28	10.49	0.02	24.86
Pelser	0.35	5.22	17.69	174.5		830.94
Pitvis	1.99	3.51	17.37	3.39	1.65	5.3
Rasterpitvis	0.04		0.33		0.39	0.02
Rivierprik						0.02
Rode poon	0.04	1.78	2.6	2.93		1.41
Ruwe haai				0.8	0.02	0.17
Schar	487.12	381.2	475.93	376.07	512.01	359.48
Scharretong						0.08
Schelvis		0.08			0.78	0.02
Schol	36.42	20.58	69.53	45.32	68.14	17.52
Schurftvis			0.08		0.44	0.27
Slakdolf					0.03	
Smelt	13.94	40.32	36.72	246.16	4.75	69.28
Snotolf	0.03		0.08	0.07	0.05	
Spiering	0.08					
Sprot	1922.27	12264.41	2528.75	8332.19	6221.22	3361.43
Steenbolk	4.32	3.71	0.83	7.9	1.05	0.18
Stekelrog	0.05			0.07	0.17	0.01
Tarbot	0.19	0.28	0.2	0.97	0.09	0.28
Tong	0.57	0.16	0.41	0.42	0.89	0.12
Tongschar	0.04		0.28		0.42	0.03
Vierdradige meun	0.43		0.16		0.41	
Vijfdradige meun					0.03	
Wijting	756.08	2601.7	658.15	1959.96	1505.89	298.82
Witje						0.04
Zandspiering sp.	1.68	10669.19	12.66	0.13	0.63	84.85
Zeebaars	0.04	0.1	0.07	0.38		
Zeedonderpad	0.13				0.68	0.03
Zeekarper			0.1		0.01	

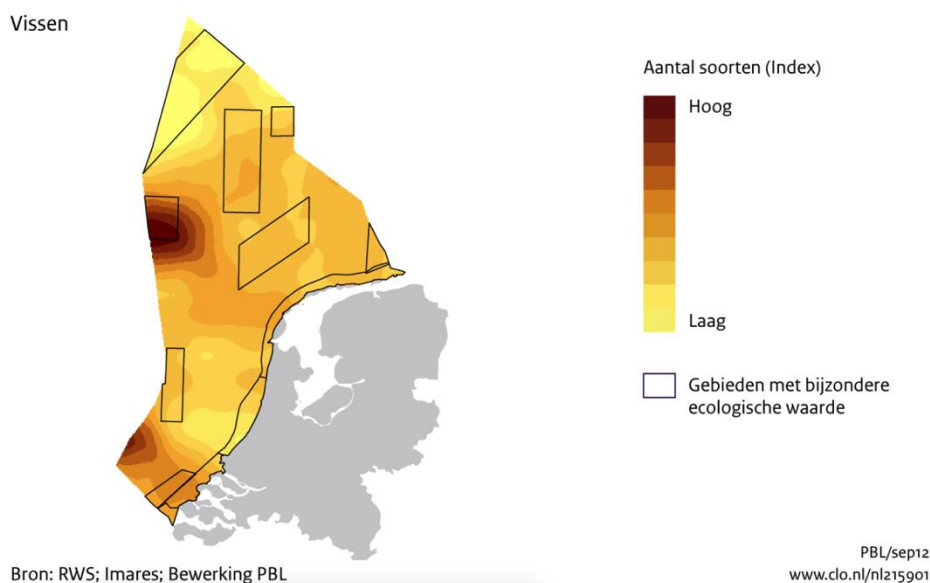
Tabel 7.5 Overzicht van waargenomen vissoorten gedurende meerdere monitoringsjaren (2003-2004, 2007-2008 en 2011) in offshore windpark Egmond aan Zee (tabel overgenomen uit van Hal et al., 2011). NB: er zijn in de tabel drie soorten opgenomen waarvan de determinatie waarschijnlijk niet correct is en zijn met een asterisk aangemerkt.

Table 3-2: All fish species caught in the three sub-projects by period and season (W=winter, Sp=spring, S=summer, Au=autumn). NSWDEM=Sub-project 1 demersal survey; NSWPEL= Sub project 2 pelagic survey; NSWGILL= Sub-project 3 gillnets. T0=2003/2004; T1=2007/2008 and T5=2011. The species are order from those caught in all periods and season to those caught only in a single survey. Species in bold are exclusively caught in the T0, underlined species exclusively in the T1, and in grey the species exclusively caught in the T5. Species with * are most likely misidentified.

Dutch name	English name	Scientific name	NSWDEM				NSWPEL				NSWGILL			
			T0	T1	T5	T5	T0	T1	T5	T5	T0	T1	T5	T5
			S	W	S	W	W	S	Sp	Au	Sp	Sp	Sp	S
1 Pitvis	Common dragonet	Callionymus lyra	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2 Haring	Herring	Clupea harengus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3 Schar	Dab	Limanda limanda	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4 Wijting	Whiting	Merlangius merlangus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5 Schol	Plaice	Pleuronectes platessa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6 Ammodytes	Sandeel species	Ammodytes sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7 Smelt	Greater sandeel	Hyperoplus lanceolatus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8 Zeedonderpad	Bull rout	Myoxocephalus scorpius	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9 Sprot	Sprat	Sprattus sprattus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10 Dvergtong	Solenette	Buglossidium luteum	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11 Kleine pieterman	Lesser weever	Echiichthys vipera	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12 Bot	Flounder	Platichthys flesus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13 Tong	Sole	Solea solea	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14 Horsmakreel	Horse mackerel	Trachurus trachurus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15 Schurftvis	Scaldfish	Arnoglossus laterna	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16 Kabeljauw	Cod	Gadus morhua	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17 Grondel	Goby species	Pomatoschistus sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18 Harnasmannetje	Horse mackerel	Agonus cataphractus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19 Makreel	Mackerel	Scomber scombrus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20 Griet	Brill	Scophthalmus rhombus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
21 Steenbolk	Bib	Trisopterus luscus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
22 Grauwe poot	Grey gurnard	Eutrigla gurnardus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
23 Tarbot	Turbot	Psetta maxima	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
24 Syngnathus	Pipefish species	Syngnathus sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
25 Vijfdradige meun	Fivebeard rockling	Ciliata mustela	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
26 Mul	Striped red mullet	Mullus surmuletus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
27 Rode poot	Tub gurnard	Trigla lucerna	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
28 Glasgrondel	Transparent goby	Aphia minuta	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
29 Rasterpitvis	Reticulated dragonet	Callionymus reticulatus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
30 Ansjovis	Anchovy	Engraulis encrasicolus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
31 Tongschar	Lemon sole	Microstomus kitt	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
32 Pelser	Pilchard	Sardina pilchardus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
33 Dwergbolk	Pour cod	Trisopterus minutus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
34 Fint	Twaite shad	Alosa fallax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
35 Snotlof	Lumpsucker	Cyclopterus lumpus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
36 Driedoornige stekelbaars	Stickleback	Gasterosteus aculeatus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
37 Slakdolf	Sea-snail	Liparis liparis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
38 Geep	Garfish	Belone belone	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
39 Adderzeenaald	Snake pipefish	Entelurus aequoreus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
40 Groene zeedonderpad	Sea scorpion	Taurulus bubalis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
41 Eift *	Allis shad *	Alosa alosa *	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
42 Zeebaars	Sea bass	Dicentrarchus labrax	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
43 Vierdradige meun	Four-bearded rockling	Enchelyopus cimbrius	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
44 Rivierprik	Lamprey	Lampetra fluviatilis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
45 Spiering	Smelt	Osmerus eperlanus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
46 Botervis	Butterfish	Pholis gunnellus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
47 Stekelrog	Roker	Raja clavata	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
48 Kleine koornaarvis *	Rig-scale sand-smelt *	Atherina boyeri *	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
49 Trekkervis	Grey triggerfish	Balistes carolinensis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
50 Gevlekte pitvis *	Spotted dragonet *	Callionymus maculatus *	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
51 Kliplipvis	Goldsinny wrasse	Oenolabrus rupestris	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
52 Zwarte grondel	Black goby	Gobius niger	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
53 Heilbot	Halibut	Hippoglossus hippoglossus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
54 Lichtend sprottje	Pearl side	Mauroliscus muelleri	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
55 Blauwe wijting	Blue whiting	Micromesistius poutassou	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
56 Gevlekte gladde haai	Starry smoothhound	Mustelus asterias	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
57 Zalm	Salmon	Salmo salar	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Het plangebied is, in vergelijking met andere gebieden in de Noordzee (CBS et al. 2012), laag in diversiteit (figuur 7.3). Mede doordat bodemsubstraat vrij zandig en eenvormig is, wat voornamelijk platvis faciliteert.

Figuur 7.3 Diversiteit aan vis in de Noordzee (bron: CBS et al. 2012).



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 (zuid) 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.

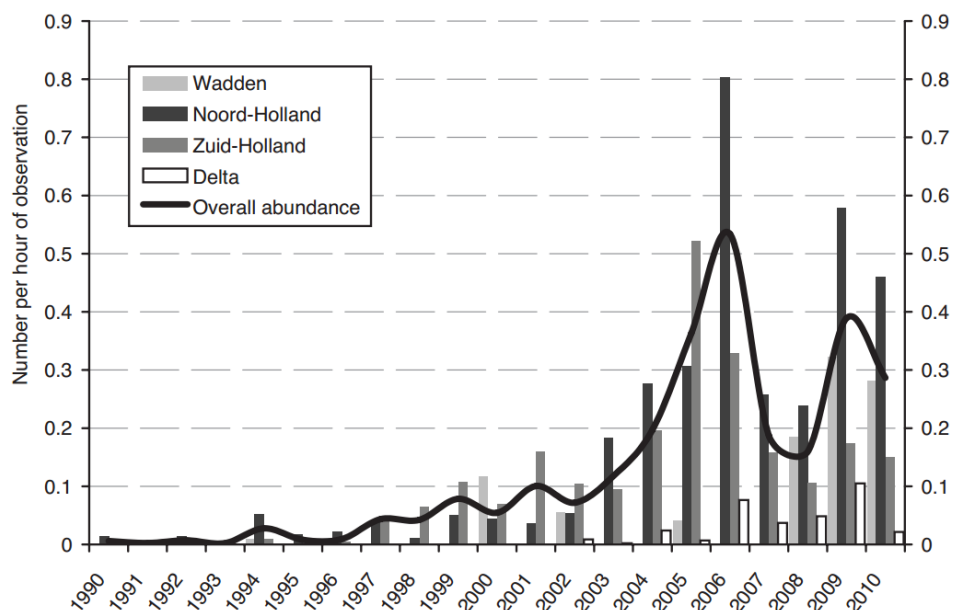
Verspreiding en aantallen

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 twee 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, waarbij voor de Noordzee een totaal van ongeveer 250.000 exemplaren geldt. 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, later werd deze soort een zeldzame en onregelmatige verschijning. Sinds 1986 houdt de bruinvis zich echter weer vrij algemeen voor onze kust op. Vermoed wordt dat bij deze verschuiving (en dus geen absolute toename) voedselgebrek in het noordelijke deel van de Noordzee een rol speelt. Recentere studies laten deze toename nog duidelijker zien (Camphuysen 2004, Leopold & Camphuysen 2006).

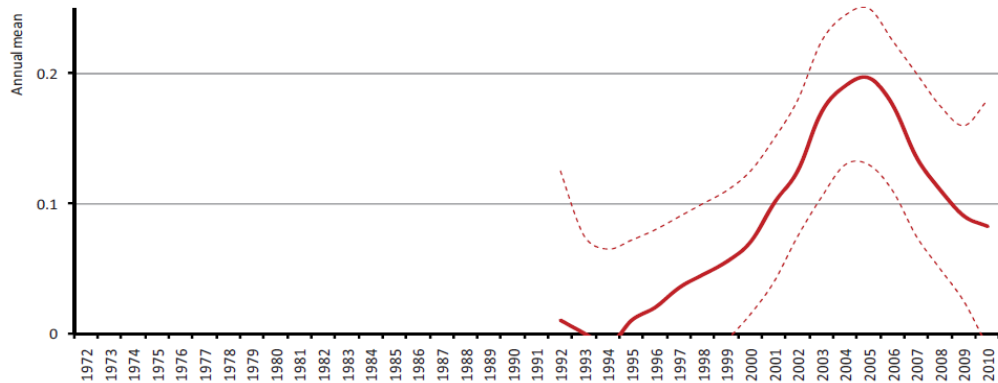
Tellingen van bruinvissen vanaf vaste locaties langs de Nederlandse kust (waar zeevogels worden geteld) laten zien dat het aantal bruinvissen per observatie-uur per jaar langs de Nederlandse kust varieert (figuur 7.4). De snelle toename in aantallen langs de kust in 2006 heeft zich in de jaren daarop (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).

Figuur 7.4 Aantal bruinvissen per observatie-uur per jaar voor de periode 1990 – 2010 (Camphuysen, 2011).



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).

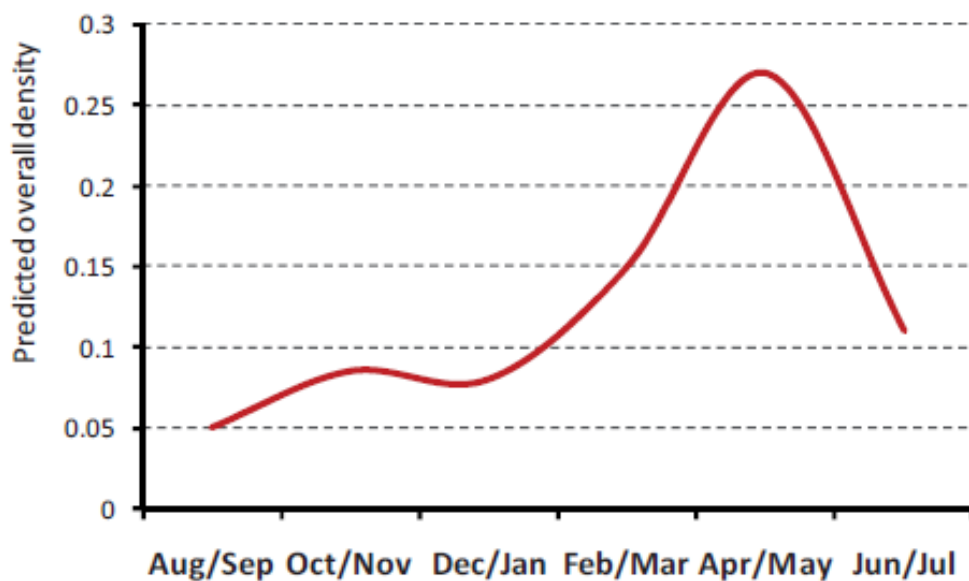
Figuur 7.5 Trends in annual mean abundance (95% CV) of Harbour Porpoises found during bi-monthly aerial seabird surveys, 1992-2010 (no data prior to 1992); redrawn from Arts 2010.



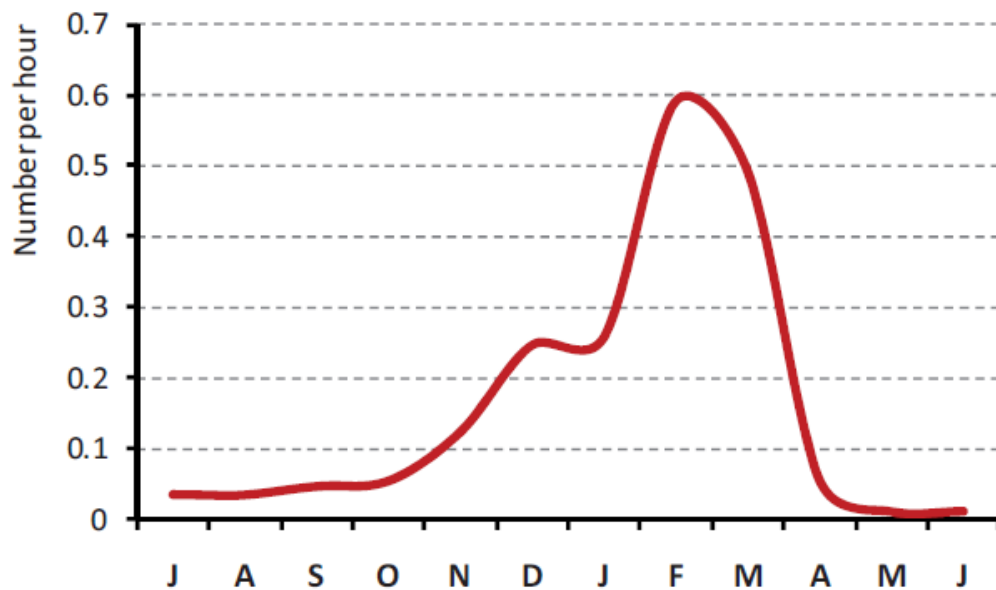
Seizoensvariatie

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).

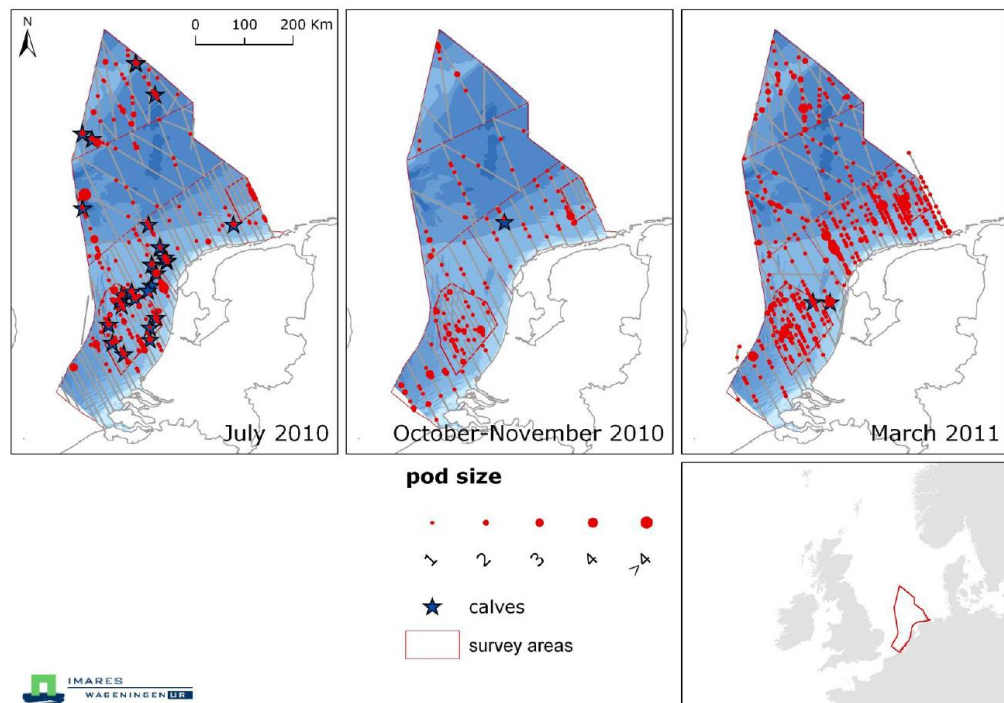
In maart 2011 werden in grote delen van het NCP hoge dichtheden gevonden, behalve bij Zeeland en de nabije kustzone van Noord- en Zuid-Holland. In juli werden hoge dichtheden gevonden rond de Bruine Bank, Botney Cut/Doggersbank en de Borkumse stenen. In oktober zijn de bruinvissen gelijkmatiger verspreid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

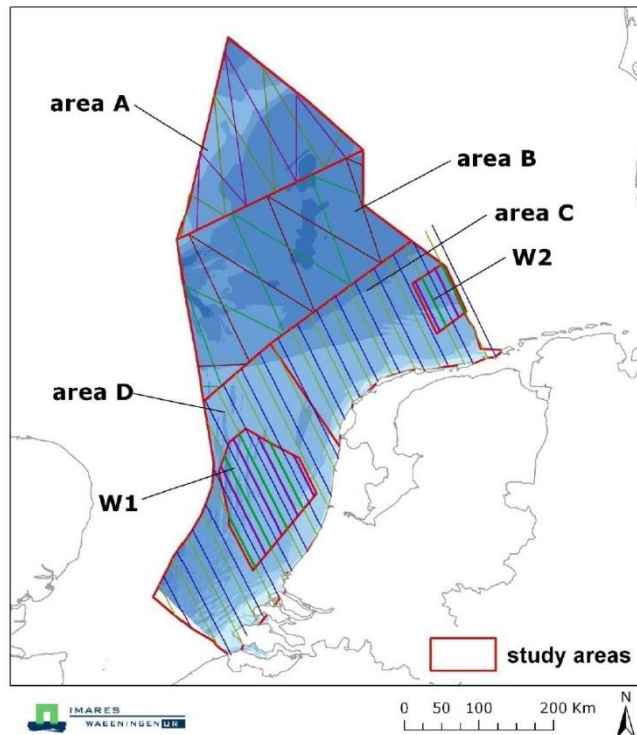
Het plangebied ligt in het gebied waar in maart, juli en oktober relatief lage dichtheden voorkomen. De volgende figuur geeft een overzicht van de waargenomen bruinvissen tijdens vliegtuigtellingen in 2010 en 2011 (figuur 6 uit Geelhoed et al. 2011).

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 binnenvalt. 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. 2014).

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)

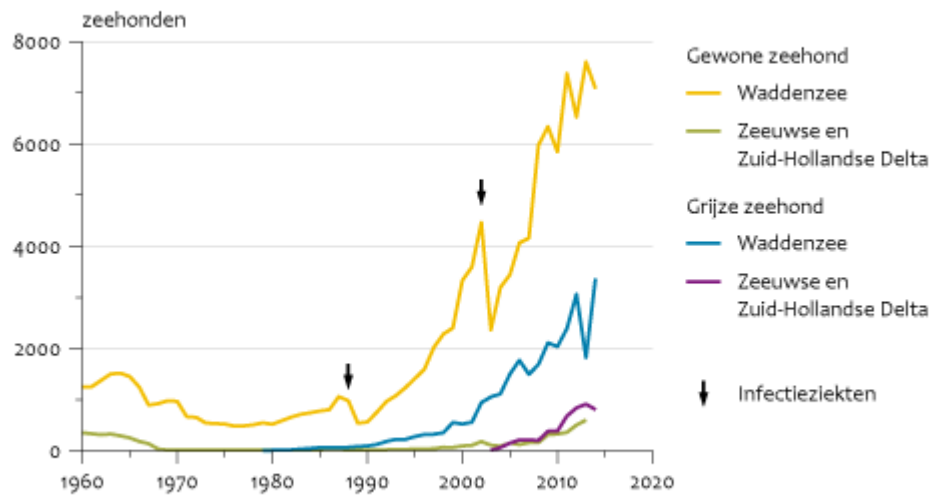
Zeehond

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. 29 maart 2016).

Aantal zeehonden



Bron: IMARES (WUR); Delta Projectmanagement in opdracht van RWS/Provincie Zeeland.

WUR/sep15
www.clo.nl/t23112

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 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).

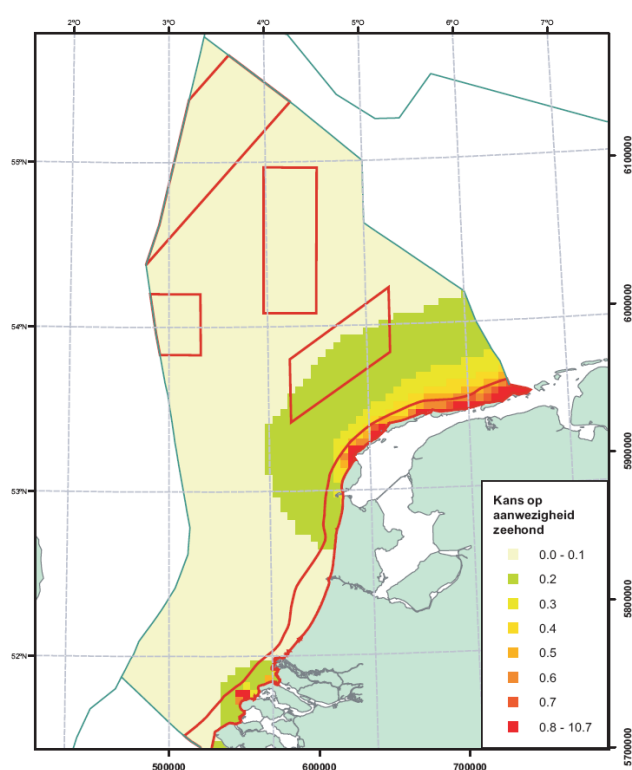
In het Deltagebied worden slechts zeer weinig pups geboren. Daarnaast is de mortaliteit er hoog. De groei van de populaties is te verklaren door import vanuit andere gebieden, zoals het Waddengebied of Engelse kolonies.

Gewone zeehond

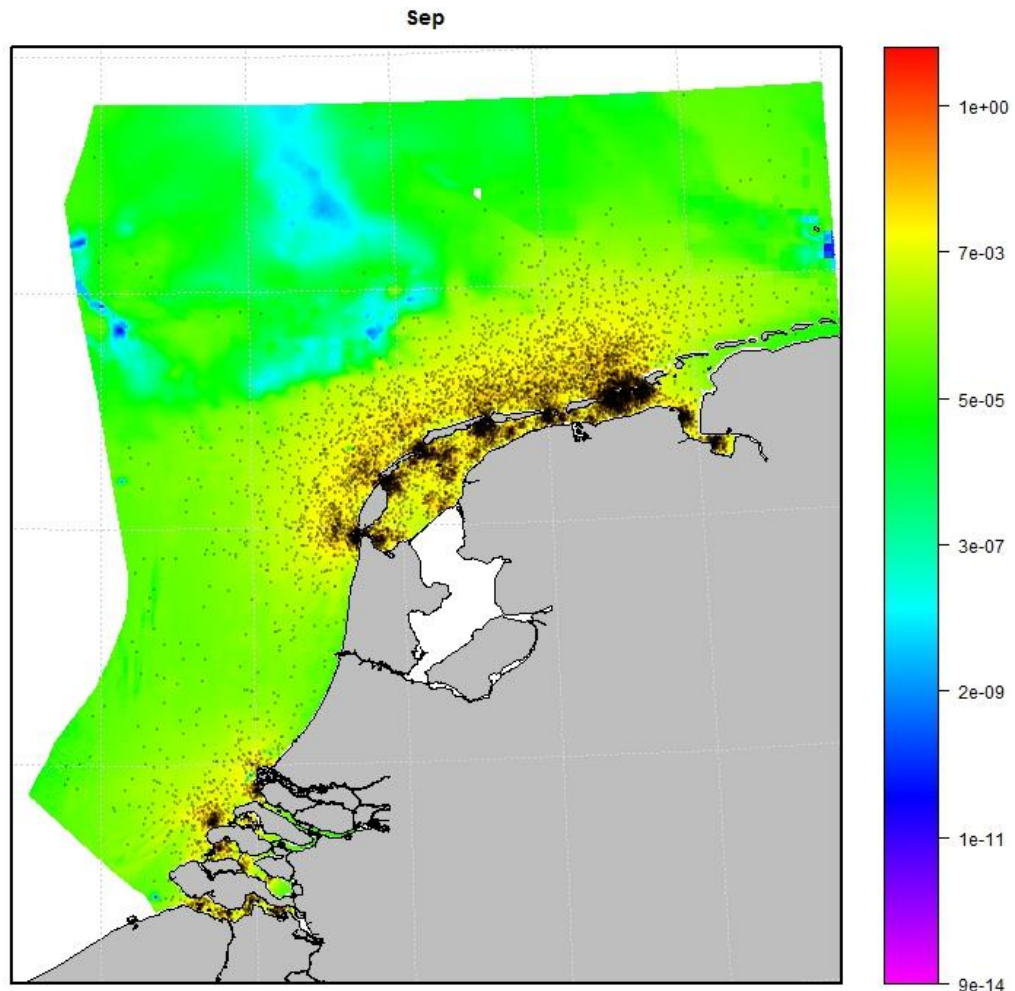
De gewone zeehond brengt de meeste tijd door in zee, om te foerageren, te paren, te migreren en soms zelfs om te slapen. Hij leeft vooral van aan de bodem gebonden vissen, waaronder veel soorten platvis. Om jongen te werpen (mei-juli), om te verharen (zomer) en om te rusten gebruikt het dier droogvallende 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

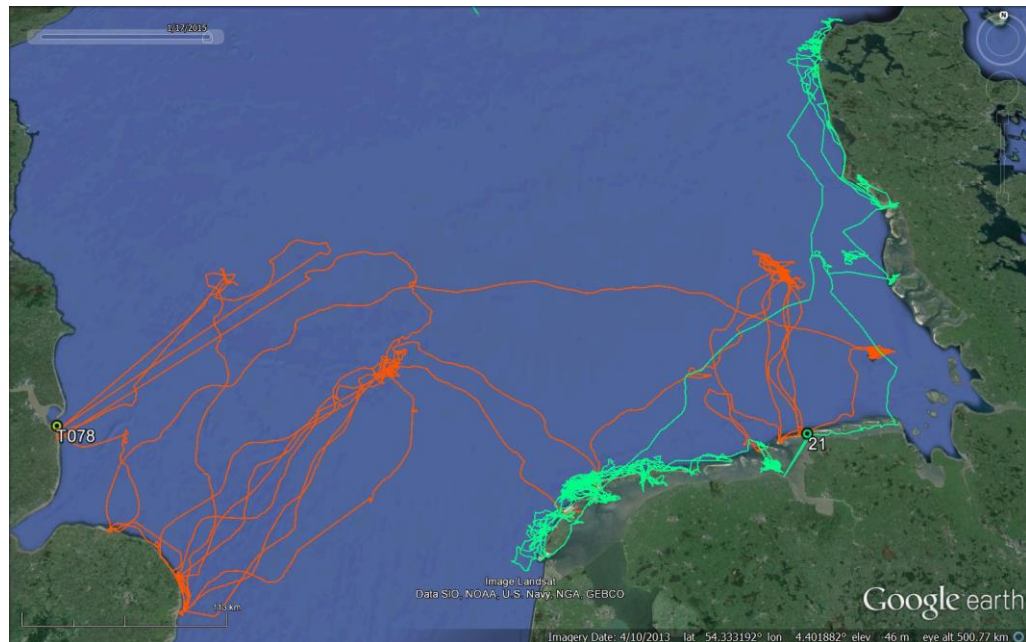
De dieren maken regelmatig gebruik van droogvallende platen. Meestal verblijven ze echter in de kustzee waar ze foerageren op vis. Op grond van analyse van uitwerpselen is gevonden dat grijze zeehonden in de kustzone met name verschillende demersale vissoorten eten, met name tong in de lente en bot in 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 een grijze zeehond (rood) en een gewone zeehond (groen). Elk dier doet iets anders; soms zwemmen de dieren grote afstanden, anderen blijven dichterbij de plek waar ze hun zender hebben gekregen (www.wageningenur.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 waar in het kader van deze PB rekening mee gehouden wordt.

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 & Saefthinghe	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

Het aanleggen van een windenergiepark op zee kan op verschillende wijze invloed hebben op de lokale benthosgemeenschap. Effecten kunnen ingedeeld worden in de volgende categorieën:

- Effecten van geluid en/of trillingen tijdens de aanleg, de exploitatie en/of ontmanteling.
- Effecten van bodemberoering tijdens de aanleg, exploitatie en/of ontmanteling.
- Effect van de aanwezigheid van harde structuren.
- Effect van verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten in windparken.

Effecten van aanleg

Effecten van geluid en/of trillingen

Tijdens de constructiefase zullen heiwerkzaamheden plaatsvinden die gepaard gaan met het produceren van krachtige onderwatergeluidspulsen. Deze geluidspulsen kunnen mogelijk negatieve gevolgen hebben voor het benthos. Er is slechts in beperkte mate onderzoek uitgevoerd naar de effecten van geluidspulsen op bodemdieren, waardoor de effecten lastig te bepalen zijn.

Voor de bepaling van effecten van onderwatergeluid kan worden gekeken naar de staat van de bodemdieren voor en na de aanleg van een windpark. Uit de benthos monitoring van het OWEZ windpark 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). Het is daarmee niet aannemelijk dat de onderwatergeluidspulsen ten gevolge van heiwerkzaamheden in het plangebied een negatief effect zal hebben de aanwezige benthospopulatie of recruitment processen van benthos.

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 robuust 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.

Effecten van exploitatie

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 het OWEZ windpark geen grote veranderingen zijn waargenomen in de benthos gemeenschap voor en na de aanleg van het windpark (Bergman *et al.*, 2012), 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 windturbine 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 zal zich na verloop van tijd waarschijnlijk ook een rijke soortengemeenschap ontwikkelen.

Een dergelijke ontwikkeling is ook waargenomen op de monopiles van het OWEZ windpark (Bouma & Lengkeek, 2009; 2012). Hierbij 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.

De bodemdiergemeenschappen die zich op deze harde structuren vestigen bestaan uit andere soorten dan de bodemdiergemeenschappen van de omringende zachte zandbodems, waardoor de biodiversiteit van bodemdieren in het plangebied toe zal nemen.

De monopiles herbergen hierbij waarschijnlijk ook exoten. Dit zal echter de vestiging van exoten niet anders faciliteren dan de huidige scheepswrakken die talrijk aanwezig zijn in de Noordzee.

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 hetgeen op de lange termijn mogelijk een positief effect heeft op benthos. 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. 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).

Effecten van verwijdering

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 ontwikkelt heeft in het windpark tijdens de operationele fase.

7.4.2 Vissen

Het aanleggen van een windenergiepark 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.

Effecten van aanleg

Effecten van geluid en/of trillingen

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).

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 e.a., 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 alosa*), haring (*Clupea harengus*) en sprat (*Sprattus sprattus*), maar ook soorten als zeebaars (*Dicentrarchus labrax*) en zalm (*Salmo salar*). Ook de grondels (*Gobidae*), waarvan de meeste soorten een demersale levenswijze hebben, behoren tot deze groep. Soorten die over een gesloten zwemblaas beschikken, zoals kabeljauw (*Gadus morhua*) en wijting (*Merlangius merlangius*) kunnen beter horen, maar de keerzijde is dat ze, doordat de zwemblaas met lucht is gevuld die niet makkelijk weg kan, ook gevoeliger zijn voor eventuele schadelijke gevolgen van onderwatergeluid. Voor een overzicht van vissoorten en hun zwemblazen wordt verwezen naar Appendix C in Ainslie (2010).

Net als bij andere horende organismen is de gevoeligheid van het gehoor van in het water levende dieren niet over het gehele audiefrequentiebereik 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 het laatste decennia 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 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). Dit was zelfs het geval bij blootstelling aan cumulatieve geluidsniveaus van 206 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 SELCUM = 222 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 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, dus ook niet voor het Natura 2000-gebied Waddenzee. 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 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.

Halvorsen *et al.* (2012) toonden in een experiment met sub-adulte vissen aan dat vooral soorten met een zwemblaas verwondingen overhouden na blootstelling aan geluidspulsen door heiwerkzaamheden 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 Popper et al. (2014) 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. Hierbij is onderscheid gemaakt in soorten met een open of gesloten zwemblaas en soorten zonder zwemblaas, omdat de verschillen hierin bepalend zijn voor de mate waarin een effect optreedt (zie hiervoor voor uitleg). Deze drempelwaarden zijn in onderstaande tabel 7.8 opgenomen. Uit het overzicht in de tabel blijkt dat bij geluidsniveaus lager dan SELCUM 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 23 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 – 3 kilometer. De werkelijke afstanden en daarmee het oppervlak waarbinnen een effect kan optreden zullen op de meeste paalposities kleiner zijn.

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}).

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).

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.

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 zoöplanktivore vissen blootgesteld aan een lager predatierisco terwijl tegelijkertijd de foerageerkansen van zoöplanktivore 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 gewent 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, harnasmannetje, puitaal en botervis zijn sterk aan een locatie gebonden. Deze vissoorten vertonen geen uitgesproken vluchtgedrag. Bodemberoerende activiteiten waarbij de bestaande bodem sterk wordt beïnvloedt, bijv. het plaatsen van een monopile van een windturbine of het aanbrengen van bestortingen, kan de schuilplaats inclusief levende exemplaren van deze bodemgebonden vissoorten vernietigen. Het bodemoppervlak dat op deze wijze rechtstreeks beïnvloedt 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.

Effecten van exploitatie

Effecten van geluid en/of trillingen

Uit onderwatergeluidsmetingen van het in bedrijf zijnde Prinses Amalia Windpark (Jansen & de Jong, 2014), blijkt dat operationele geluidsniveaus gemeten worden van SPL = 107 tot 110 dB re 1 μ Pa² op 100 m afstand en SPL = 105 tot 107 dB re 1 μ Pa² op 3800 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 vismonitoringen in het offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ). 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 horismakreel. 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. Voor tong, schar, schol en wijting werden bij de windturbines minder hoge aantallen aangetroffen dan elders in het gebied. Hoewel niet eenduidig is vast te stellen of geluid – of andere factoren hieraan onderhevig zijn, zijn verstoring ten gevolge van geluidseffecten van de windturbines voor deze soorten niet uit te sluiten.

Effect van straling

De parkbekabeling veroorzaakt (elektrische en magnetische) velden. Vissen kunnen elektrische en magnetische veld 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, behoren tot de bodemvissen. Voor deze soorten 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). Haaien zijn daarnaast zeer gevoelig voor magnetische velden en kunnen de kabels tot op een afstand van enkele tientallen meters waarnemen.

Als bodemvissen een verandering van het magnetisch veld vermijden, dan zouden de kabels een mogelijke barrière kunnen vormen. Het is theoretisch mogelijk dat de oriëntatie en migratie van deze soorten door de beperkte verandering in het magnetische veld worden beïnvloed. Ook roggen kunnen (tijdelijk) loskomen van de zeebodem en zo de eventuele magnetische effecten ontwijken. Aangenomen kan worden dat de beïnvloeding lokaal is en zich tot niet meer dan enkele meters uitstrekt. In relatie tot het totale beschikbare leefgebied van bodemdieren op het NCP is het mogelijke effectgebied verwaarloosbaar.

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 (zuid).

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 het OWEZ 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).

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 *et al.*, 2009) als een Belgisch windpark (Reubens *et al.*, 2011). 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 vissen die in het park verblijven, met name 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 windpark. Na oplevering van het OWEZ windpark in 2006 zijn alle vormen van visserij uitgesloten. De vismonitoring uit 2011 liet echter geen verschil in totale visbestanden zien tussen transecten binnen het windpark en daarbuiten gelegen controles (van Hal *et al.* 2012). Er was is de periode 2006 – 2011 dus geen aantoonbaar positief effect van het verbod op visserij op de ontwikkeling van de visbestanden in het windpark.

Voor kabeljauw lijkt het OWEZ park wel een positief effect te hebben. In de vismonitoring van het OWEZ bleek dat een groot deel van gezenderde juveniele kabeljauwen zich gedurende lange tijd in het windpark ophield waarmee sprake was een kraamkamerfunctie van het park (Winter *et al.* 2010, van Hal *et al.* 2012). Een vergelijkbare kraamkamerfunctie is ook aangetoond voor kabeljauw in een Belgisch windpark op zee (Reubens *et al.*, 2011). Voor gezenderde tong kon deze kraamkamerfunctie van het OWEZ park echter niet worden aangetoond (Winter *et al.* 2010, van Hal *et al.* 2012).

Het uitsluiten van bodemberoerende visserij zal waarschijnlijk vooral bodemlevende vissen beïnvloeden. Omdat de vismonitoring van het OWEZ echter weinig effecten aan toont van het verbod van visserij (inclusief bodemberoerende visserij) op bodemvissen in het OWEZ (in het bijzonder platvissen), 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.

Effecten van verwijdering

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 deze 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 AQUARIUS²⁵ 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.

²⁵ 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 2.2 van bijlage 5.

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 van seismisch onderzoek

Het seismisch onderzoek voorafgaand aan de subsidietender door met een schip via vaste transecten door het gebied te varen is in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) is inmiddels uitgevoerd. Waarschijnlijk zal kort voor de bouw nog meer specifiek seismisch onderzoek worden gedaan op de plekken waar de fundaties en kabels komen. Er zijn derhalve beperkt aanvullende seismische onderzoeken te verwachten voorafgaand aan de bouw van het windpark.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de tijdens het geofysisch onderzoek mogelijk in te zetten akoestische meetapparatuur en een inschatting van de mogelijke effecten op vissen en zeezoogdieren.

Tabel 7.10 Bij het geofysisch onderzoek in te zetten meetapparatuur en mogelijke effecten daarvan op zeezoogdieren en vissen (bronniveaus en frequentiebereik: Periplus, 2008; inschatting effecten: Verboom & Ainslie, pers. meded.).

akoestisch meetsysteem	Geluidskenmerken		mogelijk effect	
	bronniveau (dB re 1 $\mu Pa^2 m^2$)	frequentiebereik (kHz)	zeezoogdieren	vissen
Side scan sonar	150-235	100 - 500	freq. > ca. 200 kHz: geen bekend effect lagere frequenties: korte afstand: schade grotere afstand: verstoring	geen bekend effect
Single beam echosounder	max. 200	33-210	freq. > ca. 200 kHz: geen bekend effect lagere frequenties: korte afstand: schade grotere afstand: verstoring	geen bekend effect
Multibeam echosounder	max. 235	10-300	frequentie > ca. 200 kHz: geen bekend effect lagere frequenties: korte afstand: schade grotere afstand: verstoring	geen bekend effect
Pinger	130 - 160	3,5 - 14	mogelijk verstoring	geen effect
Sub-bottom profiler ("boomer")	200	1 - 7	korte afstand: schade grotere afstand: verstoring	beperkt effect

Naast genoemde akoestische meetsystemen worden een Cone Penetration Tester en een Magnetometer ingezet voor bodemonderzoek. De geluidemissies daarvan zijn echter zeer beperkt. Het enige apparaat waarvan de gebruikte bronniveaus in combinatie met het frequentiebereik zeker van dien aard zijn dat ze tot effecten bij zeezoogdieren en mogelijk ook bij enkele gehoorspecialistische vissoorten kunnen leiden is de sub-bottom profiler. De gebruikte frequenties zijn namelijk relatief laag bij een vrij hoge geluidsdruk. De kans dat individuele vissen of zeezoogdieren hierdoor worden getroffen is echter heel klein, omdat de geluidsgolven sterk geconcentreerd zijn en alleen pal onder het schip worden uitgezonden (en opgevangen). Bij een drietal meetapparaten hangt het van de ingestelde frequentie af of een effect kan optreden (side scan sonar, single beam en multibeam echosounder). Als de gebruikte frequentie hoger dan 200 kHz is, zijn geen effecten te verwachten. Dergelijke hoge frequenties worden door zeezoogdieren en vissen namelijk niet gehoord. Ook als lagere frequenties worden gebruikt, zullen de effecten echter beperkt zijn, omdat de naar beneden gerichte geluidsgolven zich beperken tot het vlak dat evenwijdig aan de as van het schip ligt. De zogenaamde pingers kunnen vanwege de relatief lage frequenties mogelijk wel tot enige verstoring leiden, maar de effecten zullen niet zo ver reiken omdat de geluidsdruk niet zo hoog is als bij de eerder genoemde apparaten.

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 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 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):

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

De populatiereductie is uitgedrukt in het aantal individuen, Ppdd is het aantal bruinvisverstoringdagen en vulpop is het aantal individuen in de *vulnerable subpopulation*.

Het totale aantal bruinvisverstoringdagen is berekend door het aantal mogelijk verstoorde dieren per dag te vermenigvuldigen met het aantal verstoringdagen. In principe wordt er in het PCoD model van uitgegaan dat elke (impuls)dag waarop wordt geheid (ongeacht de heiduur) als één verstoringdag 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 verstoringsooppervlak te vermenigvuldigen met een schatting van de dichtheid van de onverstoorde populatie rond het berekende verstoringsooppervlak. 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 SER-akkoord met niet meer dan 5% afneemt. Dit betekent dat de berekende populatieafname per windpark 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 SER-akkoord (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- verstoorde bruinvissen het grootst is (zie tabel 7.11 en tabel 7.12). Afhankelijk van de locatie waar wordt geheid, kunnen in het voorjaar respectievelijk 1.588 – 1.830 (alternatief 1) en 2.710 – 3.174 (alternatief 2) bruinvissen worden verstoord. In het najaar is de gemiddelde dichtheid van bruinvissen het laagst. Dan kunnen respectievelijk 538 – 620 (alternatief 1) of 919 - 1.076 (alternatief 2) bruinvissen worden verstoord.

PTS

Voor het bepalen van de mogelijke cumulatieve effecten van het heien van een gehele fundering op het gehoor van bruinvissen is voor alle kavels één *worst case* situatie doorgerekend. Het betreft de situatie dat een fundering op de maximale voorkomende waterdiepte van 23 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 2,7 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 bruinvispopulatie voor alternatief 1 en 2 opgenomen. Het betreft schattingen van de mogelijke gevolgen van heien voor de aanleg van kavel IV. In deze tabellen zijn weergegeven de effecten van heien op een paalpositie met de in het kavel aanwezige minimale waterdiepte, meest noordelijk gelegen en dichtbij de kust (positie 7 op ca 18 meter diepte), een paalpositie dichtbij de kust en meer

zuidelijk gelegen (positie 8, op circa 20 meter diepte) en een paalpositie het meest ver van de kust verwijderd (positie 9, op circa 21 meter diepte).

Tabel 7.11 Gevolgen van heien voor de aanleg van alternatief 1 (63 funderingen met 1.000kJ hei-energie). Rode arcering: overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname van 255 dieren per park; groen: geen overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname.

Alternatief 1 (63 turbines)	Jan – mei			Jun – aug			Sep - dec		
	pos 7	pos 8	pos 9	pos 7	pos 8	pos 9	pos 7	pos 8	pos 9
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km ²)	1.052	1.177	1.477	1.052	1.177	1.477	1.052	1.177	1.477
Bruinvissen binnen contour (n)	1.235	1.382	1.734	509	570	715	419	468	588
Dierversoringsdagen x 10 ³	78	87	109	32	36	45	26	30	37
Populatiereductie NCP	858	960	1.205	354	396	497	291	326	408

Tabel 7.12 Gevolgen van heien voor de aanleg van alternatief 2 (38 funderingen met 3.000kJ hei-energie). Rode arcering: overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname van 255 dieren per park; groen: geen overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname.

Alternatief 2 (38 turbines)	Jan – mei			Jun – aug			Sep - dec		
	pos 7	pos 8	pos 9	pos 7	pos 8	pos 9	pos 7	pos 8	pos 9
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km ²)	1.812	2.011	2.577	1.812	2.011	2.577	1.812	2.011	2.577
Bruinvissen binnen contour (n)	2.127	2.361	3.025	877	973	1.247	721	800	1.026
Dierversoringsdagen x 10 ³	81	90	115	33	37	47	27	30	39
Populatiereductie NCP	892	990	1.268	368	408	523	302	335	430

De berekende reductie van de bruinvispopulatie op het NCP is het grootst als voor alternatief 2 in het voorjaar op paalpositie 9 wordt geheid; de reductie bedraagt dan 1.268 dieren. Voor alternatief 1 is dit 1.205 dieren. Dit komt overeen met een afname van de populatie op het NCP met 2,4% (alternatief 1) en 2,5% (alternatief 2). voor de totale Noordzeepopulatie is dit voor alternatief 1 0.5% en voor alternatief 2 is dit 0.6%. De effecten op de bruinvispopulatie zijn voor alternatief 2 ongeveer 4% groter dan voor alternatief 1. Hieruit is af te leiden dat een drievoudige toename van de hei-energie (effect op oppervlakte verstoord gebied) minder sterk doorwerkt dan een 1,7-voudige toename van het aantal funderingen, en daarmee van het aantal bruinverstoringsdagen.

In het gedeelte van de Noordzee waar het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid ligt, zijn de verschillen in de waterdiepte relatief gering. Omdat kavel IV relatief dichtbij de kust ligt, is hier het effect van de afstand tot de kust vooral bepalend voor de omvang van het uiteindelijke effect: op paalpositie 9 is het effect ruim 40% groter dan op paalpositie 7. Daarnaast is het seizoen waarin wordt geheid van belang: in het najaar is de populatiereductie het kleinst (maximaal 408 dieren voor alternatief 1 en 430 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 255 dieren per park in alle gevallen wordt overschreden.

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 plangebied van het windenergiegebied Hollandse Kust voorkomende diepte van 23 m wordt geheid en dat deze diepte contant is in het gehele gebied waarbinnen PTS kan optreden.

Zeehonden reageren naar verwachting minder gevoelig op onderwatergeluid dan bruinvissen, wat zich vertaalt in kleinere effectafstanden (Heinis et al, 2015). Zij houden zich bovendien vooral dichtbij hun ligplaatsen in de Waddenzee en het Deltagebied op. Uit de berekeningen blijkt dat het gebied waarbinnen bij zeehonden de gehoordrempel permanent wordt verhoogd (PTS) door het heien voor de aanleg van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), 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 (berekend is maximaal 0,02 zeehond).

Populatie

Geconcludeerd kan worden dat kavel IV relatief ver van de belangrijkste ligplaatsen van de zeehonden ligt, waardoor het aantal in het plangebied foeragerende zeehonden niet zo groot is. Afgezet tegen de totale Nederlandse populatie is het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden daarom beperkt. Daarnaast is de omvang van het beïnvloede gebied gering ten opzichte van het totale leefgebied, waardoor er geen sprake zal zijn van 'verdichtingseffecten'. 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. Ook is het effect tijdelijk (1 dag per fundering, waarin ca. 2 uur per dag wordt geheid).

Uit de berekeningen van HWE, gebaseerd op calculaties van TNO, blijkt dat bij de constructie van kavel IV 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 geluidsbepalende maatregelen wordt geheid. De resultaten van de berekening van de effecten van niet-gemitigeerd heigeluid op zeehonden bij de constructie van kavel IV van het Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) voor twee alternatieve opstellingen zijn opgenomen in Tabellen 7.13 en 7.14. Deze tabellen bevatten een schatting van de gevolgen van heien voor de aanleg van alternatief 1 en 2 op het gedrag van gewone

zeehonden in verschillende seizoenen. In de tabel is de data weergegeven voor de twee onderzochte windcondities gemiddelde aantal zeehonden die zich bij aanvang van de heideactiviteiten binnen de contour kunnen bevinden waar de grenswaarde voor mijding wordt overschreden. De aantallen zijn afgezet tegen de totale Nederlandse populatie van 12.416 dieren (Aarts e.a. 2016).

Maximaal gaat het om 20 zeehonden die het beïnvloedingsgebied tijdens het heien van een fundering zullen mijden (alternatief 1) of om 41 zeehonden (alternatief 2). Ten opzichte van de totale Nederlandse populatie van gewone zeehonden gaat het respectievelijk om 0,2% (alternatief 1) of om 0,3% (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 door de constructie van alternatief 2 15% – 24% groter is.

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 drie 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 IV voor gewone zeehonden (alternatief 1, 63 funderingen, 1.000 kJ).

Alternatief 1 (63 turbines)	Jan – apr			Mei – jul			Sep – dec		
	pos 7	pos 8	pos 9	pos 7	pos 8	pos 9	pos 7	pos 8	pos 9
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km ²)	529	591	698	529	591	698	529	591	698
Zeehonden binnen contour (n)	17	17	20	6	7	8	9	10	12
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,14	0,14	0,16	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
Dierverstoringsdagen	1.061	1.101	1.267	402	428	495	539	648	740
Totaal aantal zeehonden verstoord	18 – 1.143			7 – 441			10 - 642		
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,2 – 9			< 0,1 – 4			< 0,1 – 5		

Tabel 7.14 Resultaten berekening gevolgen van heien t.b.v. de aanleg kavel IV voor gewone zeehonden (alternatief 2, 38 funderingen, 3.000 kJ).

Alternatief 2 (38 turbines)	Jan – apr			Mei – jul			Sep – dec		
	pos 7	pos 8	pos 9	pos 7	pos 8	pos 9	pos 7	pos 8	pos 9
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km ²)	1.005	1.116	1.371	1.005	1.116	1.371	1.005	1.116	1.371
Zeehonden binnen contour (n)	32	33	41	12	13	16	17	20	25
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,26	0,27	0,33	0,10	0,10	0,13	0,13	0,16	0,20
Dierversoringsdagen	1.227	1.263	1.568	466	494	618	633	765	948
Totaal aantal zeehonden verstoord	36 – 1.353			14 – 526			21 – 782		
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,3 – 11			0,1 – 4			0,2 – 6		

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 7 (alternatief 1) of 14 (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 de 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)²⁶. 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 gemedend (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).

²⁶ 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.

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 (zuid).

Effecten van verwijdering

Over de eventuele effecten tijdens de ontmantelingsfase zijn nog geen gegevens vanuit de praktijk voorhanden. Algemeen wordt aangenomen dat deze fase leidt tot dezelfde typen tijdelijke verstoring als tijdens de aanlegfase (scheepvaartverkeer en bodemberoering), met uitzondering van de effecten van heien. Verwijdering vindt mogelijk plaats door de monopalen op een diepte van circa 6 meter onder de zeebodem door te zagen en het gedemonteerde deel af te voeren. Het onderwatergeluid dat daarbij ontstaat zal naar verwachting niet de hoge niveaus van het heien van de palen bereiken. Onbekend is welke niveaus wel aan de orde zullen zijn.

Naar verwachting komt tijdelijk een slibpluim en opgewerveld zand vrij dat een tijdelijk negatief effect kan hebben op de foerageermogelijkheden voor zeezoogdieren in de directe omgeving van de werkzaamheden. Afgezet tegen de omvang van het totale leefgebied van zeezoogdieren en gezien het tijdelijke karakter is dit een verwaarloosbaar klein effect.

7.5 Effectbeoordeling

7.5.1 Bodemdieren

Op basis van de bestaande kennis wordt verondersteld dat effecten van (de aanleg van) windparken op zee op benthospopulaties niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. In dit hoofdstuk wordt een schatting gemaakt van de effecten van de windparkontwikkeling in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). 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 IV van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op bodemdieren.

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	63 * 6 MW	38 *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 windturbinezuil en beschermende bestorting. De bodemfauna die op deze locaties aanwezig is zal hierbij vernietigd worden. Het areaal aan bodem dat beïnvloedt zal worden is echter verwaarloosbaar ten opzichte van het totale bodemareaal in dit deel van de Noordzee. Daarnaast zijn de betreffende soorten relatief algemeen en hebben een hoge populatiegroei. Het vervangende harde substraat zal waarschijnlijk snel gekoloniseerd worden door een nieuwe bodemgemeenschap die gedeeltelijk uit dezelfde soorten bestaat die nu in het plangebied aanwezig zijn maar ook uit nieuwe soorten die typerend zijn voor hard substraat. De totale soortdiversiteit van het benthos zal hier waarschijnlijk door toenemen. De effecten van habitatverlies worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Negatieve effecten ten 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 effecten van vertroebeling worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-) en zijn voor beide alternatieven gelijk.

De benthosmonitoringen in het Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) 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 (Lindeboom *et al.*, 2011, Bergman *et al.*, 2012).

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 (zuid). 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 (zuid) 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 IV van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op vissen.

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	63 * 6 MW	38 * 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 veel kleiner is.

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 in de Noordzee (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 habitattype voor vissen met een bodemgebonden levenswijze en zal de populatie zich herstellen tot het oorspronkelijke niveau of zelfs toenemen ten opzichte van het oorspronkelijke niveau.

De demersale en pelagische vismonitoringen in het Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) en 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).

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 en het aantal 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 positief effect hebben op de vispopulatie in het gebied. De onderwaterstructuren van de windturbines en de bestorting hebben waarschijnlijk ook een positief effect op vissen (als schuil- en foerageerhabitat).

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 habitattype hebben ontwikkelt voor vissen. Soorten die het habitattype 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 negatief beoordeeld (effectbeoordeling: --) indien vergeleken wordt met de tijdens de exploitatiefase ontstane situatie. Refererend aan de nulsituatie worden de effecten als neutraal beoordeeld (0).

7.5.3 Zeezoogdieren

Effecten van aanleg

Tijdens de aanleg treden effecten op vanwege het onderwatergeluid dat ontstaat door heideactiviteiten voor zowel bruinvissen als zeehonden. Tijdens het heide kunnen meerdere dieren verstoord worden, door zich binnen de geluidscintour 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 negatief beoordeeld (-), aangezien de bandbreedte van het percentage beïnvloede zeehonden van de Nederlandse populatie van 0,1% tot 11% (alternatief 2) dan wel van 0,1% tot 9% (alternatief 1) reikt. Voor wat betreft het aantal dierverstoringsdagen scoren zowel alternatief 1 als alternatief 2 negatief (-). Het aantal aangetaste dieren en de doorwerking hiervan op de populatie van de Noordzee zijn voor beide alternatieven beperkt en worden daarom als licht negatief (-/0) beoordeeld.

Uitgaande van de worst-case benadering, wordt de beoordeling van de effecten voor de aanleg van het windpark, daar waar deze verschillend is tussen zeehonden en bruinvissen, de meest negatieve score voor de criteria van 'zeezoogdieren' gehanteerd.

Effecten van exploitatie

Voor zowel alternatief 1 als 2 zijn de effecten van onderwatergeluid van de draaiende windturbines gering en betekenen geen wezenlijk verlies aan foerageergebied (score neutraal (0)).

Gelet op het incidentele karakter van de inzet van schepen voor onderhoud aan het windpark, in vergelijking met de vele andere schepen die zich in dit drukbevaren deel van de Noordzee bevinden, worden de effecten (voor beide alternatieven) van het onderwatergeluid als gevolg van de aanwezigheid van werkschepen in het windpark op zeezoogdieren als verwaarloosbaar ingeschat en scoort neutraal (0).

Effecten van verwijdering

Voor wat betreft verwijdering wordt een beperkt negatief effect verwacht (score 0/-) vanwege het optreden van onderwatergeluid tijdens verwijdering van de fundaties van de windturbines.

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/-
	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	--	--
Fysieke aantasting	Populatie-effecten (Noordzee)	--	--
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/-

7.6 Cumulatieve effecten

7.6.1 Bodemdieren en vissen

Algemeen

De effecten op benthos en vissen zijn over algemeen zodanig klein dat er weinig verschil is in overall effecten van de verschillende alternatieven en/of windparken. Het totale areaal aan bodemoppervlak dat beïnvloed wordt is verwaarloosbaar ten opzichte van het totale beschikbare bodemareaal in het betreffende deel van de Noordzee. Daarnaast komen in dit deel van de Noordzee geen soorten benthos of vissen voor met een zeer beperkte verspreiding of kleine populatieomvang waardoor verlies aan individuen of leefgebied een significante invloed op de totale populatie kan hebben.

De komst van windturbines zal waarschijnlijk in een positief effect op de biodiversiteit van de benthos- en visgemeenschap resulteren omdat nieuwe (hard substraat) habitattypes worden aangebracht.

Een belangrijke opmerking bij deze conclusie is het feit dat er weinig praktijkstudies zijn die mogelijke effecten gekwantificeerd hebben. Uitgaande van de vis- en benthosmonitoringen van het offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ) en referentiegebieden lijkt de aanleg van een windpark over langere termijn verwaarloosbaar op de benthos- en visgemeenschap (Bergman *et al.*, 2012; Hal *et al.*, 2012). Cumulatieve effecten ten gevolge van meerdere windparken en/of een hoger aantal turbines zullen hierin niet wezenlijk van verschillen.

Indien er onverhoopt andere soorten worden aangetroffen in een plangebied dan die in de huidige studie zijn beschouwd, bijv. soorten met een meer kritische verspreiding, ecologie of leefwijze, kunnen (cumulatieve) effecten wel een rol gaan spelen.

Faciliteren vestiging exoten

Een uitzondering vormen de mogelijke effecten van de komst van windturbines op zee op de vestiging van exoten. Naarmate er meer (of grotere) windparken op zee komen, zal dit resulteren in een groter areaal aan beschikbaar hard substraat oppervlak ten gevolge van turbinezuilen, beschermende bestortingen en verhoging van het aantal scheepvaartbewegingen. Dit kan de kolonisatie faciliteren/versnellen van dit deel van de Noordzee door exotische marine fauna die geassocieerd is met harde substraten. De windparken kunnen hierbij fungeren als 'stepping stone' terwijl het toegenomen aantal scheepvaartbewegingen kan fungeren als transport vector. Meer windparken en/of een hoger aantal turbines per windpark vergroot de kans op vestiging van nieuwe exoten geassocieerd met hard substraat. De vestiging van nieuwe exotische soorten kan mogelijk leiden tot economische en ecologische schade (bijv. Japanse oester). In hoeverre dit daadwerkelijk optreedt in windparken is tot op heden nooit onderzocht.

7.6.2 Zeezoogdieren

Afbakening

In het onderzoek naar de cumulatieve effecten op zeezoogdieren is uitsluitend gekeken naar de effecten van (de constructie van) windparken op zee. Dit betekent dat mogelijke effecten van andere continu geluid (w.o. scheepsgeluid van operationele windparken) en de effecten van

andere bronnen van impulsief geluid (sonar, explosies en seismische surveys voor olie en gas) buiten beschouwing zijn gebleven.

Cumulatieve effecten in één jaar (kavel III en IV)

Voor het verkrijgen van een indruk van de cumulatieve effecten van de constructie van de in kavel III en IV gelegen delen van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op de zeezoogdieren van het NCP met andere initiatieven zijn de volgende scenario's beschouwd:

- Hollandse Kust (zuid): 2 parken in de periode januari – mei, geen overlap in verstoringscontouren (dat betekent 1 paal per 24 uur, dus om en om).
- Hollandse Kust (zuid): 1 park in de periode januari – mei, 1 in de periode september – december (verschillende volgorde)
- Hollandse Kust (zuid): 2 parken in de periode september-december.

Voor de cumulatie met andere initiatieven is er van uit gegaan dat in hetzelfde jaar dat deze parken worden gebouwd ook één windpark op het Belgisch Continentaal Plat (BCP) zal worden aangelegd en dat de heiwerkzaamheden hiervoor in het voorjaar zullen plaatsvinden (worst-case). Er is daarbij gekozen voor het Windpark Mermaid²⁷.

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 (waardoor het totale aantal dierverstoringsdagen afneemt). Feitelijk is dit een onrealistische situatie, gelijktijdige aanleg van kavel III en IV volgens alternatief 2 samen met Mermaid in 1 seizoen past bijvoorbeeld niet (betreft een totaal van 5,5 maanden, er van uitgaande dat er nooit op dezelfde dag wordt geheid). Als de twee Hollandse Kust (zuid) windparken in hetzelfde seizoen precies gelijktijdig zouden worden aangelegd en op één dag dus 2 funderingen zouden worden geheid, ontstaat volledige overlap van het verstoorte oppervlak, aangezien elke contour een dag 'blijft staan'. In dat geval neemt het totale aantal diersverstoringsdagen substantieel af.

Effecten op bruinvis

De resultaten van de berekening van de effecten van heigeluid op bruinvis door het in één jaar aanleggen van 2 kavels van het windpark Hollandse Kust (zuid) in twee alternatieve opstellingen en het windpark Mermaid in België (basisscenario) zijn opgenomen in tabel 7.18 en tabel 7.19. Uit de resultaten blijkt dat het niet mogelijk is in één jaar drie windparken op of grenzend aan het NCP aan te leggen zonder dat de norm van de jaarlijks maximaal toelaatbare populatiereductie van 510 dieren wordt overschreden.

²⁷ Er is voor dit park gekozen omdat de effecten van de constructie daarvan op de bruinvispopulatie naar verwachting het grootst zullen zijn. Dit heeft met de gemiddelde waterdiepte op de planlocatie te maken die van alle geplande parken op het BCP het grootst is. Het betreft dus een worst case.

Tabel 7.18 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvissen op het NCP door aanleg van 2 Hollandse Kust (zuid) windparken (alternatief 1) en het Belgische Mermaid (basisalternatief) in één jaar.

	jan- mei	sep – dec	impulsdagen	Dierversorings- dagen	Populatiereductie (5 ^e percentiel)	
					aantal dieren	% NCP
Hollandse Kust (zuid)	III, IV		126	224.549	2.477	4,9
	III	IV	126	152.341	1.680	3,3
	IV	III	126	148.332	1.636	3,2
		III, IV	126	76.125	840	1,6
Mermaid	x		38	54.219	598	1,2
Totaal NCP			minimaal	130.344	1.438	2,8
			maximaal	278.768	3.075	6,1

Tabel 7.19 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvissen op het NCP door aanleg van 2 Hollandse Kust (zuid) windparken (alternatief 2) en het Belgische Mermaid (basisalternatief) in één jaar.

	jan- mei	sep – dec	impulsdagen	Dierversorings- dagen	Populatiereductie (5 ^e percentiel)	
					aantal dieren	% NCP
Hollandse Kust (zuid)	III, IV		76	235.596	2.598	5,1
	III	IV	76	159.605	1.760	3,5
	IV	III	76	155.860	1.719	3,4
		III, IV	76	79.870	881	1,7
Mermaid	x		38	54.219	598	1,2
Totaal NCP			minimaal	134.089	1.479	2,9
			maximaal	289.815	3.196	6,3

Effecten op zeehonden

Voor zeehonden zijn geen gegevens van verstoringscontouren voor het Belgische windpark Mermaid beschikbaar. Er is daarom uitgegaan van de resultaten van berekeningen die door TNO voor het aan Mermaid grenzende kavel IV van het windenergiegebied Borssele zijn uitgevoerd. Daarbij zijn de gegevens van de twee onderzochte paalposities gemiddeld en is ook voor de twee onderzochte hei-energieën gemiddeld. Voor de bruinvis-berekeningen is voor Mermaid namelijk uitgegaan van een hei-energie 2.000 kJ. De resultaten van de berekeningen staan in tabel 7.20. Naar analogie van de berekeningen voor de afzonderlijke kavels is ook een bandbreedte gegeven van het aantal mogelijk verstoorde zeehonden nadat alle funderingen van de kavels III en IV (beide alternatieven) en Mermaid zijn geheid (weergegeven als

percentage van de Nederlandse populatie). Voor de ondergrens is van volledige plaatstrouw uitgegaan, wat betekent dat steeds dezelfde zeehonden op de dagen dat wordt geheid worden verstoord. Voor de bovengrens is het gemiddeld aantal verstoorde zeehonden per geheide fundering vermenigvuldigd met het aantal geheide funderingen. Hier is er dus van uitgegaan dat steeds andere zeehonden worden verstoord. Voor het beoordelen van een eventueel effect op de populatie is het aannemelijk dat de eerstgenoemde situatie maatgevend is, aangezien een meerdere malen verstoord dier in zijn normale functioneren meer wordt beïnvloed dan een dier dat eenmalig wordt verstoord. De effecten op grijze zeehonden zijn naar verwachting kleiner, omdat de populatie veel kleiner is (en de totale aantallen op het NCP veel lager).

Tabel 7.20 Cumulatieve effecten van heigeluid op zeehonden op het NCP door aanleg van 2 Hollandse Kust (zuid) windparken en het Belgische Mermaid (basialternatief) in één jaar.

		Impulsdagen	Verstoorde dieren per geheide fundering	Dierversorings dagen	% NCP
Hollandse Kust (zuid) III en IV	alternatief 1	126	19 – 47	1.218 – 2.947	0,2 – 24
	alternatief 2	76	38 – 90	1.432 – 3.409	0,3 – 27
Mermaid		38	< 1	30	0,01 – 0,04
cumulatief minimaal (volledige plaatstrouw, dieren meerdere malen verstoord)					0,2 – 0,7
cumulatief maximaal (steeds andere dieren verstoord)					12 – 28

Uit het overzicht in tabel 7.20 blijkt dat de bijdrage van de aanleg van het Belgische Mermaid aan het totale cumulatieve effect zeer gering is. Dit is het gevolg van de zeer lage dichtheid van zeehonden in het bij de constructie van dit park door onderwatergeluid verstoord gebied.

Cumulatieve effecten na 6 jaar constructie van windparken

Voor de berekening van de cumulatieve effecten van de realisatie van de windparken uit het SER-akkoord op bruinvissen is ervan uitgegaan dat er gedurende 5 opeenvolgende jaren steeds 2 parken per jaar worden gebouwd. Elk van deze parken bestaat uit 58 turbines van 6 MW die met een energie van 2.000 kJ worden geheid.

Onderstaande tabel 7.21 bevat de resultaten van de Interim PCoD berekeningen voor de volgende scenario's:

1. 2 parken per jaar in voorjaar zonder geluidsnorm (= ~ 174 dB op 750 m),
2. 2 parken per jaar in voorjaar met geluidsnorm; 2a: 160 dB, 2b: 165 dB, 2c: 168 dB,
3. 2 parken per jaar, 1 in voorjaar en 1 in najaar zonder geluidsnorm,
4. 2 parken per jaar in het najaar zonder geluidsnorm.

Tabel 7.21 Met Interim PCoD berekende additionele populatiereductie van bruinvissen door heigeluid bij de constructie van windparken op de Noordzee. Oranje: beperkte overschrijding van de maximaal toelaatbare afname bij uitvoer van het SER-akkoord (= 2.550 dieren).

Scenario*	Impulsdagen	Bruinvis verstoringdagen	Additionele populatiereductie (individuen) na 6 jaar			
			Mediaan (50 ^e percentiel)	5 ^e percentiel	10 ^e percentiel	90 ^e percentiel
1	580	2.326.049	7.418	19.344	15.872	924
2a	580	203.668	4	2.645	1.000	-15
2b	580	419.877	54	5.263	3.300	-11
2c	580	633.702	516	7.229	5.854	-10
3	580	1.572.572	5.274	16.303	13.361	4
4	580	802.261	1.422	8.960	7.025	-6

*Voor alle scenario's uitgegaan van een drempelwaarde voor verstoring van $SEL_1 = 136$ dB re $1 \mu Pa^2s$ is uitgegaan (i.p.v. de voor het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) gehanteerde $SEL_1 = 140$ dB re $1 \mu Pa^2s$).

Uit de tabel is af te leiden dat bij volledige uitvoering van het SER-akkoord volgens de onderzochte scenario's significante effecten op de bruinvispopulatie op het NCP niet zijn uit sluiten, zelfs niet als een zeer strenge geluidsnorm wordt toegepast. Hierbij dient te worden aangetekend dat in bovenstaande tabel gepresenteerde resultaten is uitgegaan van een lagere drempelwaarde voor verstoring dan bij de effectbeschrijving van kavel IV.

Cumulatieve effecten op de totale Noordzee

Ook is doorgerekend wat het effect op de totale bruinvispopulatie van de Noordzee (227.298 dieren) zou zijn van een scenario waarin zowel de bouw van windparken in Nederland, Duitsland, Denemarken en het Verenigd Koninkrijk zich gelijktijdig voordoen. Voor Nederland is daarbij uitgegaan van de bouw van twee parken in het voorjaar. De resultaten van deze berekening staan in tabel 7.22. Ter vergelijking is ook het Nederlandse scenario (scenario 11 in de tabel) opgenomen waarin twee windparken tijdens het voorjaar worden aangelegd, zonder overlap van de verstoringcontouren.

Tabel 7.22 Met Interim PCoD berekende additionele populatiereductie van bruinvissen door heigeluid bij de constructie van windparken op de Noordzee.

Scenario*	Impulsdagen	Bruinvis verstoringdagen	Additionele populatiereductie (individuen) na 6 jaar			
			Mediaan (50 ^e percentiel)	5 ^e percentiel	10 ^e percentiel	90 ^e percentiel
1	580	2.326.049	7.418	19.344	15.872	924
11	3.709	16.439.945	45.633	99.794	88.388	17.377

*Voor alle scenario's uitgegaan van een drempelwaarde voor verstoring van $SEL_1 = 136$ dB re $1 \mu Pa^2s$ is uitgegaan (i.p.v. de voor het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) gehanteerde $SEL_1 = 140$ dB re $1 \mu Pa^2s$).

De resultaten van de berekeningen leiden tot de conclusie dat zonder mitigatie significante effecten op de bruinvispopulatie niet zijn uit te sluiten. Na de aanleg van alle, in het TNO scenario opgenomen parken kan de populatiereductie op Noordzeeniveau 40% bedragen. De bijdrage van de Nederlandse parken aan het totale effect is ongeveer 20%. Dit betreft de situatie waarin geen mitigerende maatregelen worden toegepast.

7.7 Mitigerende maatregelen

7.7.1 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 6 MW-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).

7.7.2 Zeezoogdieren

Er zijn verschillende mogelijkheden om de negatieve effecten van onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op zee op zeezoogdieren te beperken. Uit de analyses is gebleken dat het aantal dierverstoringsdagen maatgevend is voor de omvang van het effect op de populatie. Daarbij is ervan uitgegaan dat permanente effecten op het gehoor (PTS: *permanent threshold shift*) 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:

1. De oppervlakte door geluid verstoord gebied te beperken,
2. Het aantal impulsdagen (= het aantal funderingen) te beperken en/of
3. De heilwerkzaamheden 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 (zuid) 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.
	Verlengen van de pulse	Model: 4 dB (SEL), 9 dB (peak) (ELMER et al. 2007a)	160 dB norm kan behaald worden met zeer kleine

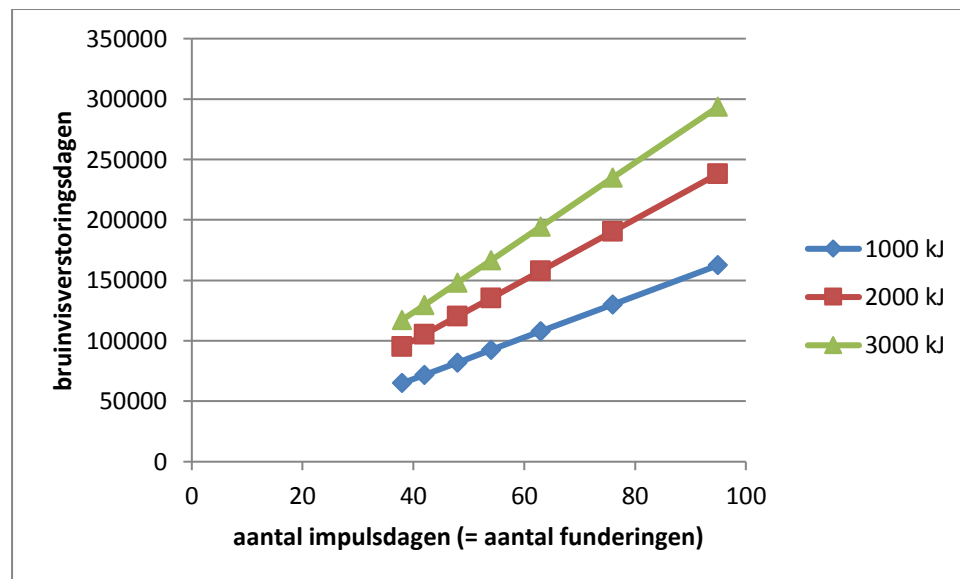
	Mitigerende maatregel	Geluidsreductie	Ontwikkelingsstatus*
		<p>Schall 3: Model of MENCK test pile: 5 dB (SEL), 7 dB (peak). Model of FINO 3 pile: 11 dB (SEL), 13 dB (peak) (NEUBER & UHL 2012)</p> <p>Measurement of coiled steel cable as piling cushion: up to 7 dB (SEL) 4) (ELMER et al. 2007a)</p> <p>Measurement of piling cushions from Micarta: 7- 8 dB , Nylon 4-5 dB 5) (LAUGHLIN 2006)</p>	<p>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 (zuid) is het minder duidelijk, omdat voor het alternatief met de meeste funderingen (63 à 6 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 (38 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 Borssele 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 zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode. Verder zijn de normen zijn zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode²⁸.

²⁸ 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,

Voor het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) 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 (zuid) lager is. De voorgestelde normstelling staat in onderstaande tabel.

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

Hollandse Kust (zuid)	Maximale geluidsbelasting (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m)*		
	Periode		
380 MW per kavel	jan – mei	jun – aug	sep – dec
# turbines			
63 (hier onderzocht)	163	169	171
54	164	170	172
48	165	171	173
42	166	172	174
38 (hier onderzocht)	167	173	175

* 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 aanleg van kavel IV, omdat het om de paalpositie met de in het kavel aanwezige maximale waterdiepte gaat (positie 9 met een diepte van ca. 21 meter). In de tabel is te zien dat met een zekerheid van 95% de reductie van de bruinvispopulatie door de aanleg van kavel IV niet groter zal worden dan 205 dieren (constructie van alternatief 2 in de periode september - december). De maximaal toelaatbare populatiereductie van 255 dieren per park zal door de aanleg van kavel IV voor beide alternatieven in geen enkel geval worden overschreden.

windomstandigheden) die mitigerende maatregelen minder effectief of het geproduceerd geluid hoger 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 IV van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (alternatief 1: 63 funderingen, alternatief 2: 38 funderingen) op de bruinvispopulatie op het NCP in verschillende seizoenen en met toepassen van een (gedifferentieerde) geluidsnorm. Bvvd = bruinvisverstoringdagen.

	alternatief 1 (63 turbines)			alternatief 2 (38 turbines)		
	norm (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m)	bvvd	pop. reductie	norm (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m)	bvvd	pop. reductie
jan – mei	163	15.458	171	167	17.345	191
jun - aug	169	16.069	177	173	17.270	190
sep – dec	171	17.577	194	175	18.542	205

Uit de berekeningen voor een uniforme waterdiepte van 23 meter blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie van 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 2,7 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. Dit zijn afstanden die ruim binnen het bereik van 'Acoustic Deterrent Devices' voor bruinvissen liggen (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 ongemiteerd heien met een hei-energie van 1.000 kJ op de diepste paalpositie van Hollandse Kust (zuid) (23 m) bedraagt de SEL_1 op 750 m 176 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (zie TNO-notitie in bijlage 1). Deze waarde ligt nog boven de soepelste geluidsnorm van $\text{SEL}_1 = 175$ 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 zeker worden voorkomen.

Gevolgen voor Nederlandse zeehondenpopulatie

Uit de resultaten van de berekening van de effecten van de constructie van kavel IV op zeehonden blijkt dat deze, ook zonder toepassen van een geluidsnorm zeer gering zijn. Als een geluidsnorm wel wordt toegepast, omdat significante effecten op de bruinvispopulatie moeten worden voorkomen, zal de oppervlakte van het voor zeehonden verstoord gebied kleiner zijn dan waarvan is uitgegaan. Hierdoor vallen de effecten nog lager uit dan reeds is beschreven. Dit geldt ook voor de kans dat zeehonden PTS oplopen, waarvan de kans al verwaarloosbaar is zonder dat geluidsbepalende maatregelen worden genomen.

Tabel 7.26 Aantal zeehonden binnen verstoringscontour bij aanvang van het heien van een fundering in kavel IV 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	6 – 12	1 – 3	1 – 2	5 – 8
Alternatief 2	12 – 41	3 – 7	2 – 4	9 – 17

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 (zuid) 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*. Daarnaast zijn ook de effecten van elektromagnetische velden op zeezoogdieren onduidelijk.

Effecten van straling

Het recente overzicht van Thomson (2015) gemaakt voor de Europese Commissie, geeft duidelijk aan dat er over het effect en de drempelwaarden van elektromagnetische velden eigenlijk alleen nog maar kennisleemtes bestaan. Onderzoek naar de effecten en drempelwaarden voor reactie wordt geadviseerd.

Kwantificeren van het aantal verstoorde dieren en dierverstoringsdagen

Het aantal verstoorde dieren wordt berekend door het geschatte verstoringsoppervlak (oppervlakte binnen contour waar de drempelwaarde voor verstoring wordt overschreden, in met AQUARIUS gegenereerde geluidskaarten) 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]), 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 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 te kunnen bepalen, zijn er nog veel kanttekeningen bij te zetten. Een deel van de bedenkingen zou kunnen worden weggelaten 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).

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:

- Involed 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.

8 SCHEEPVAARTVEILIGHEID

8.1 Inleiding

Een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) 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 (Van Iperen, 2017). 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 (6 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: 63 x 6 MW windturbines op een jacket fundatie met een afmeting van circa 17 x 17 meter vlak boven zeeniveau.
- Alternatief 2: 38 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 IV 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 IV wordt een nieuwe verkeersdatabase aangemaakt, waarin het veranderde vaarpatroon wordt opgenomen dat ontstaat wanneer het windpark in kavel IV verschijnt. In tegenstelling tot windenergiegebied Borssele, is met het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) rekening gehouden in de verkeersroutering van routegebonden schepen sinds augustus 2013. Dat betekent dat routegebonden verkeer al (grotendeels) buiten kavel IV omvaart.

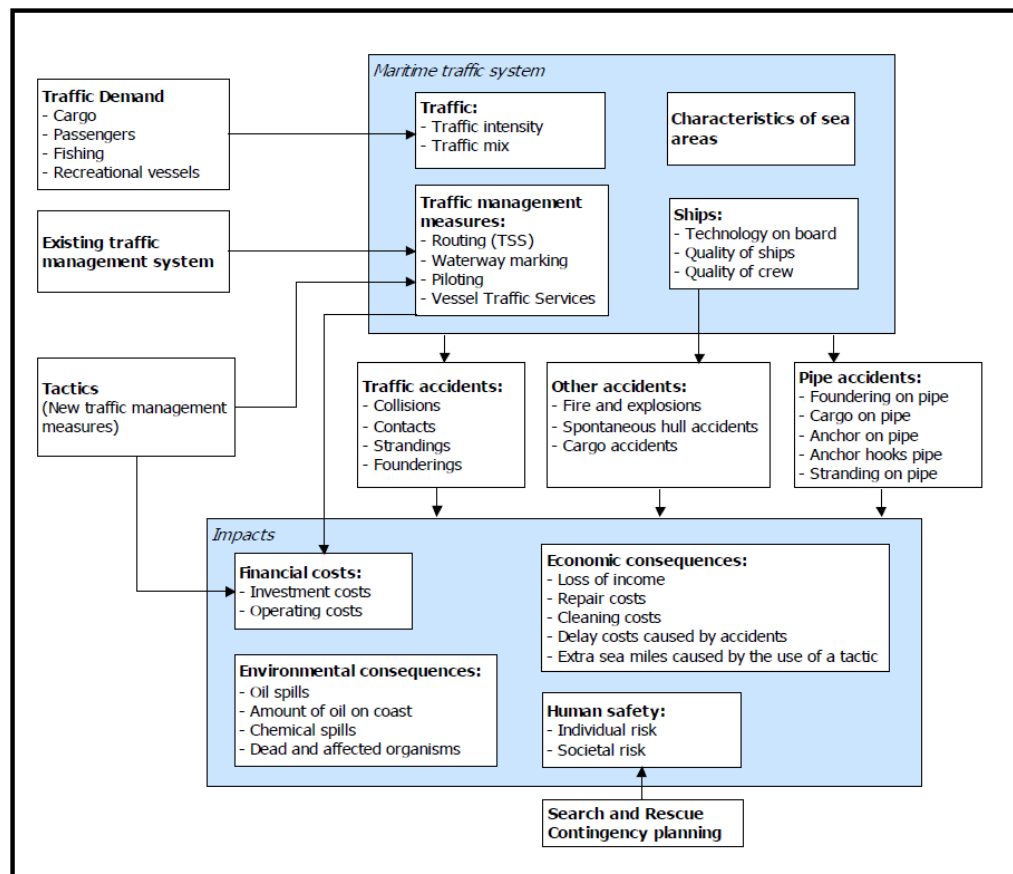
8.4.1 SAMSON-model

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 (zuid).

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 varende 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 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. Verwacht wordt dat in ieder geval tot 2014 het aantal scheepsbewegingen nog afneemt als gevolg van de crisis en de schaalvergroting in de scheepvaart, zoals ook 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 (zuid) 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.

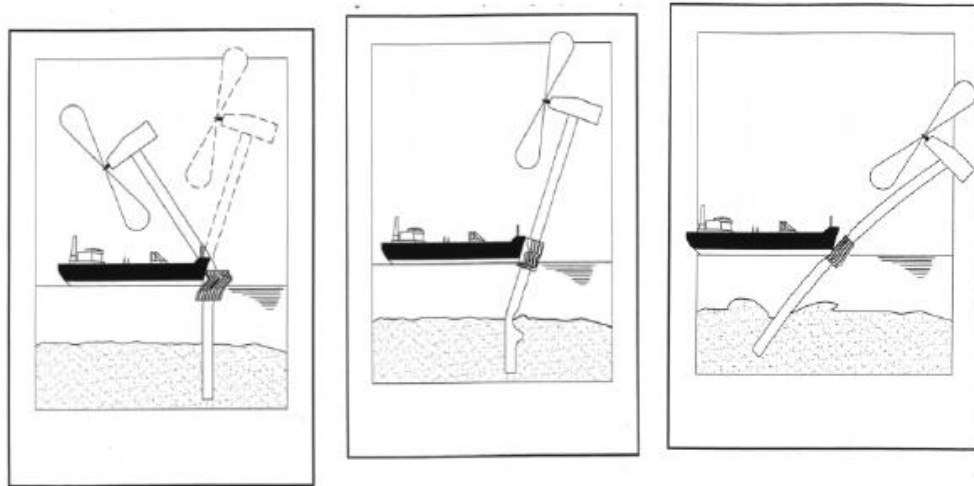
Van de schepen die in aanvaring of aandrijving met het windpark komen is de verdeling bekend over de vaarsnelheden, vaarrichting, scheepstype en scheepsgroottes. Deze gegevens zijn voldoende om de energie die maximaal aanwezig is in de botsing te bepalen. Deze energiemaat wordt gebruikt om deels op basis 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 uitwaaiierende 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			
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			
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 IV 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 alternatief K4_6MW op een jacket-fundering de kansen hoger zijn dan voor alternatief K4_10MW 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 0,03900 per jaar voor alternatief K4_6MW, of te wel eens per 25,6 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24 meter is 0,01714 per jaar voor alternatief K4_10MW, of te wel eens per 58,8 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. Voor verkeer kleiner dan 24 meter is de aanvaar- en aandrijffrequentie respectievelijk 0,01517 voor de 6 MW variant en 0,00485 voor de 10 MW variant, oftewel respectievelijk eens per 65,9 jaar en 206,1 jaar.

Tabel 8.3 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor kavel IV 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		
Kavel IV 6 MW Schepen >24 m	63	0,00017	0,01948	0,01367	0,00569	0,03900	25,6
Kavel IV 6 MW Schepen <24 m	63	0,00000	0,01371	0,00000	0,00146	0,01517	65,9
Kavel IV 10 MW Schepen >24 m	38	0,00007	0,00321	0,00783	0,00302	0,01714	58,3
Kavel IV 10 MW Schepen <24 m	38	0,00000	0,00420	0,00000	0,00065	0,00485	206,1

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 6 MW variant 0,000619 bedraagt (eens per 1615,3 jaar) en in de 10 MW variant 0,000451 (eens per 2217,2 jaar). Dit geeft de invloed van de afmetingen van de fundering aan. Voor de doorvaart is de invloed van de fundering op kansen groter: 0,000241 voor jackets (eens per 4152,7 jaar) en 0,000128 voor monopalen (eens per 7833,4 jaar).

Tabel 8.4 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen gemiddeld per turbine voor kavel IV 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		
Kavel IV 6 MW Schepen >24 m	63	0,000003	0,000309	0,000217	0,000090	0,000619	1.615,3
Kavel IV 6 MW Schepen <24 m	63	0,000000	0,000218	0,000000	0,000023	0,000241	4.152,7
Kavel IV 10 MW Schepen >24 m	38	0,000002	0,000164	0,000206	0,000080	0,000451	2.217,2
Kavel IV 10 MW Schepen <24 m	38	0,000000	0,000111	0,000000	0,000017	0,000128	7.833,4

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 alternatief k4_6MW wordt ongeveer 38,4% van de contacten met turbines door driften veroorzaakt en 61,6% door rammen. Voor 34,5% van de gevallen is het energieniveau lager dan 1 MJ. Hierbij is vrijwel altijd sprake van niet-gebonden verkeer (34,4% tegen 0,1% 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 $1/(0.001047+0.000055) \approx 907$ jaar voor de 6 MW variant. De gemiddelde uitstroom van 0,919 m³ ladingolie voor deze variant in tabel 8.5 dient alleen als vergelijking. Een uitstroom van 0,919 m³ ieder jaar geeft immers een heel andere milieubelasting dan een uitstroom van 919 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 6 MW toe met $(0,001047 + 0,000055) / (0,353402+0,148723) * 100 \approx 0.22\%$. Voor de variant met 10 MW-turbines ligt dit lager (0.12%).

Uit tabel 8.5 volgt dat zowel de frequentie als de gemiddelde hoeveelheid uitstroom bunker- en ladingolie hoger is voor de variant met 6 MW-turbines dan voor de variant met 10 MW-turbines.

Tabel 8.5 Uitstroomfrequentie en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie.

Alternatief	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de ...jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	Frequentie	Eens in de ...jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	
Variant 6 MW	0,001047	955	0,284	0,000055	18.140	0,919	907
Variant 10 MW	0,000577	1.732	0,164	0,000032	31.541	0,533	1.642
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 K4_6MW 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.

Scheepstype	Aanvaringstype		Eens in de ...jaar	Directe doden		Groepsrisico
	Aantal per jaar			Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	
	Frontaal	Scham-pen				Eens in de ...jaar meer dan 10 doden
Olietanker	0,000000	0,000000	2.197.802	1,15	0,000001	
Chemicaliëntanker	0,000000	0,000000	4.545.455	0,70	0,000000	
Gastanker	0,000000	0,000000	1.000.000		0,000000	
Container +RoRo	0,000000	0,000002	400.000	26,26	0,000066	833.333
Ferry	0,000000	0,000001	1.428.571	51,80	0,000036	1.428.571
Overige R-schepen	0,000001	0,000006	137.552	0,82	0,000006	
N-schepen	0,000043	0,000252	3.397	0,30	0,000088	
Totaal	0,000044	0,000261	3.273	0,64	0,000196	526.316

Bij de 6 MW variant is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine 0,000196 ($1,96 \times 10^{-4}$). Het verwachte aantal doden voor de 10 MW variant is 0,000093 ($0,93 \times 10^{-4}$).

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 IV, 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 IV 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 (zuid) op de scheepvaart binnen de EEZ (voor meer informatie, zie bijlage 11).

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor EEZ na aanpassing van het verkeer volgens cumulatief scenario Hollandse Kust (zuid)	Absoluut effect cumulatief scenario t.o.v. het basis scenario	Relatief effect cumulatief scenario t.o.v. het basis scenario
Algemeen				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
OBO's		0.560	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	12.835	0.0440	0.344%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	8.600	0.0000	0.000%
Stranding als gevolg van motorstoring	aantal/jaar	1.577	0.0007	0.042%
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		26.255	0.0447	0.170%
Economische effect				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / jaar	1447.769	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 (zuid) 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 (zuid) worden. Vanuit IJmuiden naar kavel IV van

windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) is het gemiddeld ongeveer 2,5 uur varen. Met acht schepen zijn dit $8 \times 2 \text{ uur} \times 2 \text{ (heen + terug)} = 32$ 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 $(1.0044^2 - 1) \times 100\% \approx 0,89\%$ hoger²⁹ 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 IV 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 (Van Iperen, 2017, opgenomen in bijlage 11) is onderzocht welke effecten een windpark in kavel IV kan hebben op kruisende scheepvaart, te weten kruisend verkeer bij de noordwest hoek en kruisend verkeer bij de corridor bij de zuidwest hoek. Geconcludeerd wordt dat schepen voldoende tijd hebben om eventueel uit te wijken.

8.6 Effectbeoordeling

Voor twee alternatieven van kavel IV zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de turbines. Voor de variant met 6 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 0,03900 per jaar voor alternatief K4_6MW, of te wel eens per 25,6 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24 meter is 0,01714 per jaar voor alternatief K4_10MW, of te wel eens per 58,3 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. Voor verkeer kleiner dan 24 meter is de aanvaar- en aandrijffrequentie respectievelijk 0,01517 voor de 6 MW variant en 0,00485 voor de 10 MW variant, oftewel respectievelijk eens per 65,9 jaar en 206,1 jaar.

Als gevolg van alternatief K4_6MW wordt eens per 907 jaar een uitstroom van olie verwacht, terwijl dit voor alternatief K4_10MW eens per 1642 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 IV met 0.22% toe voor alternatief K4_6MW. Voor alternatief K4_10MW is dit lager (0.12%).

Bij de 6 MW variant is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine $1,96 \times 10^{-4}$. Het verwachte aantal doden voor de 10 MW variant is $0,93 \times 10^{-4}$.

²⁹ Het aantal aanvaringen tussen schepen neemt kwadratisch met de intensiteit toe.

Tabel 8.8 Beoordeling scheepvaartveiligheid.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1 met 6 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 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).

8.8 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 wijkt 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%.

Recentere wetgeving legt ook kleinere schepen zoals vissers en recreatievaart de verplichting op om AIS te gebruiken; 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 het grootste 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 (zuid) is het effect van de ETV op het aantal aandrijvingen niet berekend. Het positioneren van de ETV in de buurt van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zal de aandrijvingskansen voor kavel IV 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.

8.9 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

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: een minimum alternatief met 63 'kleinere' 6 MW-turbines en een maximum alternatief met 38 'grotere' 10 MW-turbines (zie tabel 9.1).

Tabel 9.1 Kenmerken van de te onderscheiden alternatieven voor landschap.

Kenmerken	Minimum alternatief	Maximum alternatief
Minimale afstand tot de kust	18,5 kilometer	18,5 kilometer
Aantal turbines	63	38
Vermogen turbine	6 MW	10 MW
Rotordiameter	142 meter	221 meter
Ashoogte*	96 meter	140,5 meter
Maximale tiphoogte	167 meter	251 meter

* De ashoogte wordt bepaald door de tiplaaagte van 30 m boven zeeniveau (maximum alternatief) of 25 m boven zeeniveau (minimum 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.

Aspecten	Beoordelingscriteria	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;
- 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 IV. 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 op ongeveer 15 meter boven zeeniveau 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 kavel IV in de nacht. Recent heeft de inspectie Leefomgeving en Transport 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.

9.3.2 Visualisaties

Naast het zichtbaarheidsonderzoek kan door middel van (foto)visualisaties een beeld verkregen worden van de zichtbaarheid van het windpark in kavel IV. Voor de opnamen zijn standpunten gekozen van waaruit er (mogelijk) zicht is op het toekomstige windpark. Opnamen zijn gemaakt vanuit een aantal zichtpunten (zie figuur 9.1), welke aansluiten bij de zichtpunten die zijn gebruik in de viewer in het kader van uitbreiding van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Er zijn drie fotopunten gekozen die representatief zijn voor de strandlocaties in de omgeving:

- Duinen te Noordwijk;
- Fictieve foto vanaf het strand ten zuiden van Noordwijk met slechtere weersomstandigheden en tijdens de nacht;
- Boulevard te Scheveningen.

In de digitale opnamen zijn met fotobewerkingssoftware en 3D-renderingssoftware de windturbines gemonteerd, zodat een realistisch beeld ontstaat van de situatie wanneer het

¹ IALA Recommendation O-139 On The Marking of Man-Made Offshore Structures Edition 1 December 2008

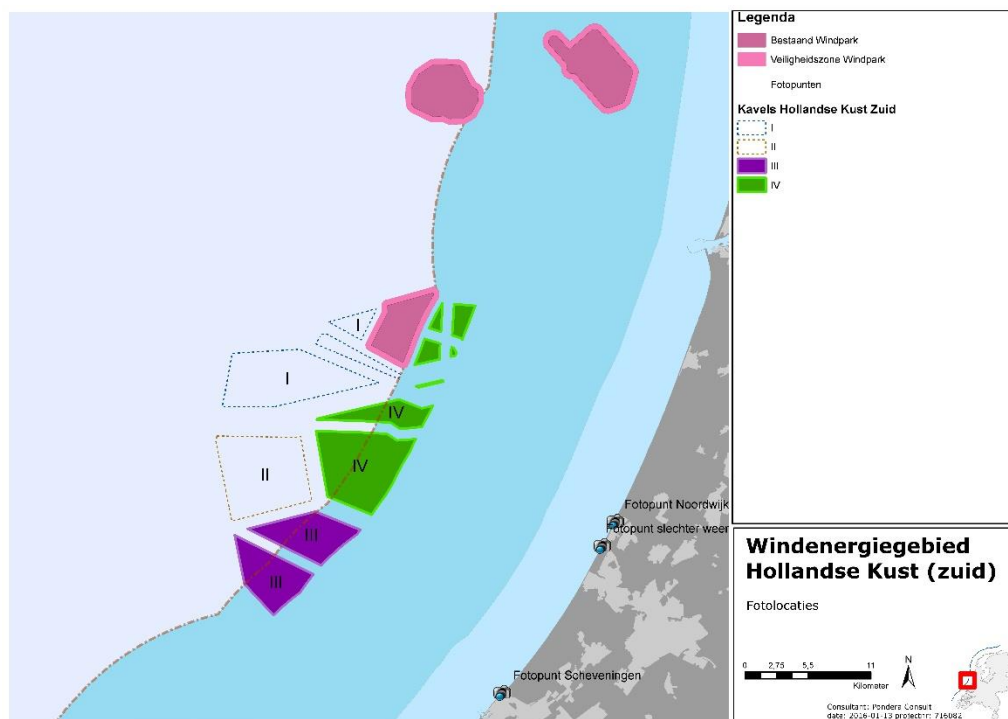
² International Civil Aviation Organization, International Standards and recommended practices aerodrome design and operations, Annex 14, Vol. 1, Chapter 6, Visual aids for denoting abstacles

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/visopzeeIII/safe/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.



De visualisaties die zijn gemaakt in het kader van de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee – Aanvulling gebied Hollandse Kust zijn te vinden via de volgende link:

<http://windmolensopzee.noordzeeloket.nl/>

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 Amalia Windpark buiten de 12-mijlszone (voorheen genaamd Q7, 22 kilometer uit de kust bij IJmuiden). In figuur 9.1 zijn dit de twee noordelijkste windparken. Offshore Windpark Egmond aan Zee betreft 36 turbines van 3 MW op een ashoogte van 70 meter en het Prinses Amalia Windpark 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 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. Realisatie van deze windparken wordt voorzien uiterlijk in 2020.

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 de zichtlocaties in Bergen aan Zee en Egmond aan zee (>30km) 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 beeld (cumulatie met andere windparken) is gegeven. Gesteld wordt dat wanneer de horizontale beeldhoek meer dan 50% van het gezichtsveld beslaat, er sprake is van dominantie.

De beeldhoeken zijn weergegeven in tabel 9.3. In deze berekening is het bestaande windpark Luchterduinen nog niet meegenomen, dat wordt in paragraaf 9.7 weergegeven als de cumulatieve situatie wordt beschouwd. Daarnaast zijn de bestaande windparken Amalia en OWEZ te ver weg gelegen (verder dan 30 km) ten opzichte van kavel IV, om gezamenlijk een deel van het gezichtsveld te beslaan. Hierna wordt de maximale horizontale beeldhoek van het windpark in kavel IV weergegeven. Aanvullend is gekeken naar de dominantie van het windpark bij een gezichtsveld van 120°.⁴

Alternatief I en II (kleinere en grotere turbines) zijn niet onderscheidend, aangezien altijd het volledige kavelvlak gevuld wordt en de hoogte van de turbines niet van belang is voor de horizontale beeldhoek. Hierdoor geeft onderstaande tabel de *worst-case* weer van de

³ Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee

⁴ Advies van de Commissie voor de m.e.r. op de Notitie Reikwijdte en Detailniveau project.nr. 3180

horizontale beeldhoek. Het niet gebruiken van bepaalde (noordoostelijke) gebieden van kavel IV zullen de horizontale beeldhoek waarbinnen het windpark valt doen verkleinen.

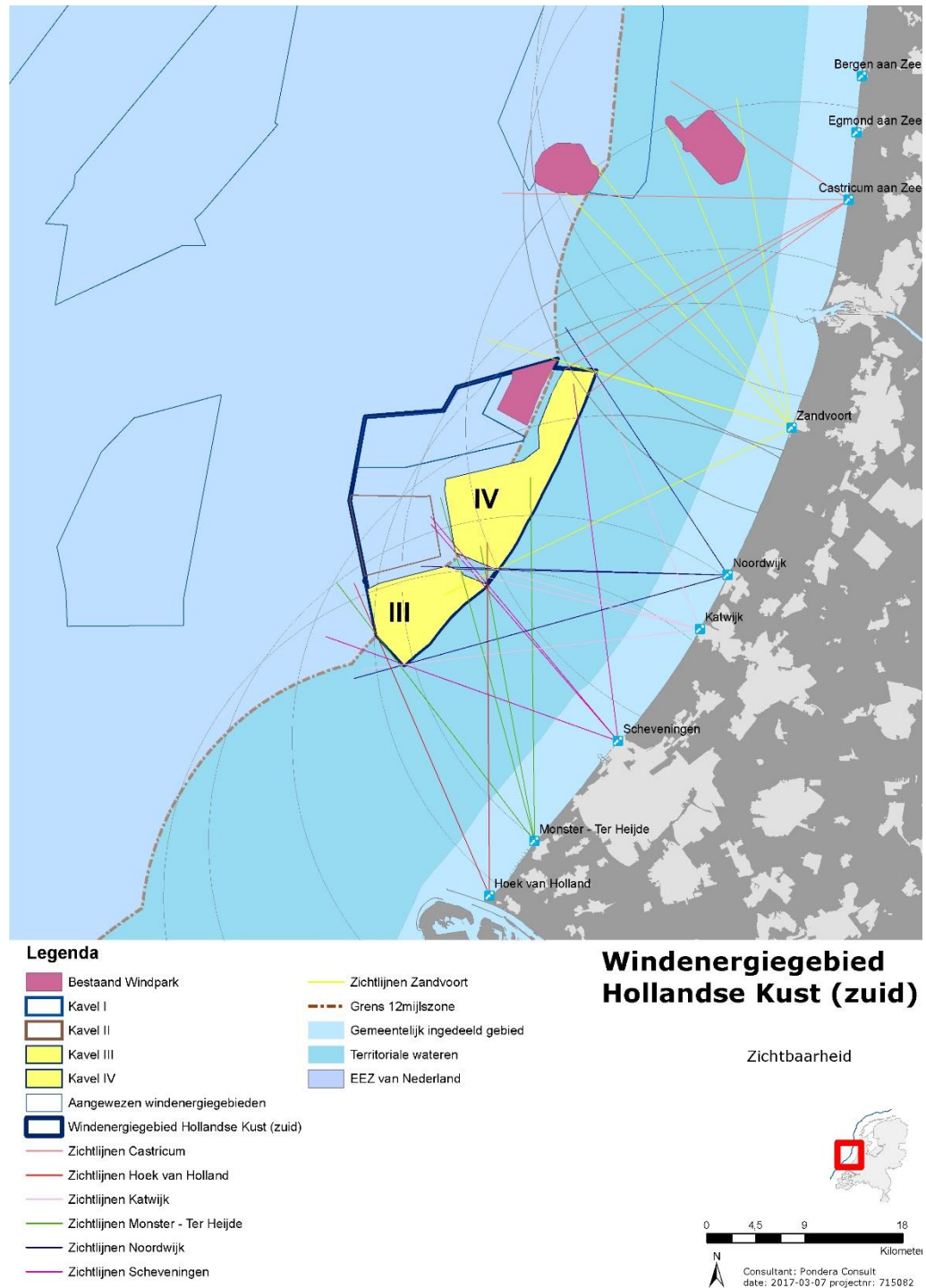
Wanneer de dominantie wordt berekend ten opzichte van een gezichtsveld van 120 graden, neemt het percentage van dominantie toe. Alhoewel het fysieke gezichtsveld van een mens 180 graden is en de mogelijk vrije horizon op zee breder is dan 120 graden, kan dit een maatstaf zijn indien de aanschouwer die uitkijkt over zee, de aandacht vestigt op de windparken. Het gezichtsveld wordt als het ware vernauwd. In onderstaande tabel worden de percentages in dominantie bij een gezichtsveld van 120 graden (loodrecht op de kustlijn) weergegeven.

Tabel 9.3 Gezichtsveld en horizontale beeldhoek kavel IV.

Locatie	Gezichtsveld	Beeldhoek Windpark (graden)	% van gezichtsveld	% van 120° gezichtsveld
Castricum	165°	6	3,64%	5%
Zandvoort	169°	41	24,26%	34,16%
Noordwijk	163°	55	33,74%	45,83%
Katwijk	169°	51	30,18%	42,5%
Scheveningen	161°	33	20,50%	27,5%
Monster – Ter Heijde	157°	14	8,91%	11,67%
Hoek van Holland	141°	0	0%	0%

De horizontale beeldhoeken zoals aangegeven in tabel 9.3 gelden voor geheel het windkavel (geen onderscheid in de alternatieve windturbineopstellingen). De beeldhoeken van kavel IV (en cumulatief) worden weergegeven in figuur 9.2.

Figuur 9.2 Horizontale beeldhoeken vanaf het strand voor kavel IV (en cumulatief).



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: de eigenschappen van het object, de kromming van de aarde, de visus van het menselijk oog en de meteorologische omstandigheden. De

zichtbaarheid van het windpark vanaf de kust is voornamelijk beperkt door de meteorologische omstandigheden. Voor een uitgebreidere effectbeschrijving wordt verwezen naar bijlage 10.

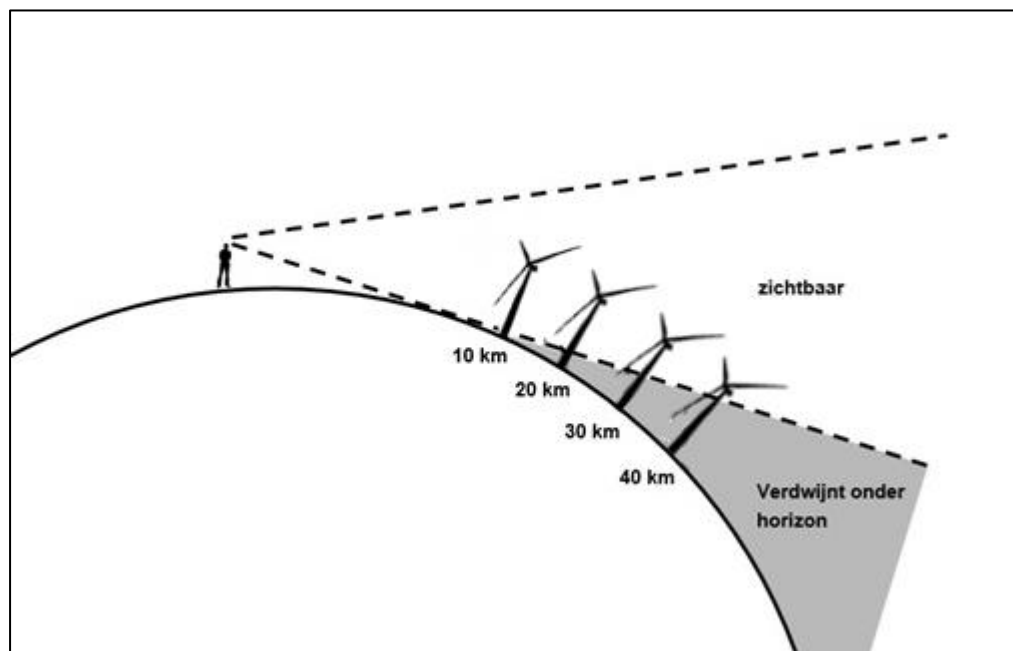
Eigenschappen van het object

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 boven water dat veelal in een opvallende kleur (geel) wordt uitgevoerd, dit is 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 de turbines met een maximale tiphoogte) 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 167 meter is de afstand 51 kilometer, waarna de turbines volledig uit het zicht verdwijnen. Uitgangspunt hierbij is de ooghoogte van de waarnemer vanaf het strand. 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 6 MW.

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel [m]	Theoretisch zichtbaar tot (km):
Mast (maximale dikte)	6,0	38*
Gondel (hoogte)	6,0	40*
Rotorbladen (max. breedte)	5,0	44*
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 60 km.

Tabel 9.5 Theoretische zichtbaarheid turbine 10 MW.

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel [m]	Theoretisch zichtbaar tot (km):
Mast (maximale dikte)	10,0	45*
Gondel (hoogte)	10,0	47*
Rotorbladen (max. breedte)	7,3	53*
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 onderdeel (m)	Verdwijnafstand door prestatie menselijke visus (km)	Verdwijnafstand kimduiking hoogte onderdeel (km)	Maximale zichtafstand (km)
Alternatief 1	5,0	120	50	44	44
Alternatief 2	7,3	185	75	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 (> 44 km). De onderzochte ondergrens (kleinere turbines) zijn dan niet meer zichtbaar, terwijl de grote turbines wel zichtbaar zullen zijn.

Bovenstaande factoren bepalen dus een maximale theoretische zichtafstand, maar in de praktijk zijn de meteorologische omstandigheden maatgevend voor de zichtbaarheid voor een windpark in kavel IV.

Meteorologische omstandigheden

Het zicht wordt vaak beperkt door (water)deeltjes in de lucht, die de doorlaatbaarheid van de lucht verminderen en daarmee het zicht verkleinen⁵. Het KNMI berekent uit dagelijkse metingen voor 26 weerstations in Nederland de zichtafstand. In voorgaande zichtbaarheidsanalyses is gewerkt met de gegevens van station 225 IJmuiden, aangezien dit het meest dichtbij gelegen station tot het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) is. Deze data worden ook voor kavels III en IV gebruikt en worden daarnaast aangevuld met beschikbare data van de KNMI stations De Kooy (235), Hoek van Holland (330) en Schiphol (240). 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 mediaan percentages (4 stations) weergegeven voor de zomerperiode (mei-september). Ook is het percentage gegeven van de tijd tussen zonsopkomst en zonsondergang.

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	9%	11%

Tabel 9.8 Maximale langjarige jaarlijkse gemiddelde zichtafstand zomerperiode (01/05 – 01/10), KNMI station Schiphol (periode 1955-2016).

Zichtafstand	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Percentage van de tijd alleen tussen zonsopkomst en zonsondergang (zomerperiode)
> 5 km	90%	94%
> 10 km	73%	79%
> 20 km	46%	53%
> 30 km	20%	26%

Tabel 9.9 Mediaan van langjarige jaarlijkse gemiddelde zichtafstand zomerperiode (01/05 – 01/10) van 4 KNMI meetstations (overall periode 1955-2016).

Zichtafstand	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Percentage van de tijd alleen tussen zonsopkomst en zonsondergang (zomerperiode)
> 5 km	90%	92%
> 10 km	71%	73%
> 20 km	36%	39%
> 30 km	11%	14%

⁵ KNMI (2012)

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 43% 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 (18,5 km, bij Noordwijk en Katwijk). Op grotere afstand van het windpark nemen de zichtbaarheidspercentages sterk af. Zo is de zichtbaarheid van kavel IV vanuit Bergen aan Zee (op circa 37 km afstand), minder dan 3% van de tijd overdag in de zomer. In tabel 9.10 wordt het percentage van de tijd dat kavel IV 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 Zandvoort het windpark elke dag precies 6 uur en 13 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.

Tabel 9.10 Mediaan van langjarig gemiddelde zichtbaarheid kavel IV in de zomerperiode (mei – oktober) van 4 KNMI meetstations (overall periode 1955 – 2016).

Locatie	Zicht-afstand (km)	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Percentage van de tijd gedurende de dag in de zomerperiode (gemiddelde duur in uren:minuten)
Bergen a/ Zee	36,7	3%	3% (circa 31 min)
Egmond a/ Zee	32,6	5%	6% (circa 54 min)
Castricum a/ Zee	28,2	12%	15 % (circa 2:11 uur)
Zandvoort	18,8	40%	43 % (circa 6:13 uur)
Noordwijk	18,5	40%	43% (circa 6:13 uur)
Katwijk	18,5	40%	43% (circa 6:13 uur)
Scheveningen	19,3	37%	40 % (circa 5:57 uur)
Monster – Ter Heijde	25,2	22%	25% (circa 3:58 uur)
Hoek van Holland	30,0	11%	32% (circa 2:04 min)

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 onderdeel (m)	Verdwijnafstand door prestatie menselijke visus (km)	Verdwijnafstand kimduiking hoogte onderdeel	Maximale zichtafstand (km)
Alternatief 1	5,0	120	50	44	44
Alternatief 2	7,3	185	75	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 (> 44 km). De onderzochte ondergrens (kleinste turbines) zijn dan niet meer zichtbaar, terwijl de grote turbines wel zichtbaar zullen zijn.

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 Noordwijk en Katwijk) is kavel IV maximaal 43% van de tijd tijdens de zomerperiode overdag zichtbaar. De zichtbaarheid neemt sterk af naarmate de afstand tussen de kust en kavel IV toeneemt (dus bij andere kustplaatsen waar de afstand tot het windpark 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 63 turbines van 6 MW scoort dan minder goed dan het alternatief met minder turbines (38 turbines van 10 MW).

Ter indicatie is ook een nachtvisualisatie gemaakt. Deze is te vinden via de volgende link: <http://www.ponderaconsult.com/VIS/visopzeeIII/safe/index.html>.

Het effect van verlichting kan gemitigeerd worden op basis van recent gepubliceerde 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.

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 6 MW-turbines en met 10 MW-turbines. Gekozen is om een beeldhoek van 60 graden weer te geven, hetgeen een goede weergave van de werkelijkheid is. 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/visopzeell/safe/index.html>

De turbines zijn in de volgende figuren nauwelijks zichtbaar, maar staan links van het pad naar het strand. Achter het gebouw aan de rechterzijde is windpark Luchterduinen beperkt zichtbaar. 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 kavel IV met 6 MW-turbines.



Figuur 9.5 Uitsnede van fotovisualisatie van kavel IV met 10 MW-turbines.



Op basis van de visualisaties van windturbines in kavel IV 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 6 MW-turbines en 10 MW-turbines is dat in het alternatief met 6 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 6 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)⁶. 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 kavel IV. 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 ruimte⁷. 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.
- 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 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

⁶ Nierman et al, Beleving en maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee, 2010

⁷ 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.

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 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 IV. Uitgangspunt hierbij is dat de turbines per definitie verspreid over de gehele kavel staan (en er dus niet een aanzienlijk deel van de kavel 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 wind 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.

Ook recent 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 recent

gepubliceerde 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.

9.6 Conclusie

De zichtbaarheid van een windpark in kavel IV is kwantitatief weergegeven door het percentage van de tijd dat de meteorologische omstandigheden zodanig zijn, dat het windpark is te zien. Dat is 43% van de tijd gedurende de zomermaanden (1 mei- 30 september) in de dagperiode, vanaf het dichtstbijzijnde punt op land (Noordwijk en Katwijk). 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 44 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 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 wind 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.

Alternatief 1 (63 x 6 MW) scoort overall op het aspect landschap negatief (-) en alternatief 2 (38 x 10 MW) scoort tevens negatief (-).

Tabel 9.12 Beoordeling landschap.

Aspecten	Beoordeling	
	6 MW	10 MW
Zichtbaarheid in percentage van de tijd Interpretatie zichtbaarheid aan de hand van visualisaties	-	-

9.7 Cumulatie

Naast kavel IV zullen ook kavels I, II en III worden uitgegeven voor de plaatsing van windturbines. Deze kavels 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 het windpark Luchterduinen, alleen bij Zandvoort en Castricum liggen de windparken Prinses Amalia en OWEZ binnen een afstand van 30 kilometer, waar deze dan ook in cumulatie zijn meegenomen. In tabel 9.13 wordt deze cumulatieve horizontale beeldhoek weergegeven.

Tabel 9.13 Gezichtsveld en cumulatieve beeldhoek kavels Hollandse Kust (zuid) incl. bestaande windparken (BWP).

Locatie	Beeldhoek Windpark (graden)		% van gezichtsveld (zie tabel 9.3)		% van 120°
	Kavels I/IV	Kavels I/IV+BWP	Kavels I/IV	Kavels I/IV + BWP	I/IV+BWP
Castricum	6	41	3,64%	24,85%	34,16%
Zandvoort	41	60	24,26%	35,50%	50%
Noordwijk	73	73	44,79%	44,79%	60,83%
Katwijk	75	75	44,38%	44,38%	62,5%
Scheveningen	62	62	38,51%	38,51%	51,67%
Monster – Ter Heijde	36	36	22,93%	22,93%	30%
Hoek van Holland	23	23	16,31%	16,31%	19,17%

De horizontale beeldhoek van alleen kavel IV is conform tabel 9.3 maximaal 55° of 34% (Noordwijk). Met kavels I, II, III en Luchterduinen/Prinses Amalia windpark erbij neemt de horizontale beeldhoek toe naar 73° en 45% (vanuit Noordwijk) en 75° en 44% (vanuit Katwijk). Op alle andere kustlocaties is 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 Zandvoort, Noordwijk, Katwijk en Scheveningen dominant.

De afstand tot de kust van de windturbines in kavel IV 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 43% van de tijd zichtbaar. Op kustlocaties die verder van kavel IV 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 de MER'en voor kavels I tot en met IV. In de viewer worden varianten met 4 en 8 MW-turbines getoond. De visualisaties die zijn gemaakt ten behoeve van dit MER voor kavel IV betreffen echte foto's en geven daardoor een ander (realistischer) beeld dan de viewer.

9.8 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 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.

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.

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 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.

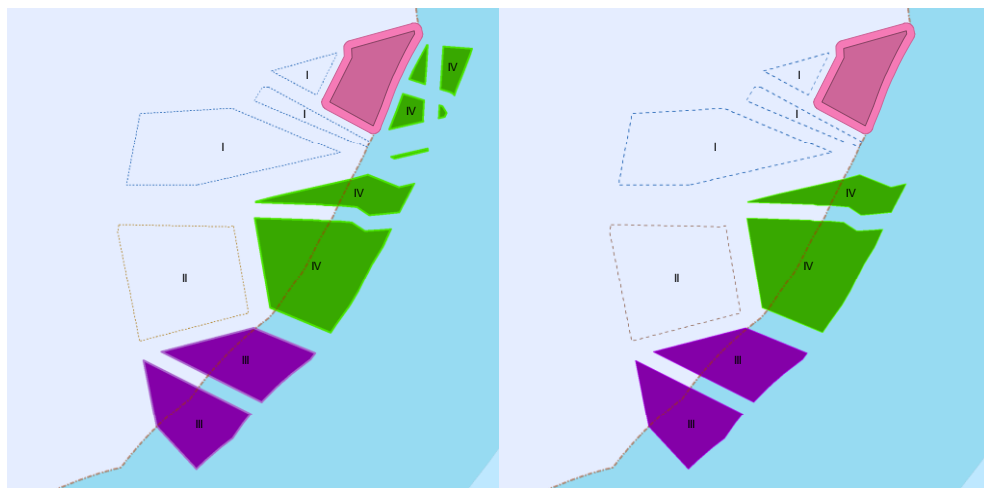
Deze maatregelen worden nog niet op grote schaal toegepast. Echter is sinds het recent gepubliceerde informatieblad aanduiding offshore windturbines en offshore windparken (versie 3.0, 30 september 2016), duidelijke richtlijnen omtrent het dimmen van de obstakelverlichting. Deze publicatie maakt het (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 ontbreken 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.

Niet benutten van de noordelijke deelgebieden in kavel IV

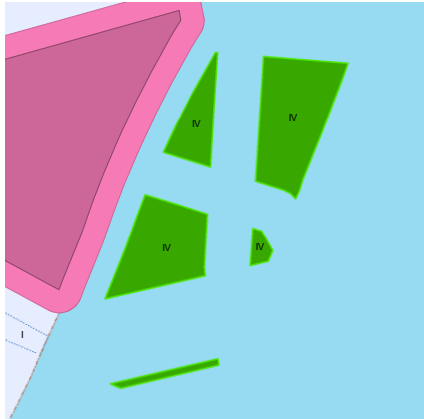
De Commissie voor de m.e.r. geeft in het advies over reikwijdte en detailniveau van dit MER aan, dat op basis van de netto oppervlaktes van de kavels die gepresenteerd zijn in de Conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau op pagina 29, de vermogensdichtheid van kavel III en IV ongelijk zal zijn uitgaande van 350 MW per kavel. De Commissie adviseert de effecten daarvan – met name op het landschap – te onderzoeken. Deze paragraaf gaat daar op in.

In het noordelijk deel van kavel IV zijn meerdere bestaande kabels aanwezig waardoor relatief kleine gebieden ontstaan waar enkele windturbines geplaatst kunnen worden (zie figuur 9.6 en 9.7, waar de netto gebieden zijn aangegeven). De kabels voor de windturbines zullen in die noordelijke delen dan ook meerdere bestaande kabels moeten kruisen, hetgeen kostenverhogend werkt en de noordelijke deelgebieden in kavel IV ten opzichte van het zuidelijk deel minder interessant maakt. Het is dus goed mogelijk dat die noordelijke delen niet worden benut voor windenergie, dat is de keuze die de toekomstige tenderwinnaar kan maken.

Figuur 9.6 Links: kavel IV incl. noordelijke deelgebieden. Rechts: kavel IV excl. deelgebieden.



Figuur 9.7 Noordelijke deelgebieden van Kavel IV.



Onderstaande tabel geeft de oppervlaktes weer van alle kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), zowel bruto als netto. Het verschil tussen bruto en netto oppervlak is dat bij het netto oppervlak rekening wordt gehouden met de aanwezige kabels (en leidingen) en de onderhoudszones daaromheen. Uit tabel 9.15 blijkt dat kavel IV zonder de vijf noordelijke deelgebieden (laatste kolom in tabel 9.15) wat betreft het netto oppervlak in de range ligt van de oppervlaktes van de overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Derhalve verschillen de dichtheden van windturbines in de kavels dan ook niet of nauwelijks en leidt dit niet tot wezenlijk andere effecten op landschap, wanneer de noordelijke delen van kavel IV niet worden benut voor windturbines. Ook wanneer de noordelijke delen wel worden benut voor windturbines zal er naar verwachting geen wezenlijk ander effect op het landschap optreden vanwege het dichtheidsverschil in windturbines.

Tabel 9.15 Oppervlaktes kavels Windenergie gebied Hollandse Kust (zuid).

Kavel	Bruto (km ²)	Netto (km ²)	Excl. deelgebied (km ²)
Kavel I	67	56	n.v.t.
Kavel II	48	48	n.v.t.
Kavel III	53	46	n.v.t.
Kavel IV	90	64	55

Aangezien de locatie van het windpark voor een groot deel gelijk blijft wanneer de noordelijke delen van kavel IV niet worden benut voor windenergie, zal weinig veranderen ten aanzien van de zichtbaarheid vanaf verschillende zichtlocaties. Het niet benutten van de noordelijke deelgebieden heeft gevolgen voor de afstand van het windpark tot de zichtlocaties Bergen aan Zee, Egmond aan Zee, Castricum aan Zee en Zandvoort. De afstand tot het windpark blijft bij de overige zichtlocaties gelijk. Dit is te zien in figuur 9.8. Dit wordt tevens in tabel 9.16 weergegeven.

Tabel 9.16 Afstanden zichtlocaties tot windpark.

Locatie	Zichtafstand incl. noordelijke deelgebieden (km)	Zichtafstand excl. noordelijke deelgebieden (km)
Bergen a/ Zee	36,7	45,7
Egmond a/ Zee	32,6	41,4
Castricum a/ Zee	28,2	36,5
Zandvoort	18,8	22,0
Noordwijk	18,5	18,5
Katwijk	18,5	18,5
Scheveningen	19,3	19,3
Monster – Ter Heijde	25,2	25,2
Hoek van Holland	30,0	30,0

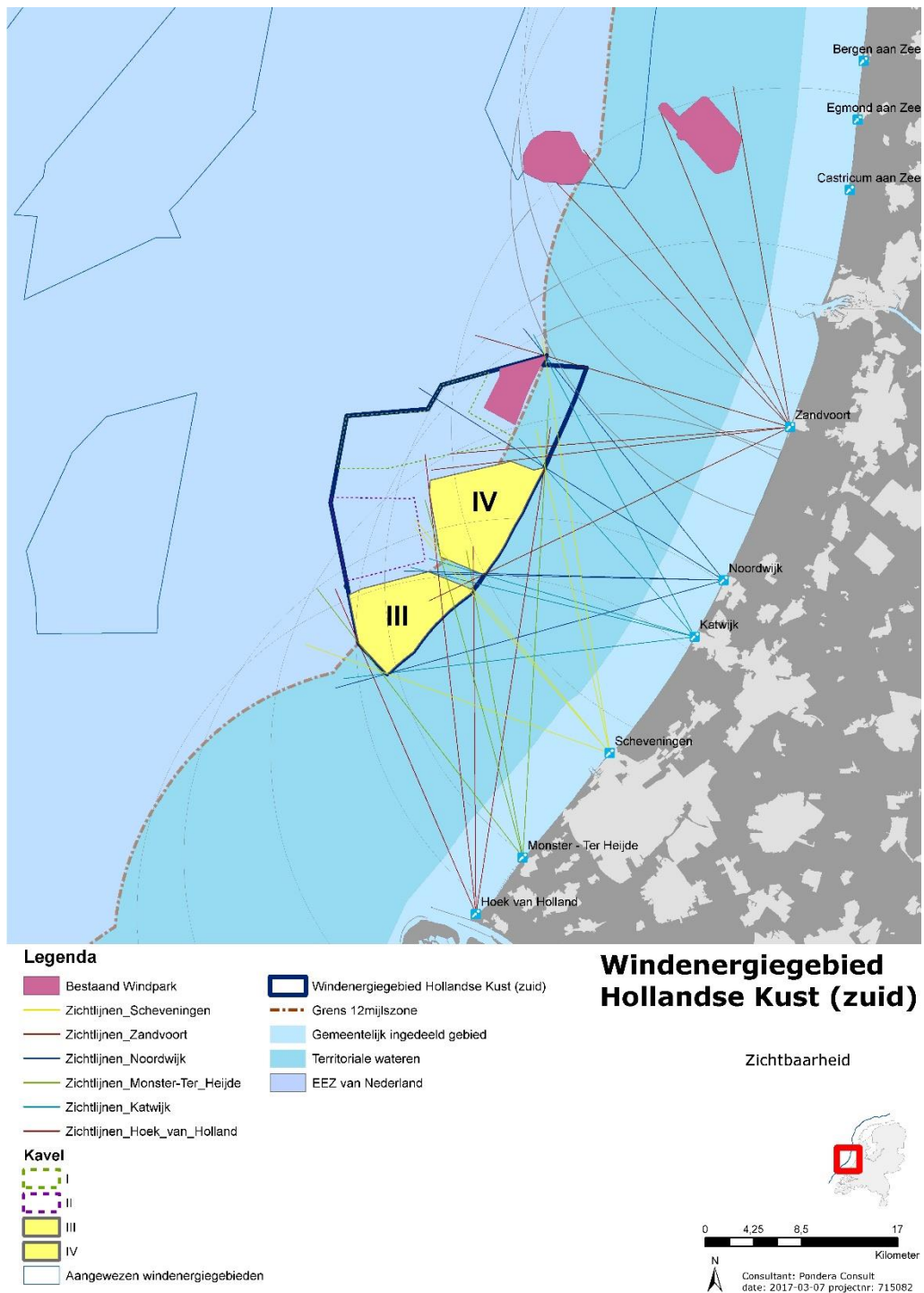
De zichtbaarheid (percentage van de tijd) van het windpark zal voor enkele zichtlocaties afnemen (bij het ongebruikt laten van de noordelijke delen van kavel IV). Ook zal de visuele waarneming van het windpark wijzigen. De visualisaties geven een indruk op welke wijze deze verandering zich zal manifesteren.

De visualisaties zijn online te vinden via de volgende link:

<http://www.ponderaconsult.com/VIS/visopzeell/safe/index.html>

De visualisaties van kavel IV zonder de noordelijke deelgebieden zijn aangemerkt als Kavel IV*.

Figuur 9.8 Zichtlocaties, gezichtsvelden en zichtlijnen voor kavels III en IV (excl. deelgebieden).



Het niet benutten van de noordelijke deelgebieden van kavel IV heeft zijn weerslag op de horizontale beeldhoek en dit wordt in de volgende tabel weergegeven.

Tabel 9.17 Gezichtsveld en horizontale beeldhoek kavel IV excl. noordelijke deelgebieden.

Locatie	Gezichtsveld	Beeldhoek Windpark Kavel IV incl. noordelijke deelgebieden (graden)	Beeldhoek Windpark Kavel IV excl. noordelijke deelgebieden (graden)	% van gezichtsveld	% van 120° gezichtsveld
Bergen aan Zee	170°	0 (>30km)	0 (>30km)	0%	0%
Egmond aan Zee	173°	0 (>30km)	0 (>30km)	0%	0%
Castricum	165°	6°	0 (>30km)	0%	0%
Zandvoort	169°	41°	18°	10,65%	15%
Noordwijk	163°	55°	31°	19,01%	25,83%
Katwijk	169°	51°	31°	18,34%	25,83%
Scheveningen	161°	33°	27°	22,50%	22,50%
Monster – Ter Heijde	157°	23°	18°	11,46%	15%
Hoek van Holland	141°	18°	8° (en >30km)	5,67%	6,67%

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de effecten van het niet benutten van de noordelijke deelgebieden van kavel IV positiever zijn op de horizontale beeldhoek voor alle zichtlocaties dan wanneer deze wel worden benut voor windenergie. Ook voor cumulatie, dus met de andere windparken in de nabijheid van kavel IV, is de horizontale beeldhoek gegeven (zie tabel 9.18).

Tabel 9.18 Horizontale beeldhoeken in cumulatie.

Locatie	Beeldhoek Windpark (graden)		% van gezichtsveld		% van 120° gezichtsveld	
	Kavels I/IV+BWP*	Kavels I/IV excl. ND** +BWP	Kavels I/IV+BWP	Kavels I/IV + BWP excl. ND	Kavels I/IV+BWP	Kavels I/IV + BWP excl. ND
Zandvoort	60°	57°	35,50%	33,73%	50%	47,50%
Noordwijk	73°	67°	44,79%	39,26%	60,83%	55,83%
Katwijk	75°	69°	44,38%	40,83%	62,50%	57,50%
Scheveningen	62°	58°	38,5%	36,02%	51,67%	48,33%
Monster – Ter Heijde	36°	36°	22,93%	22,93%	30%	30%
Hoek van Holland	23°	23°	16,31%	16,31%	19,17%	19,17%

*BWP = Bestaande Windparken

** ND = Noordelijke deelgebieden

Ook hier wordt op alle beschouwde zichtlocaties positiever dan wel gelijk gescoord wanneer de noordelijke deelgebieden niet worden benut. De mate waarin positief wordt gescoord wordt echter afgevlakt door de aanwezigheid van bestaande windparken en de overige kavels van Hollandse Kust (zuid).

Aangezien de afstand tot het windpark vanuit enkele zichtlocaties toeneemt, zal het percentage afnemen van de tijd waarin het windpark zichtbaar is. In de volgende tabel is dit weergegeven. Ter vergelijking is het percentage van de tijd gedurende de dag in de zomerperiode toegevoegd

wanneer de noordelijke vijf deelgebieden van kavel IV wel worden benut voor windenergie. Voor de achtergronden van deze cijfers wordt verwezen naar bijlage 10 van dit MER.

Tabel 9.19 Mediaan van langjarig gemiddelde zichtbaarheid kavel IV in de zomerperiode (mei – oktober) van 4 KNMI meetstations (overall periode 1955 – 2016), in- en excl. vijf noordelijke deelgebieden van kavel IV.

Locatie	Excl. vijf noordelijke deelgebieden kavel IV			Incl. vijf noordelijke deelgebieden kavel IV
	Zicht-afstand (km)	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Percentage van de tijd gedurende de dag in de zomerperiode (gemiddelde duur in uren:minuten)	Percentage van de tijd gedurende de dag in de zomerperiode (gemiddelde duur in uren:minuten) (uit tabel 2.20 in bijlage 10)
Bergen a/ Zee	45,7	<1 %	0% (circa 2 min)	3% (circa 31 min)
Egmond a/ Zee	41,4	<1 %	1% (circa 7 min)	6% (circa 54 min)
Castricum a/ Zee	36,5	3 %	1% (circa 10 min)	15% (circa 2:11 uur)
Zandvoort	22,0	23%	26 % (circa 2:57 uur)	43 % (circa 6:13 uur)
Noordwijk	18,5	40%	43% (circa 6:13 uur)	43 % (circa 6:13 uur)
Katwijk	18,5	40%	43% (circa 6:13 uur)	43 % (circa 6:13 uur)
Scheveningen	19,3	37%	40 % (circa 5:57 uur)	40 % (circa 5:57 uur)
Monster – Ter Heijde	25,2	22%	25% (circa 3:58 uur)	25% (circa 3:58 uur)
Hoek van Holland	30,0	11%	32% (circa 2:04 min)	32% (circa 2:04 min)

Ook hier blijkt dat de zichtbaarheid gelijk blijft voor de locaties Noordwijk, Katwijk, Scheveningen, Monster – Ter Heijde en Hoek van Holland. Voor de locaties Bergen aan Zee, Egmond aan Zee, Castricum aan Zee en Zandvoort neemt de zichtbaarheid van het windpark af wanneer de vijf noordelijke deelgebieden van kavel IV niet voor windenergie worden benut.

In het algemeen kan gesteld worden dat het niet benutten van de noordelijke gebieden positieve effecten heeft op de beeldhoek en zichtbaarheid van windturbines ten opzichte van het wel benutten van deze noordelijke gebieden. Zowel de zichtbaarheid als de horizontale beeldhoek nemen (gering) af.

10 OVERIGE GEBRUIKSFUNCTIES

10.1 Inleiding

Doordat bij de locatiekeuze en de begrenzing van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) reeds rekening is gehouden met ander gebruik in de omgeving, is de beïnvloeding van ander gebruik door het windpark 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;
- mosselzaadinvanginstallaties;
- 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

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 (63 of 38 turbines per kavel), de tiphoogte (167 of 251 m) en de oppervlakte aan erosiebescherming (11.113 - 477.522 m², zie tabel 10.1).

Tabel 10.1 Totaal oppervlak fundering en erosiebescherming (hele windpark in kavel IV).

	Oppervlakte fundering	Oppervlakte erosiebescherming	Totaal oppervlak
Jacket Ø 1,5m (6 MW)	445 m ²	11.133 m ²	11.578 m ²
Jacket Ø 3,5m (10 MW)	5.850 m ²	36.560 m ²	42.410 m ²
Monopile Ø 6 m (6 MW)	1.781 m ²	16.032 m ²	27.813 m ²
Monopile Ø 10 m (10 MW)	2.985 m ²	28.861 m ²	29.846 m ²
Tripod Ø 2 m (6 MW)	594 m ²	14.844 m ²	15.438 m ²
Tripod Ø 4 m (10 MW)	1.432 m ²	35.814 m ²	37.246 m ²
Suction bucket Ø 15 m (6 MW)	11.133 m ²	0 m ²	11.133 m ²
Suction bucket Ø 20 m (10 MW)	11.938 m ²	0 m ²	11.938 m ²
Gravity Based Fundatie 30 m (6 MW)	44.532 m ²	400.789 m ²	445.321 m ²
Gravity Based Fundatie 40 m (10 MW)	47.752 m ²	429.770 m ²	477.522 m ²

Te beschouwen alternatieven

Alternatief 1: 63 x 6 MW windturbines (tiphoogte 167 meter) op een suction bucket met een doorsnede van 15 meter.

Alternatief 2: 38 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 vijf maal de diameter.

Bij de 6 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

Aspect	Beoordelingscriterium
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
Mosselzaadinvanginstallaties	Beperkingen mosselzaadinvanginstallaties
Windparken	Beïnvloeding windparken

Nu volgt per aspect de huidige situatie en autonome ontwikkeling én direct ook de effectbeschrijving.

10.4 Visserij

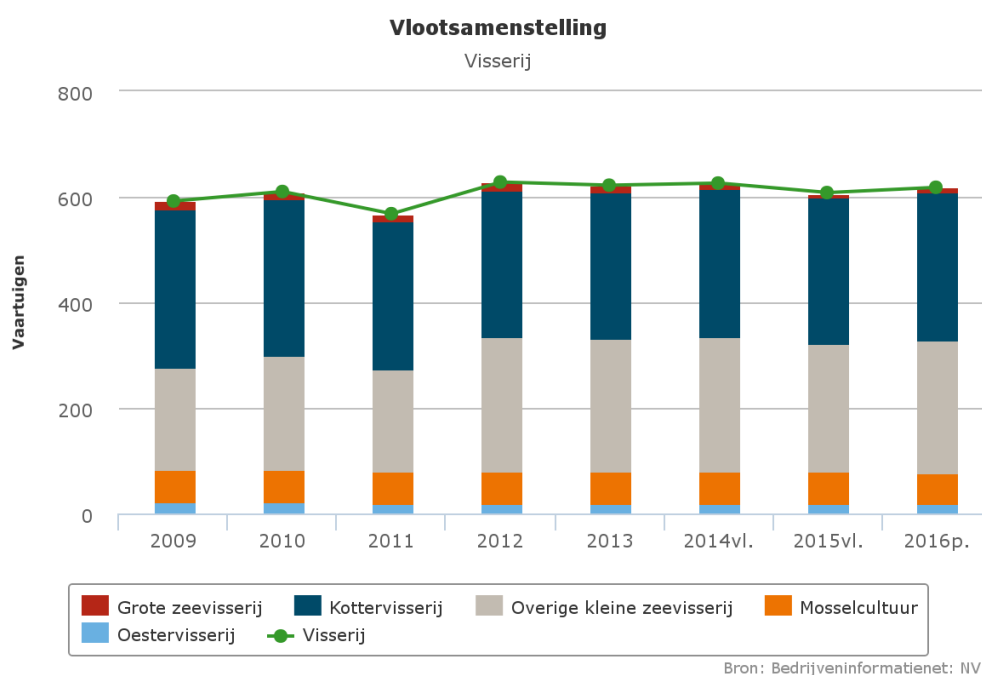
10.4.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Visserij vindt op de hele Noordzee plaats. De praktijk is dat in beginsel overal gevestigd 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 akkoord). In de praktijk vindt visserij plaats op zogenaamde visbestekken, dat wil zeggen specifieke locaties waar bepaalde soorten vis vaak worden aangetroffen. Op het NCP worden verschillende vormen van visserij uitgeoefend. De zuidelijke Noordzee, waarin ook het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zich bevindt, vormt een belangrijk gebied voor de commerciële visserij en vormt samen met de centrale Noordzee het meest beviste gebied in de Noordzee. De Nederlandse visserijvloot is voornamelijk actief in het zuidelijke en oostelijke deel van de Noordzee. Er wordt gevestigd op bodemgebonden (demersale) en niet-bodemgebonden (pelagische) vis. Demersale vis betreft met name tong en schol, pelagische vis betreffen onder andere haring, makreel en horsmakreel. In de kustzone is de visserij voornamelijk gericht op garnalen en op bepaalde schelpdieren (o.a. Amerikaanse zwaardschede).

Bij vissersschepen wordt onderscheid gemaakt tussen schepen met een motorvermogen kleiner dan 300 pk en schepen met een motorvermogen groter dan 300 pk. Binnen de 12-mijlszone en in de Duitse Bocht is vissen alleen toegestaan voor schepen met een motorvermogen van minder dan 300 pk. Deze schepen vissen in de kustzone voornamelijk op tong, schol en garnalen. Schelpdiervissers zijn vooral actief in de Voordelta. Vissersschepen met een vermogen groter dan 300 pk mogen alleen buiten de 12-mijlszone vissen. Voor deze vissersschepen zijn vooral de boomkor en spanzegen van belang. De visserij-intensiteiten in de Noordzee verschillen per gebied en per seizoen. In figuur 10.1 is de Nederlandse vlootsamenstelling te zien (ontleend aan www.agrimatie.nl). Het aantal actieve

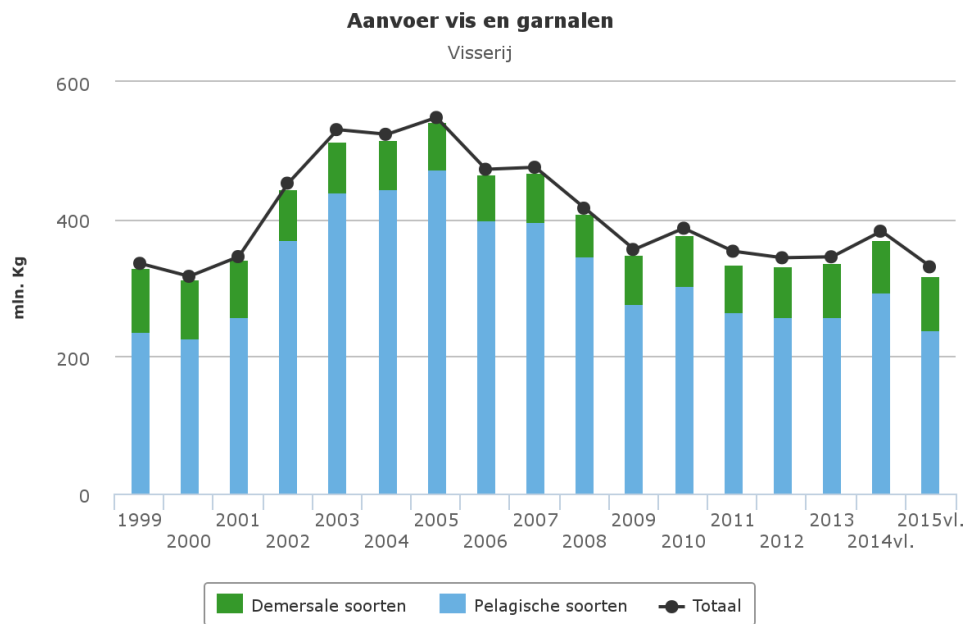
visserijvaartuigen is tussen 2012 en 2015 met 3% licht gedaald tot 608 vaartuigen. Vooral in de grote zeevisserij is het aantal vaartuigen aanzienlijk afgenomen: van 14 naar 8. De omvang van alle andere onderdelen van de Nederlandse vloot bleef nagenoeg onveranderd. In de kottervisserij waren gemiddeld tussen 275 en 280 kotters actief in de afgelopen jaren (peildatum vloot 31 december). Voor 2016 wordt verwacht dat het aantal actieve kotters weer zal toenemen, ondanks de introductie van de gefaseerde aanlandplicht in 2016. Goede resultaten van de afgelopen jaren zijn een belangrijke oorzaak voor de toename. Van jaar tot jaar neemt het segment grote kotters gemiddeld af in omvang, terwijl de actieve vloot tot 300 pk langzaam toeneemt. Tussen 2014 en 2015 echter is het aantal grote kotters nagenoeg gelijk gebleven.

Figuur 10.1 Nederlandse vlootsamenstelling (www.agrimatie.nl).



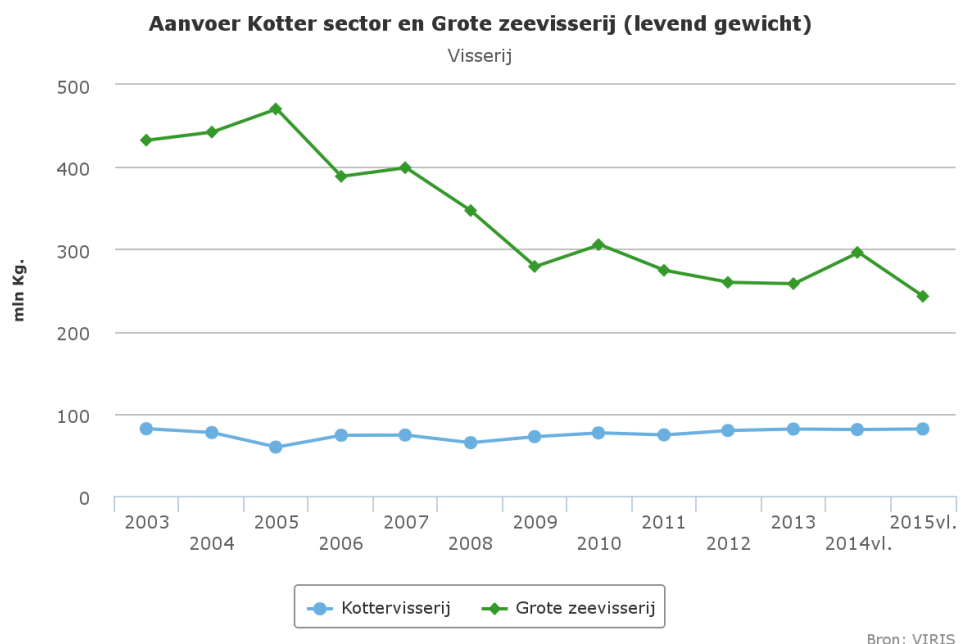
In de volgende figuur is de aanvoer van vis en garnalen weergegeven, verkregen uit VIRIS (aanvoergewicht). Schol, garnalen en tong zijn de meest aangevoerde vissoorten. Het aandeel pelagische vis is in de afgelopen jaren fors afgenomen, van 78% van het totaal in 2010 tot 72% van het totaal in 2015.

Figuur 10.2 Aanvoer van vis en garnalen (demersale vis) (www.agrimatie.nl).



De aanvoer van diepgevroren en verpakte vis door de grote zeevisserij is tussen 2010 en 2015 afgenomen, van 306 mln. kg naar 243 mln. kg in 2015. De belangrijkste pelagische vissoorten die in 2015 aangevoerd zijn: haring, blauwe wijting, horsmakreel en makreel. De belangrijkste demersale vissoorten die in 2015 aangevoerd zijn, zijn schol, tong, tarbot, griet, garnalen en langoestines. De aanvoer van de kottersector schommelt de laatste jaren rond de 80 mln. Kg (zie figuur 10.3)

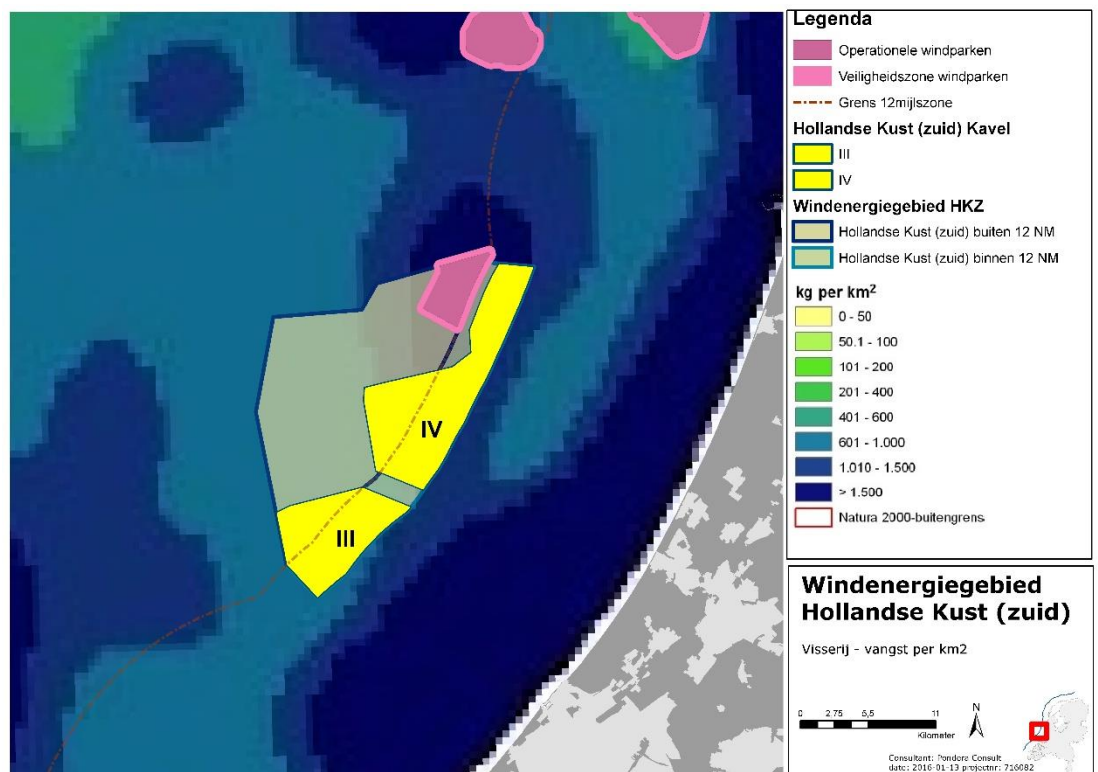
Figuur 10.3 Aanvoer kotter en grote zeevisserij (www.agrimatie.nl).



Er komen in de hele Noordzee meer dan 220 vissoorten voor, waarvan in het Nederlandse deel circa 145 soorten, inclusief haaien en roggen. Zowel de aantallen als de soorten zijn niet gelijkmatig over de Noordzee verdeeld. De visserij op de Noordzee concentreert zich op ongeveer 25 soorten, waarvan platvissen (schol, tong, schar, tarbot en griet), kabeljauwachtigen (kabeljauw, koolvis, schelvis, wijting), haring, sprot, zandspiering en makreel de hoofdmoot uitmaken.

De vangstopbrengst in 2008 in kavel IV en omgeving is weergegeven in figuur 10.4. Hieruit blijkt dat kavel IV (gele contour) in een gebied ligt met een relatief hoge vangstopbrengst. Bij een opbrengst van ca. 1.000 kg/km² is de opbrengst voor heel het aangewezen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) circa 352.000 kg/jaar. Het gehele windenergiegebied beslaat een oppervlakte van 356 km².

Figuur 10.4 Vangst visserij per km² in de omgeving van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (peildatum 2008) Bron: LEI, Wageningen UR 2010.



Nieuwe (duurzame) vistechnieken

De visserijsector in Nederland bevindt zich in een transitieproces, waaronder het gebruik van meer duurzame vismethoden. Nieuwe vistechnieken in de boomkorvisserij zoals de pulsvisserij, de visserij met de sumwing en de hydrorigvisserij laten de bodem meer met rust en verminderen onbedoelde bijvangsten. Tevens leiden deze nieuwe vismethoden 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

Het belangrijkste effect van het windpark op de visserij is dat binnen het windpark en de bijbehorende veiligheidszone van 500 m rondom het windpark thans niet mag worden gevist. In de Beleidsnota Noordzee (2016-2021) is uiteengezet dat alle operationele windparken, met uitzondering van de Gemini windparken, opengesteld worden voor doorvaart en medegebruik onder voorwaarden. Deze voorwaarden worden uitgewerkt in beleidsregels. In ieder geval wordt het niet toegestaan om met schepen langer dan 24 meter door het gebied te varen. Bodemberoerende visserij blijft ook verboden. In de beleidsregels zal vermeld worden welke vormen van visserij wel worden toegestaan. Het ruimtebeslag van kavel IV ten opzichte van het NCP is zeer gering. De oppervlakte van kavel IV bedraagt, inclusief veiligheidszone van 500 meter, circa 101 km². Dit betekent dat, gezien de grootte van het NCP (57.000 km²), kwantitatief slechts 0,18% van het bevisbare oppervlak op het NCP verloren gaat voor boten die groter zijn dan 24 meter en bodemberoerende visserij. De inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op. Het gebied dat verloren gaat betreft echter een gebied met een relatief hoge opbrengst per km² (zie figuur 10.4), waardoor het gaat om een voor de visserij interessant gebied.

Het verlies aan visgronden zal een geringe toename van de visserijdruk op de resterende visgronden laten zien. Hierdoor zal de vangstefficiëntie van een schip 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.

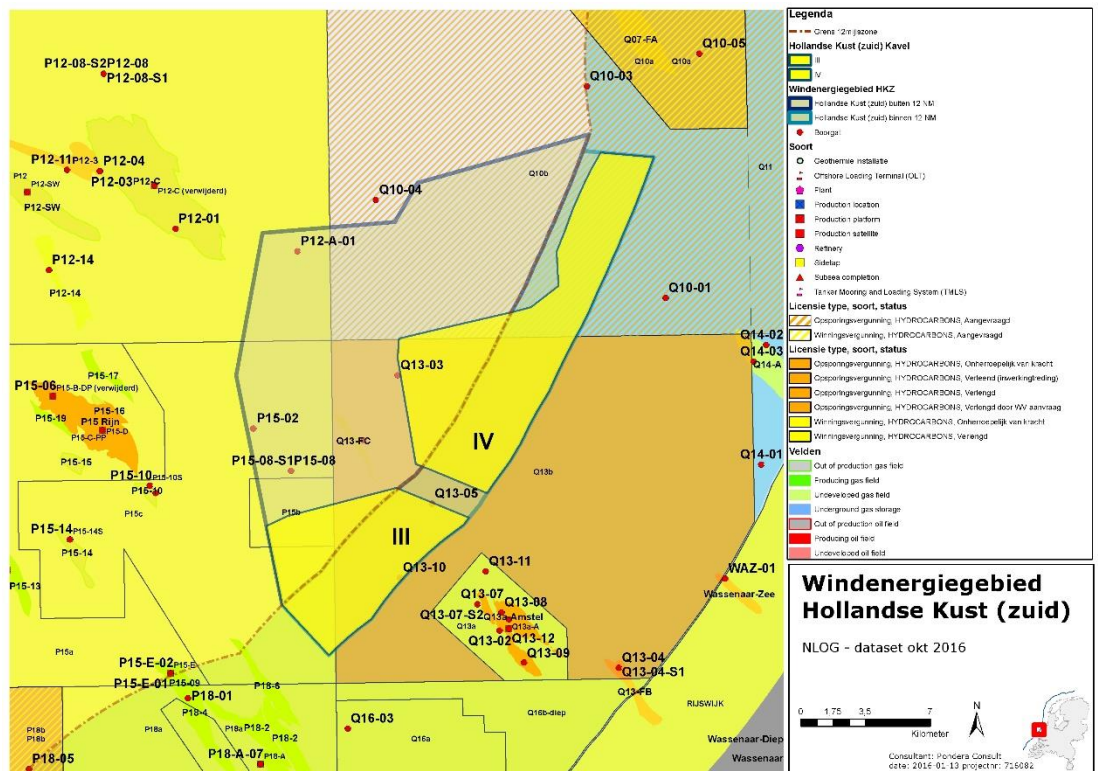
10.5 Olie- en gaswinning

10.5.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn verschillende vergunningen afgegeven voor de winning van delfstoffen. Het betreft één opsporingsvergunning en drie winningsvergunningen. 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. Het meest nabij gelegen platform op zee is het platform Q13a-A en ligt op ca. 7 kilometer afstand tot kavel IV. De vliegbewegingen van helikopters van en naar de mijnbouwinstallaties (olie- en gasplatforms) komen in paragraaf 10.6 aan de orde.

Figuur 10.5 Vergunningen, velden, platforms en boorgaten in omgeving van Hollandse Kust (zuid)
(Bron: nlog.nl dataset oktober 2016).



10.5.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens de exploitatie

Het windenergiegebied beslaat een deel van het NCP waarop verschillende winnings- en opsporingsvergunningen zijn vergeven. In onderstaande tabel worden de verschillende vergunningen en vergunninghouders weergegeven, waarbij vermeld wordt of deze vergunningen betrekking hebben op het gebied van kavel IV.

Tabel 10.3 Overzicht vergunningen en velden olie en gas windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (bron: NLOG, 2016).

Vergunning	Status	Tot	Vergunninghouder	Overlap met kavel IV?
Winningsvergunning P12	Onherroepelijk van kracht	8-3-2030	Wintershall B.V. (uitvoerder)	Nee
Winningsvergunning P15b	Onherroepelijk van kracht	12-7-2024	Dana Petroleum Netherlands B.V., Dyas B.V., Oranje-Nassau Energie B.V., TAQA Offshore B.V., Van Dyke Netherlands Inc., Wintershall Noordzee B.V.	Nee
Winningsvergunning P15c	Onherroepelijk van kracht	7-5-2032	Dana Petroleum Netherlands B.V., Dyas B.V., Oranje-Nassau Energie B.V., TAQA Offshore B.V., Wintershall Noordzee B.V.	Nee
Opsporingsvergunning Q13b	Onherroepelijk van kracht	8-5-2019	ENGIE E&P Nederland B.V.	Ja
Gasveld Q13-FC	Niet-ontwikkeld, productiestart onbekend	-	Oranje-Nassau Energie B.V.	Nee
Opsporingsvergunning Q10b	Aangevraagd	-	Tulip Oil Netherlands B.V.	Ja

De aanleg en exploitatie van windturbines in kavel IV heeft derhalve overlap met het oppervlak waarop een opsporingsvergunningen van toepassing is.

De aanwezigheid van een windpark in kavel IV kan in de toekomst olie- en gaswinning bemoeilijken, indien zich een olie- of gasveld onder het windpark bevindt. Wat betreft kavel IV is dit met de huidige kennis echter niet het geval. Aangezien het niet direct noodzakelijk is om een boring recht boven een olie- of gasveld uit te voeren, is het echter niet zo dat het windpark olie- en gaswinning onmogelijk zal 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. Seismisch onderzoek naar de aanwezigheid van olie- of gasvelden is nagenoeg onmogelijk in een windpark. Voorafgaand aan de bouw tot circa 2022 en na de ontmanteling van het park zo'n 25 jaar later, is seismisch onderzoek weer mogelijk. Ook het mogelijk toekomstige 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. Aangezien kavel IV alleen overlap kent met opsporingsvergunningen en niet met winningsvergunningen of bekende gas- en olievelden, worden de effecten dan ook als neutraal (0) beoordeeld.

Effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud

De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windpark hebben geen gevolgen voor de bestaande mogelijkheden van de olie- en gaswinning, omdat deze activiteiten zich binnen het gesloten gebied afspelen waar geen platforms aanwezig zijn. De effecten van kavel IV tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud worden als neutraal (0) beoordeeld.

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

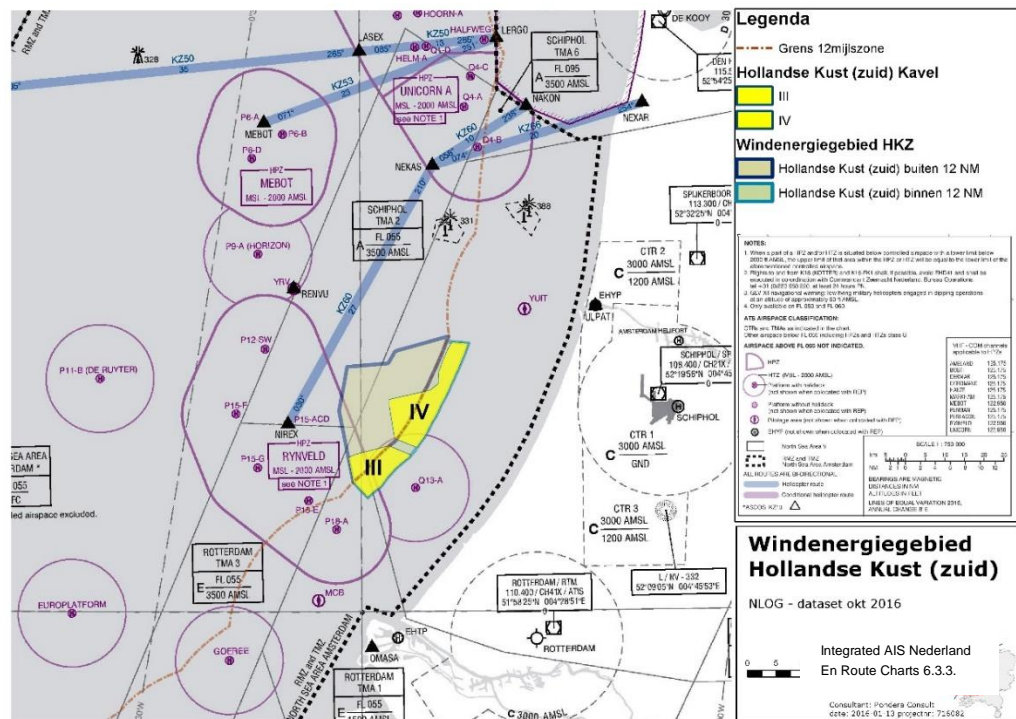
Ten aanzien van burgerluchtvaart gelden, behoudens uitzonderingen, de minimum vlieghoogten die zijn opgenomen in het Besluit luchtverkeer 2014 en Verordening EU nr. 923/2012:

- 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.

Helikopterverkeer

In de omgeving van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bevinden zich meerdere olie- en gasplatforms waardoor vliegbewegingen van helikopters zijn te verwachten (zie figuur 10.6). De olie- en gasplatforms op de Noordzee worden onder andere ontsloten door helikopters. Door middel van luchttransport worden goederen en personeel van en naar de boorplatforms vervoerd. De aanvliegroutes van deze helikopters zijn relatief laag boven de zeespiegel en zijn door de overheid aangewezen, de zogenoemde *Helicopter Main Routes* (HMR). Deze routes hebben een vlieghoogte van 1500 tot 3000 voet 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 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 platforms op een vlieghoogte tot 2000 voet mogelijk maken.

Figuur 10.6 ENR 6.3.3. North Sea Operations (bron: www.ais-netherlands.nl, d.d. 10 november 2016).



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 voeten (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 (zuid). Militaire luchtvaartuigen vliegen in de praktijk soms ook buiten deze gebieden laag. Dit gebeurt op delen van de Noordzee waar geen obstakels aanwezig zijn.

10.6.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud

Voor de luchtvaart is het van belang aan te geven waar het windpark is gesitueerd vanwege de hoogte van turbines. Tijdens de aanleg van het windpark worden turbines dan ook uitgerust met obstakelverlichting conform de bepalingen van de IALA-richtlijn (IALA Recommendation O-139).

Het luchtvaartverkeer vliegt op grote hoogte boven het windpark en het windpark heeft derhalve dus geen effect.

Effecten tijdens de exploitatie

Burgerluchtvaart

Het windenergiegebied Hollandse Kust ligt binnen de laterale grenzen van verschillende TMA's (Terminal Manoeuvring Area's); Schiphol TMA 1 en 2, Rotterdam TMA 1 en 3. De laagste ondergrens van deze TMA's is 1500 voet (circa 460 meter) en de hoogste bovengrens is 9500 voet (FL095). 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 Luchterduinen ligt in TMA1. Daar is al rekening mee gehouden. De effecten ten aanzien van burgerluchtvaart worden als neutraal (0) beoordeeld.

Helikopterverkeer

Ten westen van het windenergiegebied is een Helicopter Main Route gesitueerd; KZ60. Het hart van deze route doorkruist het windenergiegebied niet en ondervindt ook geen directe invloed van kavel IV. Uit figuur 10.7 blijkt dat er geen overlap bestaat met kavel IV.

Wel valt een deel van kavel IV binnen de grenzen van de Helicopter Traffic Zone (HTZ) van platform Q13a-A. Een HTZ is een zone rondom een boor- of productieplatform met als doel om op lage hoogte veilig manoeuvres te kunnen uitvoeren, verboden aan de nadering of het vertrek van een helikopter. De 'zone' van een HTZ/HPZ betreft de verticale hoogte van gemiddeld zeeniveau (MSL) tot maximaal 2000 voet boven MSL tot een afstand van 5 NM vanaf het helidek. Kavel IV ligt gedeeltelijk binnen een HTZ (zie figuur 10.7) en dus binnen een afstand van 5 NM tot het genoemde platform. In onderstaande tabel wordt de afstand tot het platform en de operator van dit platform vermeld.

Tabel 10.4 Nabijgelegen platforms.

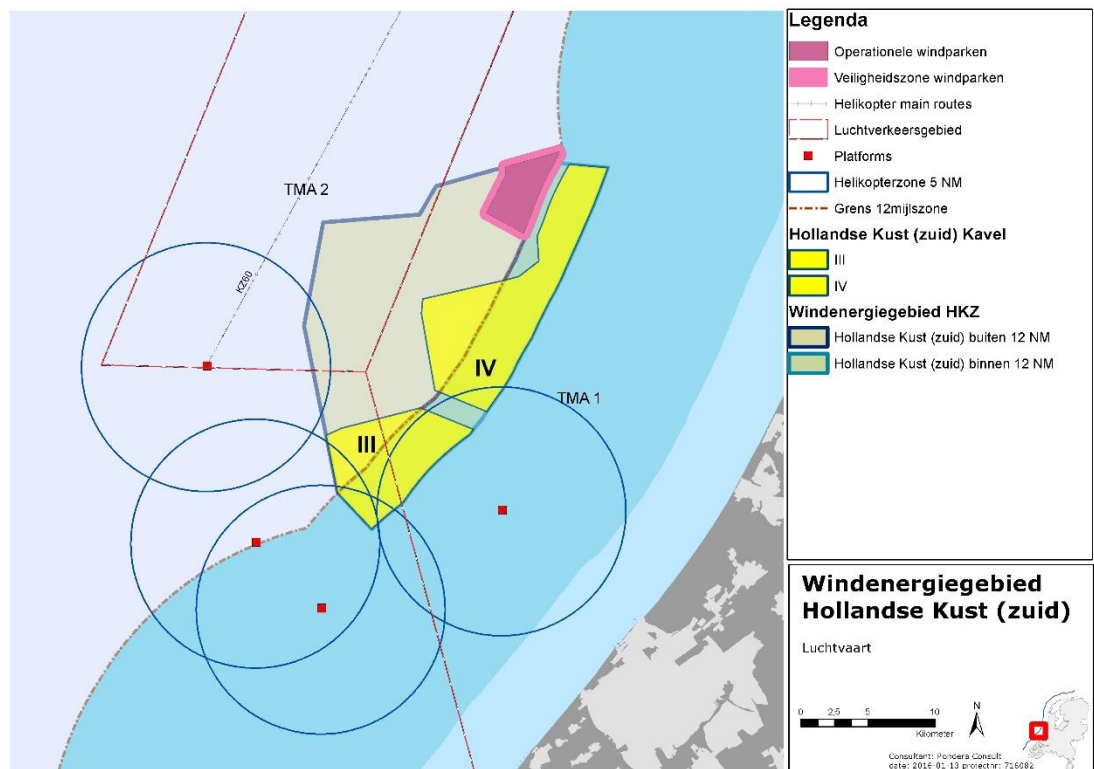
Platform	Operator	Afstand tot kavel IV
Q13a-A	GDF	ca. 7km (ca. 4 NM)

In de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 wordt het volgende aangegeven over de afstand tussen windturbines en mijnbouwplatforms:

Indien de afstand van de locatie van de voorgenomen windkavel tot een bestaand mijnbouwplatform kleiner is dan 5 NM of als deze kavel komt binnen de onderhoudscontour van een aanwezige transportleiding, dan zal worden afgestemd met de betreffende mijnbouwonderneming(en). (...) Inzet bij het vinden van de maatwerkoplossing is 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), 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.

Daarnaast is onderzoek naar de toepasbaarheid van de segmentbenadering uitgevoerd. De uitkomsten van het onderzoek geven aan dat plaatsing van windturbines binnen de obstakelvrije zone van een offshore platform mogelijk is, mits wordt voldaan aan enkele voorwaarden. Uit dit onderzoek (To70, 2017) blijkt dat de bereikbaarheid van het platform Q13a-A van 95% afneemt tot 87%. Dit effect wordt voornamelijk veroorzaakt door de ligging van kavel III. Hierop lettende, evenals op de overlap en het oppervlak van deze overlap met de HTZ's worden de effecten op helikopterbereikbaarheid als beperkt negatief (0/-) beoordeeld.

Figuur 10.7 Afstand tot omliggende platforms i.r.t. helikopterbereikbaarheid.



Bereikbaarheid TenneT-platformen

De platformen van TenneT in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden gezien de geringe afstand tot de kust uitgevoerd zonder een helikopterdek. Er is dan ook geen effect van helikoptertransport van en naar deze platformen te voorzien.

Vliegbewegingen in opdracht van de kustwacht (o.a. SAR)

Een windpark in kavel IV 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, 2005⁸]. Tijdens dat onderzoek is aangetoond dat reddingsoperaties vanuit de lucht met name tijdens omstandigheden met beperkt zicht moeilijk zijn (in verband met de slechte zichtbaarheid van windturbines). Daarnaast is onlangs 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

Kavel IV ligt niet in een laagvlieggebied of een militaire TMA. Er kan daarom gesteld worden dat onder normale omstandigheden een windpark in kavel IV 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 toegestaan zeewaarts van de doorgaande NAP -20 dieptelijn tot de 12-mijlsgrens. 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. In kavel IV vindt actieve zand- of grindwinning plaats (zie figuur 10.8). Daarnaast zijn op meerdere plaatsen in kavel IV verlaten zandwingegebieden aanwezig; Q10B, Q10G, Q10PW1, en Q13D. Deze zijn niet uitgeput. De actieve zandwingegebieden waar kavel IV mee overlapt zijn Q10F en Q10R. In onderstaande tabel wordt overige informatie weergegeven.

Tabel 10.4 Zandwingegebieden in kavel IV.

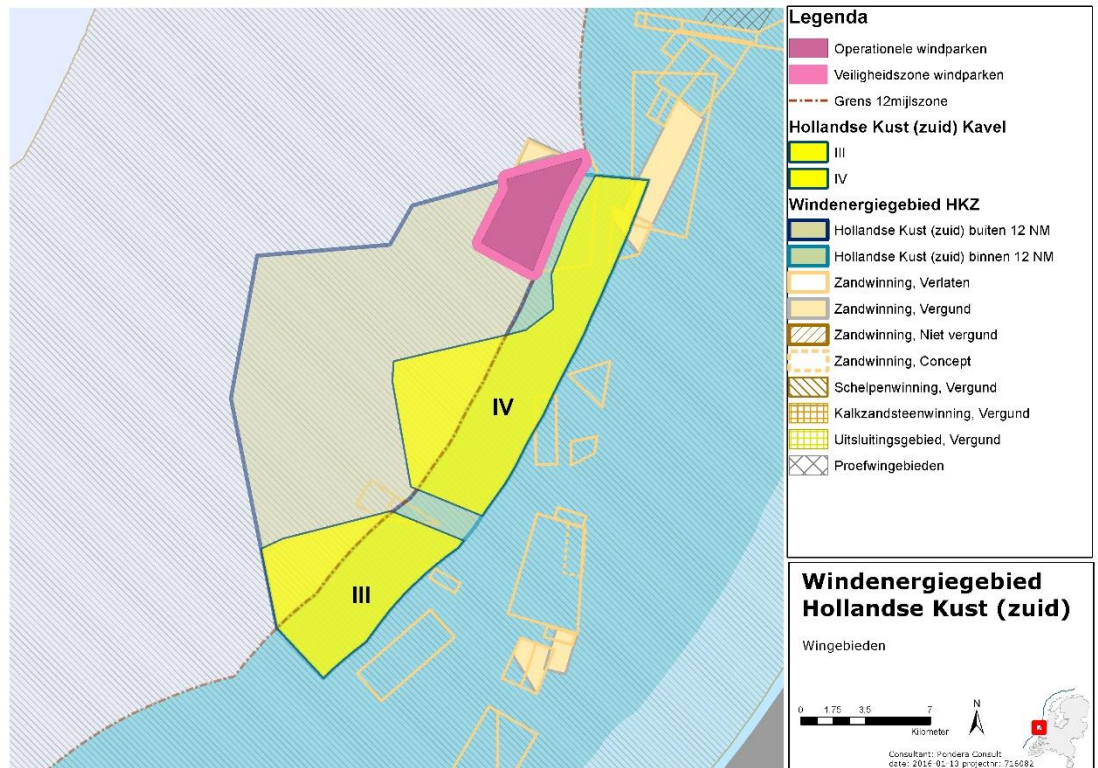
Naam	Soort	Status	Sinds:
Q10F	Strandsuppletie en commerciële winning	Actief	2001

⁸ Brown, Offshore Wind Farm Helicopter Search and Rescue Trials Undertaken at the North Hoyle Wind Farm, 2005

Naam	Soort	Status	Sinds:
Q10R	Suppletie-zandwinning	Actief	2014

Schelpenwinning vindt zeewaarts van de 5 m-dieptelijn plaats in hoeveelheden die in overeenstemming zijn met de natuurlijke aanwas.

Figuur 10.8 Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en wingebieden.



10.7.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens de exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt volledig in vergund gebied voor schelpenwinning. Daarnaast zijn er twee actieve gebieden voor zandwinning gelegen binnen kavel IV. Er zijn beperkt negatieve effecten op (potentiële) zandwinning, aangezien er een overlap bestaat van kavel IV met het reserveringsgebied voor zandwinning (het gebied tussen de doorgaande –NAP 20 meter dieptelijn en de 12-mijlsgrens). In het planMER voor de Rijksstructuurvisie Windenergie op zee aanvulling Hollandse Kust staat weergegeven dat de strook tussen 10 en 12 NM voor windenergie in windenergiegebied Hollandse Kust overlapt met circa 3 % van het gebied waar zandwinning prioriteit heeft. Daarnaast kan door de aanwezigheid van windturbines in kavel IV 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 zandwingebieden als negatief (-) beoordeeld.

De mogelijkheid tot schelpenwinning neemt ook af. Echter, het totale oppervlak waarbinnen schelpenwinning kan plaatsvinden is van een dermate grote omvang, dat de beperking door kavel IV als verwaarloosbaar kan worden geacht. Het betreft een beperking van 101 km² op een totaal van 57.000 km². Dit betreft circa 0.18% 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 IV. 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 Noord, Loswal Noordwest, Verdiepte Loswal en Loswal IJmuiden. In kavel IV zijn geen loswallen gelegen.

10.8.2 Effectbeschrijving

In het gebied liggen geen baggerstortgebieden of loswallen. Wel liggen in de omgeving van het windenergiegebied verschillende baggerstortgebieden en loswallen. Ten zuidoosten van het gebied ligt op circa 10 kilometer de loswal Noordwest. Daarnaast ligt ten noordoosten van het gebied op circa 15 kilometer het stortvlak IJ-geul. Beide vlakken 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

Scheepvaart- en walradar

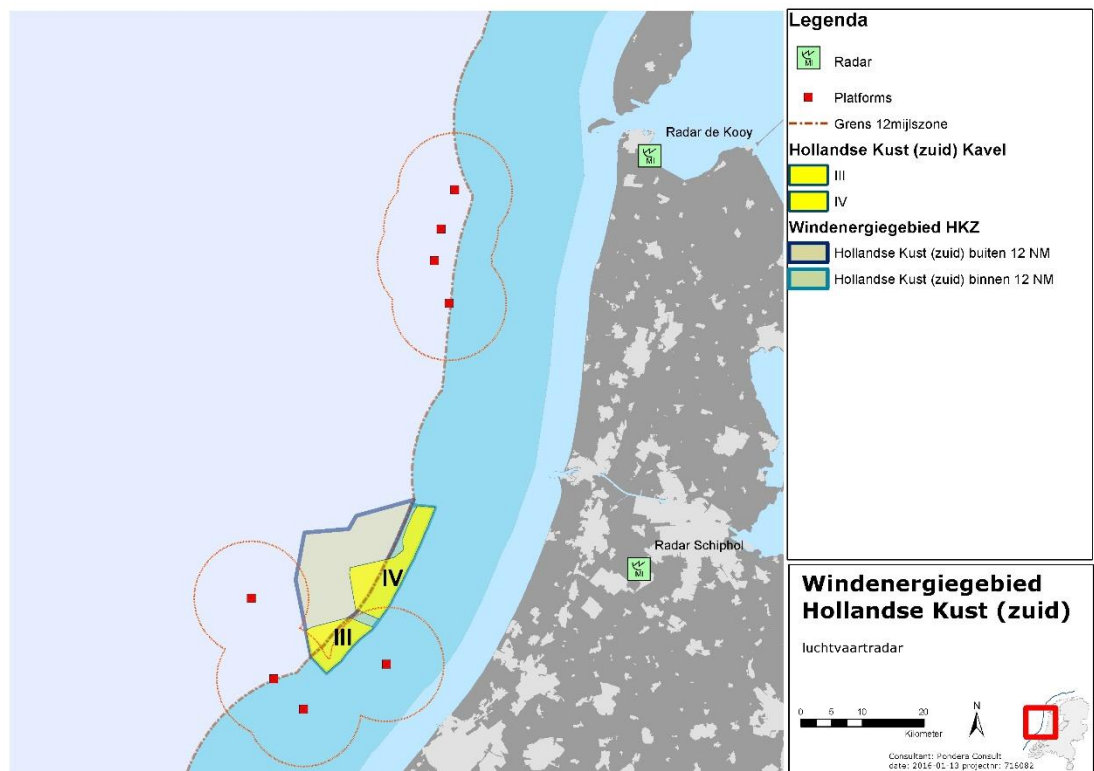
Langs de Nederlandse kust staan verschillende radarposten, onder andere voor de kust bij Rotterdam en bij IJmuiden. Deze radarposten worden gebruikt voor de scheepvaartverkeersbegeleiding voor respectievelijk de Rotterdamse en de Amsterdamse haven (Vessel Traffic Management System, kortweg VTS) en door de Kustwacht. 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.

Luchtvaartradar

De radar voor de luchtverkeersbegeleiding van Schiphol ligt op circa 34 km afstand van kavel IV van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (zie figuur 10.9).

Figuur 10.9 Luchtvaartradar in de omgeving van Hollandse Kust (zuid).



10.9.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud

Luchtvaartradar

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 luchtvaartradar tijdens de aanleg- of verwijderingsfase.

Scheepvaart- en walradar

De hoekpunten van het windpark zijn ook zichtbaar op 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 scheepvaartradar tijdens de aanleg- of verwijderingsfase.

Effecten tijdens de exploitatie

Luchtvaartradar

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 48 km afstand van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). 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 (zuid) is circa 70 km. Ook hiervoor geldt dat niet is te verwachten dat het windpark enig effect heeft op het functioneren van de radar. De effecten op luchtvaartradar worden dan ook als neutraal (0) beoordeeld.

Scheeps- en walradar

De dekking van de walradarketen valt gedeeltelijk over het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). 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 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 mogelijkerwijs 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 hoofdlus ook zijlussen op. Wanneer windturbines zich in de buurt van de radar bevinden kunnen reflecties ontstaan met deze zijlussen.

Een experiment op de simulator van MARIN (MARIN, Rapport Nr. 20232.621 IAS) heeft geleerd dat de ARPA (Automatic Radar Plotting Aid) functie van de scheepsradar af en toe de echo verliest van een schip dat achter het windpark zit. Maar dit leidt niet tot gevaarlijke situaties, omdat schepen achter het windpark geen potentieel gevaar voor het eigen schip opleveren. Het wordt pas gevaarlijk wanneer de echo wordt verloren op het moment dat beide schepen op dezelfde hoek van het windpark afsteveneren. In deze situatie is echter de kans op het verlies van

een echo kleiner omdat het aantal windturbines dat tussen beide schepen in ligt almaar kleiner wordt naarmate het hoekpunt van het windpark wordt genaderd. Ook de veiligheidszone van 500 meter om het windpark zorgt ervoor dat schepen elkaar bij het naderen van het hoekpunt visueel eerder zien, omdat in de veiligheidszone geen obstakels zijn. Voor grotere routegebonden schepen is de afstand tot het windpark groter dan 500 meter en zijn derhalve de risico's nog lager. Het risico van kruisende scheepvaart is verder in hoofdstuk 8 beschreven.

Onderzoeken gebaseerd op het offshore windpark 'North Hoyle' in de UK 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 (zuid) zijn radarzichtbeperkingen beperkt, daar het windpark zich ver uit de kust bevindt (en dus ver van havens, aanloopgebieden en –routes inclusief VTS-gebieden).

Voor windpark OWEZ is onderzocht dat "Het schaduw effect verminderd zou kunnen worden als de waarnemingen van de sensoren te IJmuiden en te Zandvoort worden gecombineerd (...). Dit geldt tevens indien er een extra sensor geplaatst zou worden achter de windturbines" (TNO-FEL, 1999). Deze sensor zou mogelijk echter ook op land kunnen worden geplaatst. Om dubbele schijndoelen te onderdrukken is de meest voor de hand liggende oplossing een vergroting van de afstand tussen schip en windturbine. "Bij een minimale afstand van 1.400 meter is dit het geval. Indien schepen op grotere afstand blijven zal het ontvangend vermogen als gevolg van het optreden van een dubbel schijndoel lager zijn dan dat als gevolg van een gewoon schijndoel" (TNO-FEL, 1999). Daardoor is de gewone zijlusonderdrukking voldoende om de dubbele schijndoelen te onderdrukken. De afstand tussen windparken en de scheepvaartroutes (routegebonden scheepvaart) is conform de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 minimaal 1,24 NM.

In het onderzoek van Howard en Brown⁹ 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 OWEZ¹⁰ 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 staan. Daarnaast liggen de (internationale) scheepvaartroutes op 1,87 NM afstand van de windparken waardoor er nabij hoekpunten voldoende ruimte is om naderende schepen tijdig te signaleren.

Kavel IV ligt op een dermate grote afstand van platformen op zee die zijn uitgerust met een radarsysteem, dat de functie van deze systemen (veiligheid ten behoeve van het platform) gewaarborgd kan blijven.

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 zijn.¹¹ Eén van die maatregelen is een AIS B- en marifoonverplichting voor schepen die in het windpark varen.

De effecten van kavel IV op de luchtvaart-, wal- en scheepvaartradar zijn –met inachtneming van de reeds getroffen maatregelen– dan ook 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 (zuid) loopt een aantal kabels en leidingen (zie figuur 10.10):

- TAT 14 Segment J (Telecomkabel)
- TAT 14 Segment I (Telecomkabel)
- Concerto 1 Segment 1 North (Telecomkabel)
- Circe 1 North (Telecomkabel)
- Ulysses 2 (Telecomkabel)
- Permitted, not yet constructed (Kabel)

⁹ 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.

¹⁰ Radio Holland, Onderzoek naar radarverstoring door Prinses Amaliawindpark en Offshore Windpark Egmond aan Zee, Resultaten van de veldexperimenten in 2010 bij kalme zee, 2012

¹¹ Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Uitwerking besluit doorvaart en medegebruik van windparken op zee in het kader van Nationaal Waterplan 2016 – 2021, december 2015

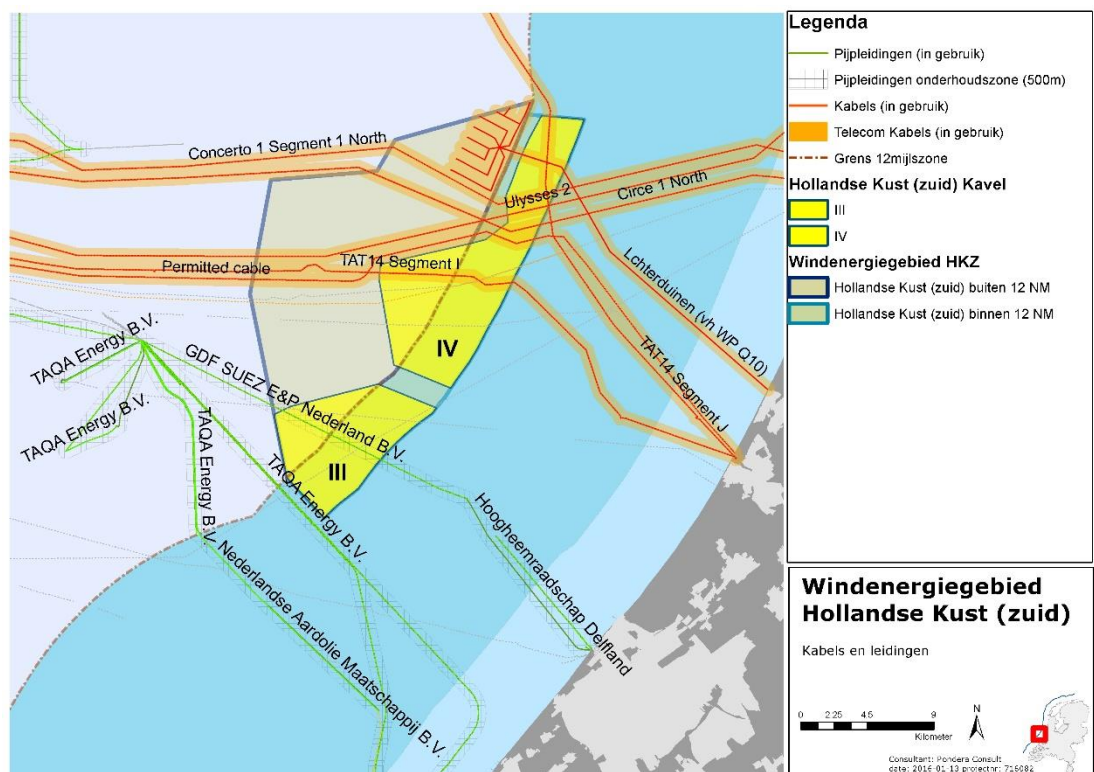
- Luchterduinen (voorheen Q10) (Elektriciteitskabel)
- ENGIE E&P Nederland B.V. (Buisleiding) (voorheen GDF SUEZ E&P Nederland B.V.)
- TAQA Energy B.V. (Buisleiding)

Daarnaast lopen er kabels door het gebied die verlaten zijn, zoals die van KPN Qwest. Kavel IV wordt door alle hierboven genoemde kabels doorsneden, zoals in figuur 10.10 is weergegeven. In onderstaande tabel is aanvullende informatie van deze kabels weergegeven. Kavel IV wordt niet doorsneden door een buisleiding.

Tabel 10.5 Informatie kabels gelegen in kavel IV.

Naam	Soort	Eigenaar	connectie
TAT 14 Segment J	Telecom	Deutsche Telekom	NL – D
TAT 14 Segment I	Telecom	British Telecom	NL – FR
Concerto 1 Segment 1 North	Telecom	Flute ltd.	NL – UK
Circe 1 North	Telecom	Viatel UK tld.	NL – UK
Ulysses 2	Telecom	MCI World Com	NL – UK
Permitted cable	Unknown	Unknown	NL – IR
Luchterduinen	Elektra	Eneco WP Q10	NL – NL

Figuur 10.10 ligging kabels en leidingen in omgeving Hollandse Kust (zuid).



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. In figuur 10.10 is rekening gehouden met een onderhoudszone van 500 meter aan weerszijden van de kabels en pijpleidingen.

10.10.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Realisatie van het windpark kan van invloed zijn op de onderhoudsmogelijkheden van bestaande kabels en leidingen. De vaartuigen voor onderhoud en reparatie hebben een zekere manoeuvreerruimte nodig. Bij onderwaterwerkzaamheden gaan vaartuigen voor anker, de ankerdraden kunnen hierbij enkele honderden meters naar voor en achter worden uitgezet. Om te voorkomen dat nieuwe windparken het onderhoud aan bestaande kabels en leidingen belemmeren wordt een onderhoudszone aangehouden rondom in gebruik zijnde kabels (Beleidsnota Noordzee 2016-2021). In deze zone mogen geen windturbines staan en bij werkzaamheden dient hier rekening mee te worden gehouden.

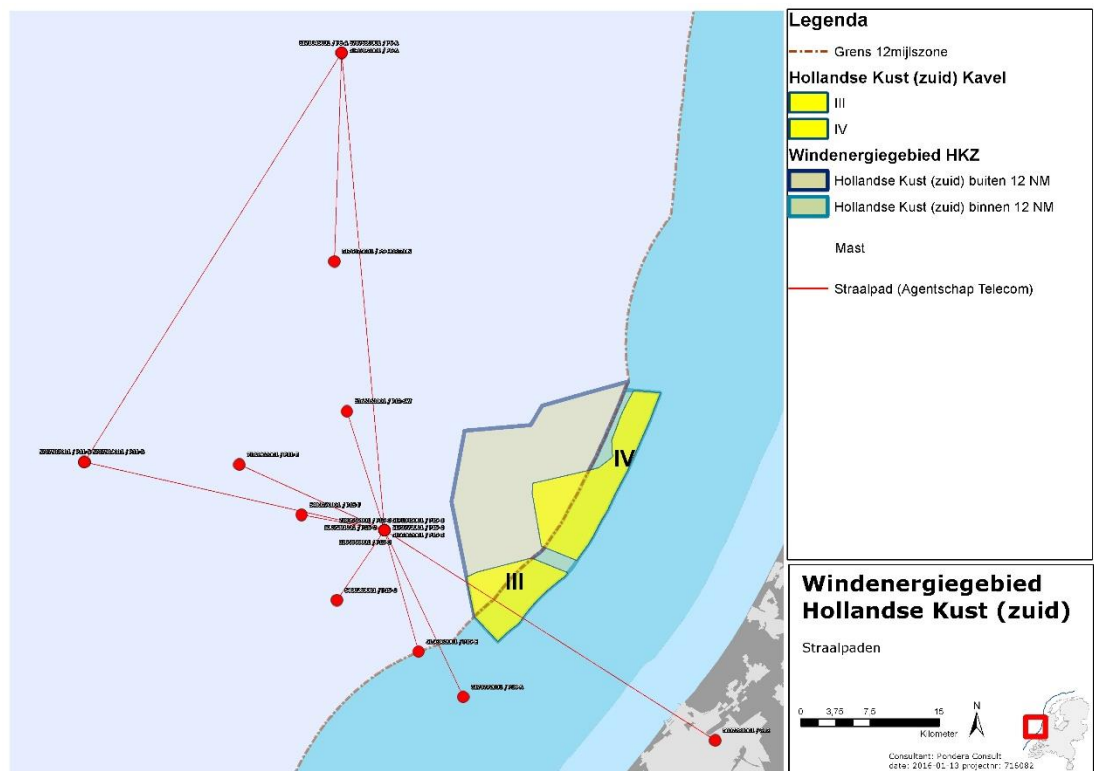
Doordat langs de in gebruik zijnde kabels in kavel IV een onderhoudszone wordt gehanteerd van 500 meter, heeft het windpark een effect op de nabij gelegen telecomkabels. De onderhoudszone wordt immers verkleind tot 500 meter. De effecten worden als beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0), omdat deze binnen de marge van de beleidsnota Noordzee vallen. De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op. Ook zullen mogelijk meerdere kabels gekruist worden door de bekabeling 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 effecten op aanwezige kabels en leidingen worden dan ook als licht 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. Een aantal hiervan kruist windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (zie figuur 10.10). Op de Noordzee liggen ook diverse straalpaden. Door middel van deze straalpaden vindt communicatie plaats tussen 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. Figuur 10.11 geeft de in de omgeving van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) aanwezige straalpaden weer.

Figuur 10.11 Aanwezige straalpaden.



10.11.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Voor de effecten van kavel IV op telecomkabels, zie paragraaf 10.10. Daarnaast bevinden zich voornamelijk ten westen van het windenergiegebied meerdere straalverbindingen. Er loopt één straalverbinding van de kust naar het platform P15-C ten zuiden van kavel IV.

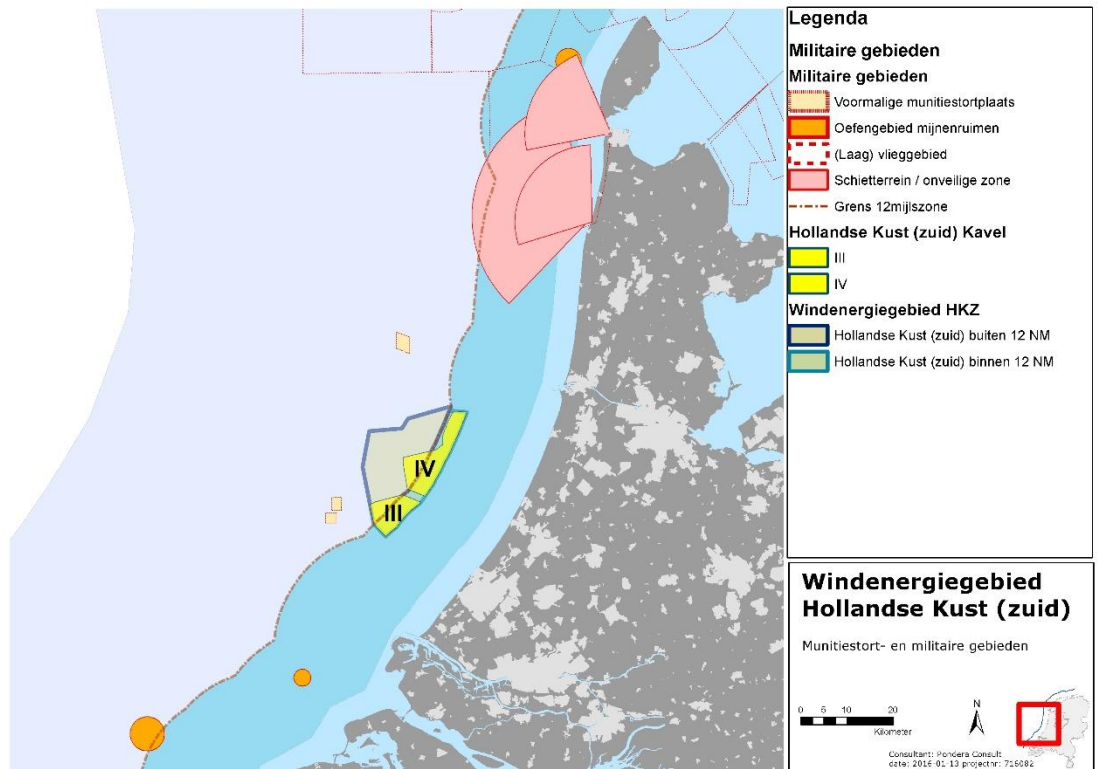
Er is geen sprake van interferentie op een straalverbinding door het windpark in kavel IV. De effecten worden als neutraal (0) beoordeeld.

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, of als oefengebied voor het ruimen van mijnen. Daarnaast zijn er ook voormalige munitiestortgebieden in de Noordzee. Al deze gebieden zijn weergegeven in figuur 10.12. Deze liggen buiten windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Figuur 10.12 Ligging munitiestort- en militaire gebieden.



Er is een bureaustudie naar niet-gesprongen explosieven (NGE) in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) uitgevoerd¹². Daaruit blijkt dat het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en het omliggende gebied het toneel was van vele oorlog gerelateerde gebeurtenissen gedurende zowel de Eerste, als de Tweede Wereldoorlog. Het volledige windenergiegebied, en dus ook kavel IV, moet als NGE-risicogebied worden aangemerkt.

10.12.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Het windenergiegebied heeft geen effecten op de bestaande voor militaire doeleinden gebruikte gebieden, zoals als (laag)vlieggebied, schietterrein / onveilige zone, of als oefengebied voor het ruimen van mijnen.

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. De mogelijke aanwezigheid van NGE vormt echter geen belemmering voor de realisatie van het windenergiegebied (zie de bureaustudie van REASeuro, 2016). Met goed NGE-risicomanagement kan het risiconiveau tot een aanvaardbaar niveau worden teruggebracht. In de voorbereidingsfase wordt aanbevolen om een uitgebreid geofysisch (bathymetrisch) onderzoek uit te voeren ter voorbereiding op een specifiek op NGE gerichte detectie. In de uitvoeringsfase wordt aanbevolen de NGE-risicoanalyse te herijken op basis van

¹² REASeuro, Site data Hollandse Kust (zuid) wind farm zone, Unexploded Ordnance (UXO) – Desk Study, 12 februari 2016

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.

De effecten op 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

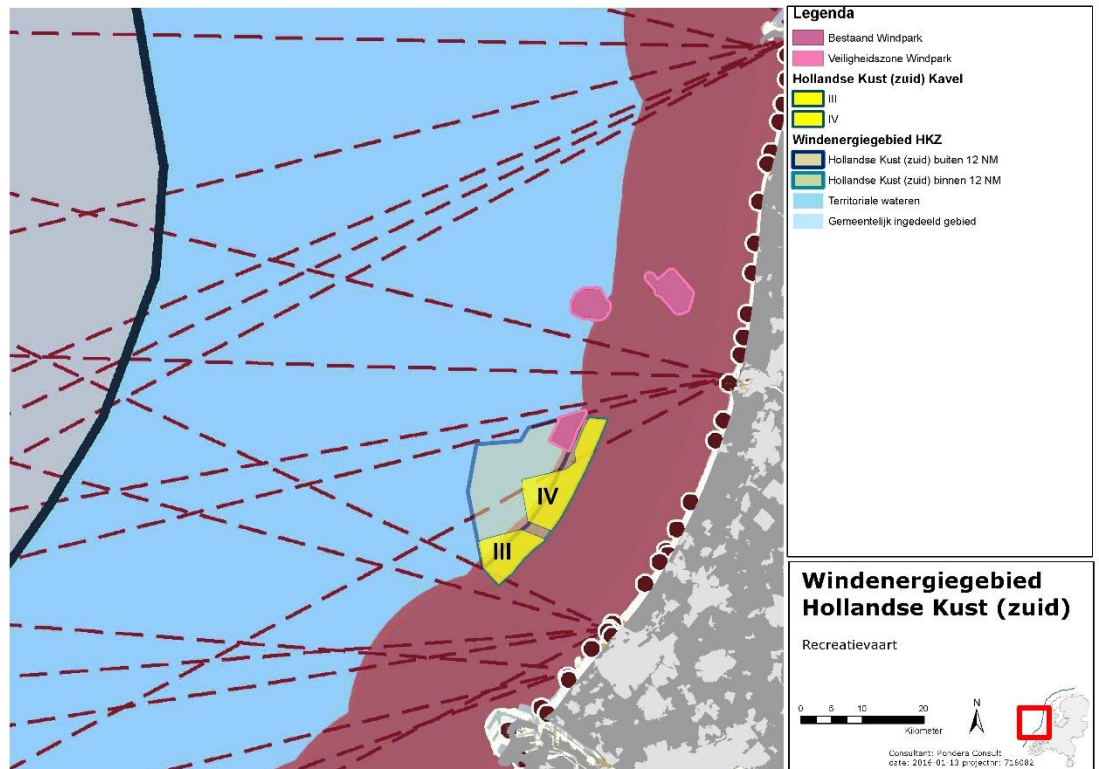
10.13.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

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 (2015).

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 zuiden. Vanuit onder andere de havens bij Den Helder, IJmuiden, Scheveningen en Hoek van Holland worden er ook oversteken gemaakt naar Engeland. Ook het gebied ter plaatse van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) wordt gebruikt om de oversteek naar Engeland (Thamesmonding) te maken (zie figuur 10.13).

Figuur 10.13 indicatieve routes recreatievaart Noordzee (de exacte vaarbewegingen zijn veelal niet in één rechte lijn, bijvoorbeeld doordat scheepvaartroutes haaks gekruist dienen te worden).



10.13.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

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).

Het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt op de indicatieve route van recreatievaart, vertrekkende vanuit het Noordzeekanaalgebied. De aanwezigheid van kavel IV (en ook de andere kavels) zal dan ook resulteren in de verplichting tot omvaren voor de recreatievaart die groter is dan 24 meter. Echter ligt het windenergiegebied dusdanig ver van de kust, dat door de aanwezigheid van kavel IV 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.

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.

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 (2015), 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 volgende¹³: *Recent is een nieuwe enquête naar de beleving van zichtbare windmolens vanaf het strand door Motivaction uitgevoerd¹⁴. 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 2015

Het onderzoek van Decisio (2015) 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 toeristische 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.”

¹³ Te raadplegen via:

https://www.eerstekamer.nl/bijlage/20160701/bijlage_6_memo_decisio_3/document3/f=vk5em3tuogq4.pdf

¹⁴ Motivaction, 2016 'Beleving Windparken Hollandse Kust - Onderzoek onder Nederlandse en Duitse kusttoeristen, opdrachtgever: RVO

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:

- *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 Milieu¹⁵ (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

¹⁵ Natuur & Milieu en GfK, 2015. Houding & perceptie van Duitse toeristen t.a.v. windmolens aan de Nederlandse kust

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.”

Op basis van het hiervoor gepresenteerde onderzoek worden geen significante effecten verwacht op kustrecreatie en – toerisme door de komst van turbines in kavel IV (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 (zuid), 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 (zuid). Uit studies blijkt dat een windpark lokaal effect kan hebben op het weer¹⁶. 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 volgende foto, waarin goed te zien is dat door windturbines wolkenvorming kan ontstaan.

¹⁶ 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.

Figuur 10.14: Windpark Horns Rev 1 voor de kust van Denemarken. Foto Vattenfall.



Uit een analyse van het Institute of Technology van Karlsruhe¹⁷ blijkt dat dit effect slechts zeer incidenteel voorkomt, omdat het zich alleen bij zeer specifieke meteorologische omstandigheden kan voordoen. Wolken als te zien in de figuur in het zog (In het Engels: 'wake') van windturbines worden omschreven als 'mixing fog', en worden gevormd wanneer twee bijna verzadigde luchtlagen mixen. Het mixen wordt in dit geval veroorzaakt door de windturbines. Deze situatie kan voorkomen wanneer een koude bijna verzadigde luchtlag wordt geadvecteerd over warmer zeewater. Dit leidt tot de zeerook (tot 5 m boven het zeewater), die ook te zien is op de foto tussen de turbines. De turbines zelf zorgen ervoor dat de koude lucht die passeert gemixt wordt met de warme lucht aan het zeewater. Hierdoor koelt die lucht in het zog af. De temperatuur in het zog gaat daardoor voorbij het verzadigingspunt van 100 % en condenseert. Dit proces volgt het zog en de wolk wordt dus groter op grotere afstand van de windturbine. Eén van de conclusies van het onderzoek is dat het vóórkomen van deze meteorologische situatie zeldzaam is. Dit omdat er twee luchtlagen voor nodig zijn met een uiteenlopende temperatuur, maar allebei nabij het punt van verzadiging. Daarnaast moet de 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 (teveel 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.

¹⁷ 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

10.14 Cultuurhistorie en archeologie

10.14.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Voor het windenergiegebied (en daarmee ook voor kavel IV) bestaat een hoge verwachting voor de aanwezigheid van (resten van) scheepswrakken en vliegtuigwrakken uit de Tweede Wereldoorlog. Daarnaast is het aannemelijk dat vanwege de post-glaciale zeespiegelstijging *in situ* resten van kampementen van jagers/verzamelaars uit het Late-Paleolithicum en het Vroege-Mesolithicum kunnen worden aangetroffen.

Uit het archeologisch bureauonderzoek naar de archeologische waarden in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)¹⁸ is gebleken dat binnen het hele windenergiegebied 52 objecten aanwezig zijn. Uit deze studie is tevens gebleken dat 27 van deze objecten bestaan uit losse voorwerpen zoals verloren kabels en kettingen, en hebben geen archeologische waarde. Voor de overige 25 objecten is de archeologische waarde nog niet vastgesteld.

Aanvullend op het bureauonderzoek is een analyse¹⁹ uitgevoerd op basis van data van een geofysische survey. Deze data is opgenomen met behulp van een side scan sonar, magnetometer en multibeam echosounder.

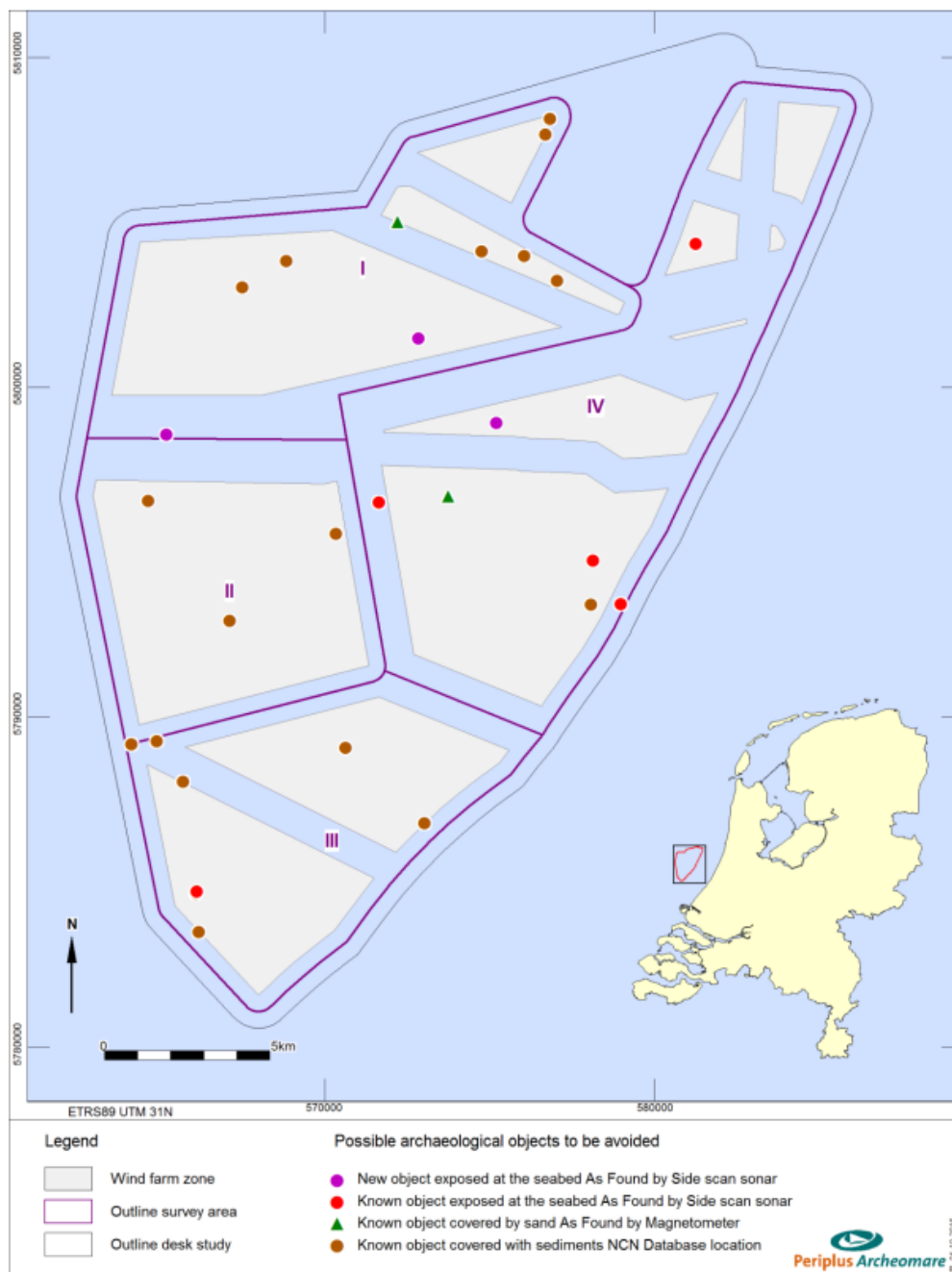
In totaal zijn op basis van de geofysische survey zeven van de 25 objecten teruggevonden. De overige achttien objecten zijn waarschijnlijk bedekt met zand als gevolg van de migrerende zandgolven in het gebied. Naast de bekende objecten zijn 558 nieuwe contacten aangetroffen met behulp van de side scan sonar. Contacten zijn objecten die door middel van sonar worden ontdekt. De analyse van deze contacten resulteerde in drie objecten met een mogelijke archeologische waarde.

Met de magnetometer zijn in totaal 2394 magnetische anomalieën waargenomen. 679 van deze anomalieën kunnen worden gerelateerd aan bekende pijpleidingen of kabels. Slechts 32 kunnen worden gerelateerd aan zichtbare objecten op de zeebodem, waargenomen met side scan sonar. De overige 1683 magnetische anomalieën worden veroorzaakt door de aanwezigheid van onbekende afgedekte ijzerhoudende objecten in de bodem. 245 van deze anomalieën hebben een amplitude van 50 nanoTesla of meer.

¹⁸ PeriplusArcheomare Desk Study Archeological Assessment Hollandse Kust (Zuid), 29-1-2016

¹⁹ PeriplusArcheomare Archeological Assessment Hollandse Kust (Zuid), 13-10-2016

Figuur 10.15 Overzicht van aanwezige objecten (Periplus, 2016).



In het noordelijke deel van kavel IV is een zone geïdentificeerd waarin zich archeologische resten kunnen voordoen uit het Midden Paleolithicum. Er is weinig bekend over de mogelijk aanwezige sedimenten en situatie waarin deze zijn afgezet. Tijdens de aanleg van het windpark

zullen meerdere boorgaten worden gezet, waarbij wordt geadviseerd om de AMZ-cyclus, conform de KNA²⁰ te volgen. Het windpark wordt in deze niet als een bedreiging gezien²¹.

10.14.2 Effectbeschrijving

In het windenergiegebied zijn scheepswrakken, vliegtuigwrakken en mogelijk andere waardevolle archeologische resten geïdentificeerd (zie figuur 10.15). De kans bestaat namelijk dat tijdens de aanleg van het windpark archeologische resten worden aangetast. Deze kans is, naast de mate van aanwezigheid van archeologische waarden, afhankelijk van de diepte van de funderingen en het oppervlak van de funderingen en erosiebescherming. Uit tabel 10.1 blijkt dat het oppervlak van de funderingen in het windpark zeer klein is ten opzichte van het oppervlak van kavel IV. Het totaal oppervlak van de funderingen die diep de bodem ingaan varieert van circa 6.000 m² (jacket en monopile 10 MW) tot circa 12.000 m² (suction bucket 10 MW). De kans dat tijdens het aanbrengen van de funderingen 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 (egalisatie en uitgraven ondiepe put).

Ondiepe archeologische resten kunnen naast aantasting door de funderingen ook worden aangetast door erosiebescherming en het ingraven van de parkbekabeling. Gezien de oppervlakten aan funderingen en erosiebescherming (zie tabel 10.1) kan worden gesteld dat de kans op aantasting van ondiepe archeologische resten het grootst is bij een gravity based fundatie (circa 500.000 m² bij een 10 MW gravity based fundatie). Maar ook hier geldt dat als de oppervlakten worden gerelateerd aan het totaal oppervlak van kavel IV, de kans op aantasting zeer gering is. Op basis van de geïnterpreteerde seismische gegevens wordt geconcludeerd dat door de afwezigheid van de Formatie van Bortel en de Laag van Wijchen en erosie van de top van de pleistocene opeenvolging op 0 tot 8,4 meter onder de zeebodem geen in situ resten van prehistorische nederzettingen worden verwacht.

Zolang de archeologische waarde van de objecten niet is vastgesteld, wordt geadviseerd om de locaties met mogelijke archeologische voorwerpen (28 in totaal), inclusief een bufferzone van 100 meter rondom niet te verstoren. Dit geldt ook voor het graven van sleuven voor kabels en het gebruik van verankeringen van werkschepen.

De oorsprong van de 1683 onbekende begraven ijzerhoudende objecten is onbekend. Dit kunnen archeologische resten zijn, maar kunnen ook (delen van) conventionele explosieven zijn. 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.

²⁰ Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie

²¹ PeriplusArcheomare Archeological Assessment Hollandse Kust (Zuid), 13-10-2016

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 Mosselzaadinvanginstallaties

10.15.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

In de kustwateren wordt gebruik gemaakt van mosselzaadinvanginstallaties (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.

De kweek van schelpdieren op de ruwere gedeelten van de Noordzee is een nieuwe, maar nog ongewisse ontwikkeling. Met name de technische en economische haalbaarheid zijn onderwerp van onderzoek. Als uit onderzoek blijkt dat de kweek van schelpdieren technisch en economisch haalbaar is, dan zal de schelpdierkweek op de Noordzee naar verwachting toenemen. Het nieuwe Europese Fonds voor Maritieme Zaken en Visserij speelt hierop in door o.a. het bieden van financiële ondersteuning om de uitvoering van voorbeeldprojecten te bevorderen op het gebied van schelpdierkweek/maricultuur (waaronder kweek van zeewier/macro-algen).

Een mogelijke innovatie is de realisatie van zeecultuurparken, waar maricultuur en natuurrecreatie kunnen worden gecombineerd. Concrete interesse bestaat op dit moment alleen voor mosselkweek waaronder mosselzaadinvang en kweek van zeewieren. Vooral de ondiepe kustzee (tot 8 à 10 meter diep) komt in aanmerking voor mosselkweek. Daarnaast lijkt mosselkweek gecombineerd te kunnen worden met vaste objecten, zoals windturbines. Gezien de diepte waarop mzi's geplaatst worden ligt combinatie met de windparken in de kavels van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) echter 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

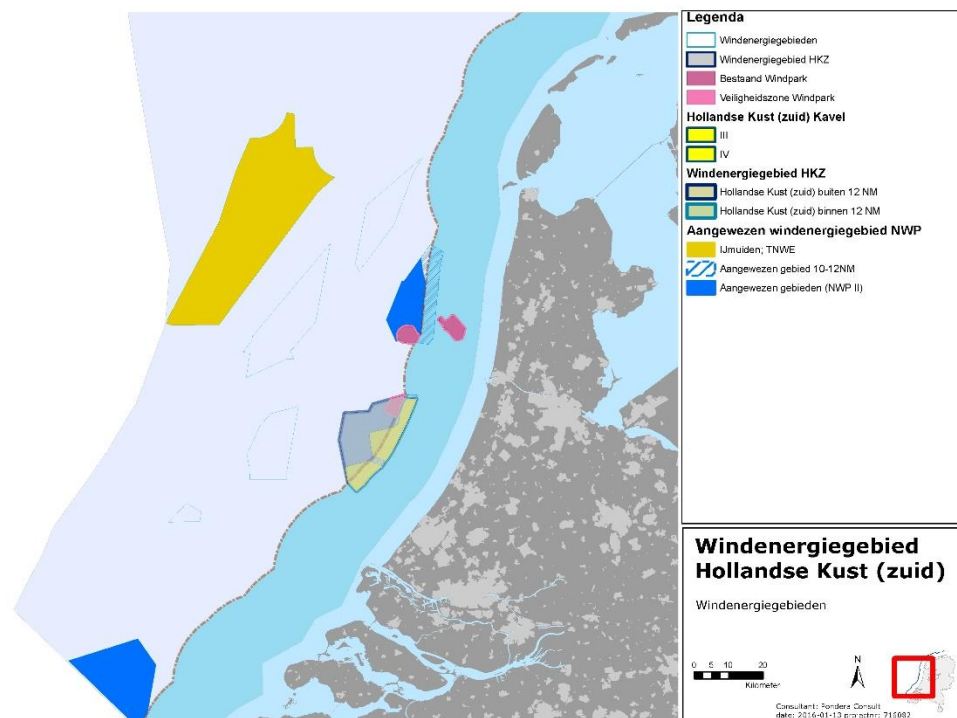
In windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn geen mosselzaadinvanginstallaties (MZI's) aanwezig, hierdoor treden geen effecten op (effectbeoordeling: 0). Een windpark biedt mogelijk wel kansen voor MZI's door hier ruimte aan te bieden, mits de diepte-vereisten voor MZI's kunnen worden versoepeld.

10.16 Bestaande windparken

10.16.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt circa 15 kilometer ten zuiden van het aangewezen windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en circa 45 kilometer ten oosten van het in het Nationaal Waterplan aangewezen windenergiegebied IJmuiden-Ver (zie figuur 10.16). Op enige afstand liggen de overige aangewezen gebieden, te weten Borssele (op 77 kilometer) en Ten Noorden van de Waddeneilanden (op 190 kilometer).

Figuur 10.16 Windenergiegebieden in omgeving Hollandse Kust (zuid).



Naast de windenergiegebieden zijn er in de directe omgeving van het gebied Hollandse Kust (zuid) drie bestaande windparken aanwezig. Eén hiervan ligt binnen de grenzen van het windenergiegebied; Luchterduinen. Daarnaast liggen de windparken Prinses Amalia en OWEZ op redelijke afstand (respectievelijk 15 en 21 kilometer).

10.16.2 Effectbeschrijving

Binnen de grenzen van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt het reeds operationele windpark Luchterduinen. Ten zuiden en oosten van dit windpark is kavel IV voorzien. De realisatie van een windpark in kavel IV kan voor enige windafvang zorgen op het reeds operationele windpark (zie hoofdstuk 11 voor het effect op de elektriciteitsopbrengst). Daarnaast kan het windpark Luchterduinen ook voor windafvang zorgen op de turbines in kavel IV, alleen zal dit geringer zijn vanwege de overheersende windrichting (zuidwest).

Daarnaast liggen de windparken Prinses Amalia en OWEZ op redelijke afstand (respectievelijk 30 en 40 kilometer) ten noordoosten van kavel IV. Uit onderzoek van ECN²² blijkt echter dat er wel windafvang zal optreden op de bestaande windparken. Voor windpark Luchterduinen is het maximaal berekend verlies aan windafvang 7,8%. Voor zowel het Windpark Prinses Amalia als OWEZ is dit 1,6%. Windafvang heeft een negatieve invloed op de energieopbrengst van het windpark. De effecten op reeds operationele windparken worden als beperkt negatief (0/-) beoordeeld.

10.17 Effectbeoordeling

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat er geringe 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 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. Ten aanzien van olie- en gaswinning wordt ook een neutrale score gegeven, aangezien er alleen overlap bestaat met exploratievergunningen. De effecten op straalpaden en baggerstort worden ook als neutraal beoordeeld.

De effecten op de visserij als geheel worden, gezien het oppervlak dat verloren gaat (101 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 windpark Luchterduinen (en in mindere mate op OWEZ en Prinses Amalia). Ook is er een beperkt negatief effect op de aanwezige kabels gelegen in kavel IV. De effecten op de vliegbewegingen van de Kustwacht en helikopterverkeer worden tevens als beperkt negatief beoordeeld. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

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

Tabel 10.4 Effectbeoordeling overige gebruiksfuncties.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alt 1 (63 x 6 MW op suction bucket)	Alt 2 (38 x 10 MW op gravity base)
Visserij	Beperkingen visserij	0/-	0/-
Olie- en gaswinning	Beperkingen olie- en gaswinning	0	0
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0	0
	Interferentie militaire luchtvaart	0	0
	Interferentie Kustwacht	0/-	0/-

²² Scoping analysis of the potential yield of the Hollandse Kust (zuid) wind farm sites and the influence on the existing wind farms in the proximity, ECN, 2016.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alt 1 (63 x 6 MW op suction bucket)	Alt 2 (38 x 10 MW op gravity base)
	Interferentie helikopterverkeer	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
Mosselzaadinvanginstallaties	Beperkingen mosselzaadinvanginstallaties	0	0
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0/-	0/-

10.18 Cumulatie

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat de meeste effecten gering tot verwaarloosbaar zijn. Alleen op de visserij, kabels en leidingen, olie- en gaswinning, mogelijkheden voor de Kustwacht bij SAR-operaties, helikopterverkeer en windafvang voor bestaande windparken zijn beperkt negatieve effecten te verwachten. Ten aanzien van zandwinning zijn negatieve effecten te verwachten.

Bij de komst van meer windparken op zee in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) wordt het totale ruimtebeslag groter waardoor een groter gebied verloren gaat voor de bodemberoerende visserij. In totaal gaat circa 0,6% van het bevisbare oppervlak van het NCP dan verloren. Het gebied dat verloren gaat voor de visserij betreft gemiddeld gunstige visgronden, waardoor in cumulatie sprake is van beperkte negatieve effecten voor de visserij.

De realisatie van kavels I t/m IV zal in toenemende mate invloed hebben op de walradarketen.

Kabels, gelegen op een afstand minder dan 500 meter (en voor telecom kabels 750 meter), kunnen de effectieve ruimte van het kavel enigszins beperken. Echter, op basis van de

Beleidsnota Noordzee is het mogelijk om telecomkabels tot deze afstand te naderen met de plaatsing van windturbines.

Door het grotere aantal turbines wordt ook de kans groter dat archeologisch resten worden aangetast.

Voor de recreatievaart heeft de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) 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 III en IV extra omvaren. Echter, in de noordoostzijde van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt het operationele windpark Luchterduinen, waardoor al dient te worden omgevaren.

10.19 Mitigerende maatregelen

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 (2016).

Ten aanzien van de invloed in cumulatie op de walradarketen kunnen mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn. Niet alleen vanwege de impact van de windturbines op de walradarketen maar ook door de toename van (visserij)scheepvaart in de gebieden tussen de scheepvaartroutes en de windparken. Concreet komt dit neer op toepassing van radar op de te realiseren TenneT-platforms of tussen de windparken en de scheepvaartroutes. Samenwerking voor realisatie tussen overheid, Kustwacht en windparkeigenaren/TenneT verdient de sterke voorkeur. Een verplichting om op elk platform een radar met bijbehorende infrastructuur te plaatsen bevordert de scheepvaartveiligheid in relatie tot radar. Hieronder valt ook de kabel voor dataverkeer naar de wal en de data beschikbaar stellen voor alle gebruik door het havenbedrijf van Amsterdam en Kustwacht. Ook een extra AIS receiver/transponder verhoogt de veiligheid, met name voor kleine vaart.

Er bestaat de mogelijkheid dat ten aanzien van de helikopterbereikbaarheid wezenlijke effecten op kunnen treden. Voordat beoordeeld kan worden in welke mate deze effecten op kunnen treden, 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.

10.20 Leemten in kennis

Voor het aspect recreatie en toerisme is sprake van een leemte in kennis. Daadwerkelijk optredende effecten op toeristische activiteiten na de aanleg van zichtbare windparken zijn nooit eerder onderzocht.

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 (6 MW) en grootste (8 MW) momenteel beschikbare windturbine de elektriciteitsopbrengst en de vermeden emissies uitgerekend. Bij de grootste windturbine is uitgegaan van een 8 MW-turbine, omdat dit de grootste windturbine is waarvan de technische gegevens beschikbaar zijn die nodig zijn om de elektriciteitsopbrengst uit te rekenen. Dit wijkt af van de andere effecthoofdstukken, waar een 10 MW-turbine als grootst mogelijke turbine is gehanteerd, maar omdat hier geen opbrengstgegevens van beschikbaar zijn is gekozen voor een 8 MW-turbine.

Om de bandbreedte te beschouwen hanteert dit hoofdstuk twee alternatieven: een minimum alternatief met 63 turbines van 6 MW (Siemens SWT-6.0-154) en een maximum alternatief met 47 turbines van 8 MW (Vestas V164) turbines. Het aantal windturbines wordt bepaald door de omvang van kavel IV (380 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 350 MW in plaats van 380 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	63	47
Vermogen turbine	6 MW	8 MW
Rotordiameter	154	164
Ashoogte*	102	112

* De ashoogte wordt bepaald door de tiplaaagte (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 6 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/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

Doordat bij het alternatief met 6 MW-turbines is gerekend met een relatief grote rotordiameter (154 m, ca. 320 W/m²) en bij het alternatief met 8 MW-turbines met een relatief kleine rotordiameter (164 m, 380 W/m²) produceren beide alternatieven ongeveer evenveel energie (zie tabel 11.4). Er is voor een turbine op zee geen combinatie mogelijk waarbij voor beide alternatieven het aantal Watt/m² (power density) ongeveer even groot is, in dat geval zou er wel een verschil in energieopbrengst geweest zijn.

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 Amalia Windpark en Windpark Egmond Aan Zee (OWEZ) produceren jaarlijks circa 315²³ en 435²⁴ GWh, een equivalent van het jaarlijkse elektriciteitsverbruik van circa 214.000 huishoudens.

Ook zullen de windparken Luchterduinen, Gemini I en II (ZeeEnergie en Buitengaats) elektriciteit gaan produceren, evenals de windparken in windenergiegebied Borssele.

²³ http://www.noordzeewind.nl/wp-content/uploads/2012/02/OWEZ_R_000_20101112_Operations_2009.pdf

²⁴ <http://www.prinsesamaliawindpark.eu/nl/windpark.asp>

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;
- 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 geen rekening gehouden met windafvang door het windpark Luchterduinen. Ook is geen rekening gehouden met de realisatie van andere kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), omdat specifieke windturbintypes in die kavels nog niet bekend zijn.

Tabel 11.4 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies kavel IV.

Alternatief	Netto elektriciteitsopbrengst (MWh/jaar)	CO ₂ -reductie (ton/jaar)	NO _x -reductie (ton/jaar)	SO ₂ -reductie (ton/jaar)
Minimum alternatief (6 MW)	1.487.916	926.700	754	252
Maximum alternatief (8 MW)	1.516.121	944.266	769	256

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat er weinig verschil zit in de energieopbrengst. De energieopbrengst van het maximumalternatief (47 turbines van 8 MW) is circa 1,9% hoger dan het minimumalternatief (63 turbines van 6 MW). Deze energieopbrengst in het alternatief met 8 MW-turbines wordt met een aanzienlijk minder aantal turbines gerealiseerd. De bijdrage van het windpark aan de reductie van CO₂, NO_x en SO₂ is rechtevenredig 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: 73,7 kg CO₂/GJ (Agentschap NL, Protocol monitoring hernieuwbare energie 2015), 0,06 kg NO_x/GJ en 0,02 kg SO₂/GJ (ECN-C--05-090). Voor het rendement van elektriciteitscentrales is uitgegaan van 42,6% (CBS, Hernieuwbare energie 2014, 2015).

Benodigde energie voor productie, bouw, onderhoud en verwijdering

Het produceren, bouwen, onderhouden en verwijderen van een windturbine kost energie. Uit onderzoek van Oregon State University²⁵ blijkt een energetische terugverdientijd van 5,2 en 6,4 maanden. Florida Atlantic University²⁶ 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 productplatformen²⁷. 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 5,8%²⁸. 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 2015. Toen bedroeg het landelijke energieverbruik 570.000 GWh (2.052 PJ, totaal bruto energetisch eindverbruik, bron: CBS, Hernieuwbare energie in Nederland 2015, 2016). Kavel IV levert met een energieproductie van 1.516,1 GWh (8 MW-turbine) een bijdrage van 0,27% aan een duurzame energieproductie (van 2015).

Het gemiddelde huishouden heeft een elektriciteitsverbruik van 3.500 kWh per jaar. Kavel IV kan met een energieproductie van 1.516,1 GWh per jaar, circa 433.177 huishoudens van elektriciteit voorzien.

²⁵ 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>

²⁶ 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-and-technologies-manufacturing-and-environment/life-cycle-analysis-of-wind-turbine>

²⁷ <http://www.energy.siemens.com/hq/en/renewable-energy/wind-power/epd.htm>

²⁸ CBS, Hernieuwbare energie in Nederland 2015, 2016

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	
	6 MW	10 MW (hier 8 MW)
Elektriciteitsopbrengst	++	++
Vermeden emissies	++	++

11.6 Cumulatie

Bij de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (kavel I, II en III), maar ook bij de bouw van windparken in de windenergiegebieden van Hollandse Kust (noord), zal de productie van duurzame energie verder toenemen. De doelstelling voor deze gebieden inclusief Borssele bedraagt in totaal 3.500 MW aan windenergie (Borssele: 1400 MW, Hollandse Kust (zuid): 1400 MW, Hollandse Kust (noord): 700 MW). De positieve effecten van een duurzame energieproductie (minder emissies) nemen bij realisatie van deze doelstelling verder toe. De realisatie van kavels I, II en III zal wel leiden tot meer windafvang voor kavel IV. De mate van windafvang is afhankelijk van de exacte invulling van deze kavels. Door ECN²⁹ is een elektriciteitsverlies van maximaal 1,31% bepaald voor kavel IV. Hiermee is nog geen rekening gehouden in de in dit hoofdstuk gepresenteerde elektriciteitsopbrengst van kavel IV.

Als gevolg van windafvang door de windturbines in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) is door ECN³⁰ berekend dat Luchterduinen maximaal 7,8% minder elektriciteit opwekt en het Prinses Amaliawindpark en OWEZ elk maximaal 1,6% minder elektriciteit opwekt.

11.7 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 in het kader van de subsidietender 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 en daarmee de kans op het winnen van de tender te vergroten. Hierdoor wordt het maximaliseren van de elektriciteitsopbrengst (en daarmee de vermeden emissies) gestimuleerd.

11.8 Leemten in kennis

De windafvang vanuit Luchterduinen en de overige kavels binnen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kan exact berekend worden nadat de exacte opstellingen van de windparken bekend zijn. Verwacht wordt echter dat de berekeningen in dit hoofdstuk een goede indicatie

²⁹ ECN, Scoping analysis of the potential yield of the Hollandse Kust (zuid)wind farm sites and the influence on the existing wind farms in the proximity, ECN-E—16—021, augustus 2016

³⁰ ECN, Scoping analysis of the potential yield of the Hollandse Kust (zuid)wind farm sites and the influence on the existing wind farms in the proximity, ECN-E—16—021, augustus 2016

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 worden 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 en te nemen mitigerende maatregelen. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een paragraaf over leemten in kennis en informatie (12.7) en een paragraaf over monitoring en evaluatie (12.8).

12.2 Toetsing aan wettelijk kader

Enige sterfte van vogels en vissen en afname van populaties zeezoogdieren zijn niet op voorhand uit te sluiten. Door middel van de Wet windenergie op zee wordt de toets die ingevolge de Wet natuurbescherming (Wnb) dient te worden uitgevoerd, geïntegreerd in het kavelbesluit. Het bevoegd gezag beschikt middels artikel 7 Wet windenergie op zee over een vrijstellingsbevoegdheid in het kader van de soortenbescherming van de Wnb. Ten behoeve van de toetsing aan de Wnb voor de gebiedsbescherming 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 om een maat voor aanvaardbare populatiereductie te bepalen voor bruinvissen. Het planologische beschermingsregime ten aanzien van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), nu genaamd Natuurnetwerk Nederland, is van toepassing op de gehele Noordzee (EEZ). In paragraaf 1.3.1 van bijlage 4 is aangegeven hoe de werking van het beschermingsregime voor het Natuurnetwerk Nederland (NNN) in het Nederlandse Noordzeegebied eruit ziet.

12.3 Effecten binnen de bandbreedte

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 (inclusies 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	Alternatief 2
	63 * 6 MW ø 142 m	38 * 10 MW ø 221 m
Aanlegfase vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Gebruiksfasen vogels		
<i>Lokale zeevogels</i>		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
<i>Kolonievogels</i>		
- aanvaringen	0	0
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- 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

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	63 * 6 MW ø 142 m	38 * 10 MW ø 221 m
- indirecte effecten	+/-	+/-
OVERALL BEOORDELING	--	-

Het alternatief met 38 x 10 MW-turbines en een rotordiameter van 221 meter is het meest milieuvriendelijke alternatief gezien vanuit vogels en vleermuizen, vanwege het geringere aantal aanvaringslachtoffers in vergelijking met het andere alternatief. De worst case situatie is het alternatief met 63 x 6 MW-turbines en een rotordiameter van 142 meter.

12.3.2 Onderwaterleven

Tabel 12.2 Beoordeling effecten onderwaterleven zonder mitigerende maatregelen.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		63 * 6 MW ø 142 m	38 * 10 MW ø 221 m
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	-	--
	Dierverstoringsdagen	--	--
	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	Verstoord oppervlak (km ²)	0/-	0/-
	Aantal verstoorde dieren	0/-	0/-

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		63 * 6 MW ø 142 m	38 * 10 MW ø 221 m
door geluid en trillingen bij aanleg funderingen			

Voor wat betreft de effecten als gevolg van onderwatergeluid, blijkt voor zeezoogdieren alternatief 1 (63 x 6 MW-turbines) de *best case* te zijn. Dit vanwege het kleinere verstoorde oppervlak (afname hei-energie) en dit ondanks de toename in verstoringduur in vergelijking met alternatief 2 (38 x 10 MW-turbines). Het verschil in verstoorde oppervlak is echter dermate gering dat dit niet zichtbaar is in de effectbeoordeling op dit criterium an sich (beide alternatieven een -). De effecten voor bruinvissen 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 SER-akkoord met niet meer dan 5% afneemt (in plaats van de eerdere 20%). Dit betekent dat de berekende populatieafname per windpark niet meer dan **255** dieren mag bedragen. Door toepassing van mitigerende maatregelen is dit effect te beperken 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 6 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 IV zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de turbines. Voor de variant met 6 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 0,03900 per jaar voor het alternatief met 6 MW-turbines, of te wel eens per 25,6 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24 meter is 0,01714 per jaar voor het alternatief met 10 MW-turbines, of te wel eens per 58,3 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. Voor verkeer kleiner dan 24 meter is de aanvaar- en aandrijffrequentie respectievelijk 0,01517 voor de 6 MW variant en 0,00485 voor de 10 MW variant, oftewel respectievelijk eens per 65,9 jaar en 206,1 jaar.

Als gevolg van het alternatief met 6 MW-turbines wordt eens per 907 jaar een uitstroom van olie verwacht, terwijl dit voor het alternatief met 10 MW-turbines eens per 1.642 jaar is. De kans op uitstroom van bunkerolie en ladingolie op het gehele NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine van kavel IV met 0,22% toe voor het alternatief met 6 MW-turbines. Voor het alternatief met 10 MW-turbines is dit lager (0,12%).

Bij de 6 MW variant is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine $1,96 \times 10^{-4}$. Het verwachte aantal doden voor de 10 MW variant is $0,93 \times 10^{-4}$.

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 6 MW-turbine op een suction bucket fundering met een doorsnede van 15 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 windpark en de kabels zijn zeer beperkt van omvang en 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 kabeltracé 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
	63 x 6 MW-turbines Max. tiphoogte 167 m	38 x 10 MW-turbines Max. tiphoogte 251 m
<ul style="list-style-type: none"> - Zichtbaarheid in percentage van de tijd - Interpretatie zichtbaarheid aan de hand van visualisaties 	-	-

De zichtbaarheid van een windpark in kavel IV is kwantitatief weergegeven door het percentage van de tijd dat de meteorologische omstandigheden zodanig zijn, dat het windpark is te zien. Dat is 43% van de tijd gedurende de zomermaanden (1 mei- 30 september) in de dagperiode, vanaf het dichtstbijzijnde punt op land (Noordwijk en Katwijk). 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 44 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 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 wind 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 (63 x 6 MW op suction bucket)	Alt 2 (38 x 10 MW op gravity base)
Visserij	Beperkingen visserij	0/-	0/-
Olie- en gaswinning	Beperkingen olie- en gaswinning	0	0
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0	0
	Interferentie militaire luchtvaart	0	0
	Interferentie Kustwacht	0/-	0/-
	Interferentie helikopterverkeer	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
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 IV. 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 de visserij als geheel worden, gezien het oppervlak dat verloren gaat (101 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 windpark Luchterduinen (en in mindere mate op OWEZ en Prinses Amalia). Ook is er een beperkt negatief effect op de aanwezige kabels in kavel IV en een negatief effect op zandwinning, aangezien kavel IV deels overlapt met een actief zandwingebied.

De effecten op de vliegbewegingen van de Kustwacht en helikopterverkeer worden tevens als beperkt negatief beoordeeld. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

12.3.7 Elektriciteitsopbrengst

Tabel 12.7 Beoordeling effecten elektriciteitsopbrengst zonder mitigerende maatregelen.

Aspecten	Beoordeling	
	Alternatief 1	Alternatief 2
	63 x 6 MW-turbines	47 x 8 MW-turbines (er zijn nog geen 10 MW-turbines op de markt)
Elektriciteitsopbrengst	++	++
Vermeden emissies	++	++

Voor het bepalen van de elektriciteitsopbrengst zijn berekeningen uitgevoerd met een tweetal turbines waarvoor gegevens beschikbaar zijn en die wat betreft grootte zo ver mogelijk uit elkaar liggen. Uit deze berekeningen komt vrijwel geen verschil in opbrengst naar voren (1487,9 GWh/jaar voor Alternatief 1 en 1.516,1 GWh/jaar voor Alternatief 2). Beide alternatieven verschillen hierdoor ook nauwelijks qua vermeden emissies. Hierbij kan aangetekend worden dat dit niet wil zeggen dat alle turbinetypes gelijk zullen scoren, ook al is het opgestelde vermogen telkens circa 380 MW (uitgangspunt inrichting kavel). Turbines die relatief grote rotoren hebben (dus een laag aantal W/m²) zullen meer energie opwekken dan turbines met een relatief kleine rotor. Daarbij speelt ook de onderlinge windafvang binnen de vier kavels van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en de windafvang van Luchterduinen een rol. Waarschijnlijk zullen turbines met een hoog vermogen én een relatief grote rotor het beste scoren. 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 II Hollandse Kust (zuid).

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
Vogels en Vleermuizen	Overschrijding van de PBR in het onderzochte internationale worst case scenario met 3 MW-	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

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
	<p>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>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-norm¹ 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 overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kunnen leiden tot andere effecten op scheepvaart en veiligheid	Geen gevolgen kavelbesluit. Het cumulatieve effect van andere windparken op de verkeersveiligheid is, in tegenstelling tot eerdere veiligheidsstudies, niet apart inzichtelijk gemaakt, maar is als basissituatie beschouwd. In het ontwerp criterium 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. Tevens is in de berekeningen voor kavel IV gecumuleerd over kavels I, II en III; de routestructuur voor kavel IV verandert niet als kavels I, II en III ook worden meegenomen.

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 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
<i>Morfologie en hydrologie</i>	Windparken in de overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kunnen ook leiden tot effecten op geologie en hydrologie	Geen, bij de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (kavel I, II en III) zullen nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en verwaarloosbare effecten optreden. 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 de 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 de kavels in Hollandse Kust (zuid) zal toenemen bij de ontwikkeling van deze windturbines ten opzichte van de huidige situatie. De afstand tot de kust van de windturbines in kavel IV 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 43% van de tijd zichtbaar, waardoor Kavel IV wel een grotere invloed heeft op de zichtbaarheid van windturbines dan Kavels I en II. Op kustlocaties die verder dan 18,5 kilometer van kavel IV zijn gelegen is dit percentage van de tijd minder.
<i>Overige gebruiksfuncties</i>	Windparken in de overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) hebben tevens invloed op overige gebruiksfuncties.	<p>Geen m.b.t. de visserij, bij de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (kavel I, II en III) wordt het totale ruimtebeslag groter waardoor een groter gebied verloren gaat voor de visserij. In totaal gaat circa 0,6% van het bevisbare oppervlak van het NCP dan verloren. 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>Er dient rekening gehouden te worden met de vergunning voor het winnen van zand in de actieve gebieden Q10F en Q10R.</p> <p>Voor recreatie en toerisme heeft de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) beperkte gevolgen omdat de recreatievaart met name gebruik maakt van de 10 à 20 km brede zone langs de kust. Voor vaartuigen die vanuit het Noordzeekanaalgebied de oversteek naar Engeland willen maken en groter zijn dan 24 meter betekent de realisatie van kavel IV extra omvaren, omdat kavel III en kavel IV ten oosten van de reeds in een MER onderzochte kavels I en II liggen. Echter, in de</p>

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
		<p>noordoostzijde van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt het operationele windpark Luchterduinen, waardoor al dient te worden omgevaren. De effecten op kustrecreatie zijn als neutraal beoordeeld en hebben geen gevolgen voor het kavelbesluit.</p> <p>De realisatie van de overige kavels in het Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), heeft in toenemende mate invloed op de walrader. Dit heeft geen directe gevolgen voor het kavelbesluit.</p>
<i>Elektriciteits-opbrengst</i>	Windparken in de overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en Luchterduinen kunnen wind van elkaar afvangen	Geen, de realisatie van kavels I, II en III zal leiden tot meer windafvang voor kavel IV. De mate van windafvang is afhankelijk van de exacte invulling van deze kavels.

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	<p>Bouw vanaf juni tot en met september omdat er dan nauwelijks verstoringsevoelige zeevogelsoorten aanwezig zijn.</p> <p>Minimaliseer verlichting op schepen en/of gebruik vogelvriendelijke kleur van verlichting.</p> <p>Reductie van hei-geluid, echter effect van geluid van heien op vogels is onbekend en dus de noodzaak van deze maatregel ook.</p>
	Operationele fase	<p>Installeer zo min mogelijk grote turbines in plaats van meer kleinere.</p> <p>Hollandse Kust (zuid) zoveel mogelijk laten aansluiten op windpark Luchterduinen om verstoringengebied zo klein mogelijk te houden.</p> <p>Installeer twebladige in plaats van driebladige turbines.</p> <p>Creëer een corridor in het windpark waar vogels gebruik van kunnen maken.</p> <p>Vergroot detectiekans van het windpark voor vogels door reflectors, lasers en geluid (afhankelijk van vogelsoorten en daarmee gebonden aan diverse beperkingen).</p>

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
		<p>Vermijd onderhoudswerkzaamheden gedurende de nacht, zeker in trekseizoen.</p> <p>Minimaliseer verlichting op schepen en/of gebruik vogelvriendelijke kleur van verlichting.</p> <p>Stilzetten bij bepaalde weersomstandigheden in combinatie met gesignaleerde trekpieken.</p> <p>Cut-in windspeed verhogen (t.b.v. vleermuizen) in relevant seizoen en tijdstip van de dag (schemering).</p> <p>Maximale tiplaatte verhogen.</p> <p>Zo klein mogelijk oppervlak windpark (minste habitatverlies).</p>
<i>Zeezoogdieren</i>	Verstoring en daarmee gepaard gaande populatiereductie, PTS	<p>Beperken van de aanlegperiode.</p> <p>Gebruik maken van 'Slow start' en 'Acoustic Deterrent Devices' (ADD's).</p> <p>Maximaal toelaatbaar geluidniveau vastleggen.</p>
<i>Scheepvaart en veiligheid</i>	Aandrijving	<p>Gebruik maken van het Automatic Identification System (AIS).</p> <p>Inzetten van een Emergency Towing Vessel.</p>
<i>Morfologie en hydrologie</i>	-	-
<i>Landschap</i>	Zichtbaarheid overdag	<p>Aanbrengen van kleurpatronen / camouflage op de turbines.</p> <p>Geven van informatie over het wat, hoe en waarom van de windparken, zodat de waarnemer begrip heeft van de noodzaak van het windpark.</p> <p>Kiezen voor zo groot mogelijke turbines, zodat een kleiner aantal kan worden geplaatst. Dat geeft een rustiger beeld aan de horizon.</p> <p>Niet benutten van de noordelijke deelgebieden in kavel IV.</p>
	Zichtbaarheid 's nachts	<p>Constant laten branden van de verlichting</p> <p>Met behulp van zichtbaarheidsmeters kan de verlichting gedimd worden wanneer de zichtomstandigheden goed zijn, dan behoeft de verlichting niet altijd voluit te branden.</p> <p>Alleen de buitenste windturbines voorzien van obstakelverlichting.</p>
<i>Overige gebruiksfuncties</i>	Dichter dan 750 meter op actieve telecomkabels	Benaderen tot 500 meter. Overleg met kabeleigenaren.
	Aantasting archeologische waarden	De locatie van een windturbine of kabel wijzigen om zo een (mogelijk) archeologisch object te ontwijken.

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
	Risico van niet-gesprongen explosieven	Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen.
	Invloed van windturbines op walradarketen	Toepassing van radar op de te realiseren TenneT-platforms of tussen de windparken en de scheepvaartroutes.
	Overlap kavel IV met obstakelvrije zone rondom platform Q13a-A	Afstemming zoeken met mijnbouwonderneming.
	Overlap kavel IV met actieve zandwingronden Q10F en Q10R	Afstemming zoeken met exploitanten
<i>Elektriciteits-opbrengst</i>	-	-

12.6 Voorkeursalternatief

12.6.1 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. Dat aspect beperkte de bandbreedte namelijk voor de kavels in windenergiegebied Borssele. Wel zijn op basis van dit MER mitigerende maatregelen te nemen die de effecten teniet doen of verminderen. De keuze welke maatregelen genomen dienen te worden volgt nu.

12.6.2 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

Er is voor gekozen om de geluidsnormering voor het gehele windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) vast te stellen. Het kavel waarin de strengste geluidsnormen moeten worden opgelegd, bepaalt de geluidsnormen in de andere kavels. Verder zijn de normen zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode. De voorgestelde normstelling staat in onderstaande tabel.

Tabel 12.10 Normstelling voor windparken in gebied Hollandse Kust (zuid), met verwerking van de opstart 'toeslag van 1 dB'.

Hollandse Kust (zuid) 380 MW per kavel # turbines	Maximale geluidsbelasting (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m)*		
	Periode		
	jan – mei	jun – aug	sep – dec
63 (hier onderzocht)	163	169	171
54	164	170	172
48	165	171	173
42	166	172	174
38 (hier onderzocht)	167	173	175

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 IV 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. Ook is er afstemming nodig met de mijnbouw over de overlap van kavel IV met Helicopter Traffic Zone van het platform Q13a-A. 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 IV kunnen beïnvloeden.

12.6.3 Conclusie

Het kavelbesluit dient de voorkeursbandbreedte mogelijk te maken en noodzakelijke mitigerende maatregelen te borgen; voorkeursbandbreedte en maatregelen vormen samen het voorkeursalternatief.

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 IV 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

Lokale vogels

In het algemeen is de kennis van de verspreiding van zeevogels op zee in ruimte en tijd nog onvolledig.

Trekvogels

Algemeen is de kennis van het tijdsbeslag en de ruimtelijke omvang van de vogeltrek nog onvolledig. Het gebrek aan representatieve gegevens hangt samen met het vaak moeilijk toegankelijke leefgebied en het ontbreken van gestandaardiseerde telmethodes. Er bestaan aanwijzingen voor verschillende trekroutes in het Noordzeegebied. Kwantitatieve data hierover, hoe groot het aandeel van deze trekroutes is op de trek in zijn geheel ontbreken, evenals data over trekdichtheden in de verschillende gedeeltes van de Noordzee.

Vleermuizen

Kennisleemten bestaan ten aanzien van het voorkomen van vleermuizen op zee en het gedrag in windparken alsmede de aantallen aanvaringslachtoffers.

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

Leemten in kennis doen zich voor ten aanzien van aspecten als verspreiding en voorkomen van zeezoogdieren, migratiepatronen, drempelwaarden voor TTS, PTS en vermijding, gedragsreacties als gevolg van onderwatergeluid en foerageergedrag. Modelberekeningen van de verspreiding van onderwatergeluid in combinatie met drempelwaarden die afgeleid zijn uit verschillende studies voorspellen het optreden van vermijding, TTS en PTS bij zeezoogdieren. Nader onderzoek in de vorm van monitoring in het veld, aanvullend laboratoriumonderzoek en verdere modelontwikkeling is nodig om de leemten in kennis aan te vullen.

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 vissen is nadere inzicht in het voorkomen van vissen op het NCP niet noodzakelijk. Er is daarom over het voorkomen van vissen geen wezenlijke leemten in kennis gesignaleerd.

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.

12.7.4 Scheepvaart en veiligheid

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

12.7.5 Morfologie en hydrologie

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

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

De windafvang vanuit Luchterduinen en vanuit de overige kavels binnen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kan vrij goed berekend worden nadat de exacte opstellingen van die windparken in Hollandse Kust (zuid) bekend zijn. Verwacht wordt dat de berekeningen in dit MER een goede indicatie geven. Voor het aspect energieopbrengst en vermeden emissies zijn verder 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 IV in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). 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 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.